

DOCUMENTO TÉCNICO

LA IMPORTANCIA DEL CONTROL Y LA CONTENCIÓN EFICAZ DEL POLVO Y LOS DISOLVENTES EN EL ENTORNO DE TRABAJO FARMACÉUTICO

En muchos casos, la fabricación de productos farmacéuticos y químicos implica la manipulación y el procesado de ingredientes en polvo o granulados, muchos de los cuales conllevan riesgos de exposición o explosión cuando están en forma de polvo. Es esencial realizar una evaluación exhaustiva de los riesgos de todas y cada una de las aplicaciones antes de valorar la solución de control de polvo adecuada.



LA IMPORTANCIA DE UN CONTROL Y CONTENCIÓN EFICACES DEL POLVO EN EL ENTORNO DE TRABAJO

Existe una tendencia creciente a que los ingredientes farmacéuticos, en particular los principios activos farmacéuticos (API), se compongan de moléculas cada vez más pequeñas para conseguir reacciones más rápidas y una mayor potencia. A menudo se utilizan disolventes en las fases de procesado. Aunque aportan importantes ventajas en cuanto a la administración y la actuación de los fármacos, crean una serie de retos para los fabricantes de productos farmacéuticos y sus procesos de producción. Los API generan polvos muy finos y a menudo altas concentraciones de disolventes durante la manipulación del producto y los procesos de fabricación. Cuanto más fino es el polvo, mayor es el potencial explosivo debido a la mayor superficie y a la mayor concentración.

Los fabricantes de captadores de polvo tienen que lidiar con valores Pmax y Kst más elevados en los polvos, así como con un mayor número de aplicaciones que contienen mezclas híbridas de polvo y gas. Todo esto puede tener importantes implicaciones económicas, por lo que se requiere una mayor atención para garantizar que se especifican los mecanismos de seguridad correctos para el captador de polvo y otros elementos suministrados con clasificación EX. Los polvos finos también representan el mayor peligro para la salud del trabajador, ya que las partículas nocivas quedan retenidas en los pulmones, por lo que se requiere una filtración eficaz combinada con soluciones de contención para garantizar que el polvo no se escape durante el funcionamiento normal, así como durante el mantenimiento rutinario (cambios de filtro, eliminación de polvo residual, etc.).

A la hora de analizar los posibles riesgos asociados a los polvos generados en el lugar de trabajo, hay que responder a las siguientes preguntas:

1. ¿Son los polvos potencialmente peligrosos para la salud humana y el medio ambiente?
2. ¿Tienen el potencial de causar explosiones o incendios?
3. ¿Tienen el potencial de interferir con las partes móviles de la maquinaria y los componentes eléctricos?
4. ¿Existe la posibilidad de contaminación cruzada de productos?

El control eficaz de los polvos, especialmente cuando las partículas más finas son transportadas por el aire, es una parte esencial del proceso de fabricación. En este documento identificaremos los componentes clave de un sistema eficaz de control del polvo, los requisitos legales que deben cumplirse y los equipos auxiliares disponibles para una protección y eficiencia energética del sistema óptimas. Puede ser una compra de capital compleja y de considerable cuantía, por lo que existe una necesidad real de hacerlo bien, a la primera.

Antes de considerar siquiera el sistema de control de polvo, el primer paso es comprender bien los ingredientes que se utilizan en la producción. La hoja de datos de seguridad de los materiales (MSDS) es un buen comienzo, ya que proporciona detalles básicos relacionados con la toxicidad, los requisitos de manipulación, etc., pero se necesita información más específica:

Análisis del tamaño de las partículas de polvo - cuanto mayor sea el porcentaje de partículas submicrónicas, mayor será el potencial explosivo y el daño potencial para la salud humana, el medio ambiente y la maquinaria. Esta información ayudará a elegir el equipo de control de polvo necesario para capturar, transportar y filtrar el polvo de forma eficaz. Hay empresas que ofrecen análisis de partículas de polvo y algunas empresas de control de polvo tienen sus propias instalaciones de análisis y laboratorios.



Captador de polvo diseñado específicamente para polvos farmacéuticos y peligrosos

Características de explosividad del polvo – Hay ciertos valores que deben determinarse para poder especificar las medidas correctas de protección y venteo de explosiones como parte del sistema de control del polvo.

El primero de ellos es el valor Kst, que mide la velocidad de explosión del polvo. El segundo es el Pmax, que es la presión máxima producida cuando el polvo explota en un recipiente sellado. El tercero es la energía mínima de ignición (MIE). Para muchos materiales estándar, estas cifras ya se conocen y una empresa de control de polvo puede ayudar a verificarlas. Sin embargo, si no se conocen o hay alguna duda, hay empresas que pueden realizar las pruebas de explosión para obtener estos valores.

Las atmósferas explosivas en el lugar de trabajo pueden ser causadas por la presencia de polvos combustibles, gases inflamables, nieblas y vapores, una mezcla de algunos de ellos o todos. Si se encierra una atmósfera explosiva en un entorno sellado (como un captador de polvo) con una fuente de ignición, se tienen todos los componentes necesarios para que se produzca una explosión. En la fabricación de productos farmacéuticos, es habitual que un captador de polvo extraiga aire mezclado con polvos y gases altamente explosivos. Por lo tanto, es fundamental que el fabricante conozca el potencial explosivo de los polvos, gases y mezclas de polvo y gas que maneja. Las pruebas que se pueden realizar a los polvos para determinar la información requerida son poco costosas. Dicha información se describe a continuación:

Kst – La velocidad máxima normalizada de aumento de la presión de explosión (medida en bar m/s). Los polvos pueden clasificarse de la siguiente manera para ayudar a la selección del equipo de protección.

- ST1 Dust – Kst desde 0 bar m/s hasta 199 bar m/s
- ST2 Dust – Kst desde 200 hasta 299
- ST3 Dust – Kst 300 +

Pmax – La presión máxima de explosión de una nube de polvo (medida en bares). Se trata de una prueba estándar y no debe confundirse con la presión real que puede darse en un recipiente.

MIE – La energía mínima de ignición (mJ) de una nube de polvo por descargas eléctricas y electrostáticas.

Una vez que se han obtenido estos valores, se pueden determinar las Zonas ATEX internas y externas para el captador de polvo mediante la realización de evaluaciones de riesgo exhaustivas del proceso del que forma parte el captador de polvo, así como del área en la que se instala. El captador de polvo puede entonces diseñarse con todos los sistemas de seguridad apropiados integrados, basándose en la identificación de la zona ATEX y la categoría ATEX que se muestra a continuación:

Polvo EN 61241-10	Gas EN 60079-10	Detalles
Zona 20	Zona 0	Lugar en el que una atmósfera explosiva está presente de forma continua o frecuente (más de 1000 horas al año).
Zona 21	Zona 1	Lugar en el que es probable que se produzca ocasionalmente una atmósfera explosiva en condiciones normales de funcionamiento (más de 10 horas pero menos de 1.000 horas al año).
Zona 22	Zona 2	Lugar en el que no es probable que se produzca una atmósfera explosiva en condiciones normales de funcionamiento, pero si lo hace sólo se produce durante períodos cortos (más de 0,1 horas pero menos de 10 horas al año). Otra posibilidad es que se produzca una atmósfera explosiva en caso de fallo (por ejemplo, si se abre una tapa o se deja caer una bolsa).

Categoría ATEX	Idoneidad de la Zona Típica
1G (Gas), 1D (Polvo)	Equipo apto para todas las zonas de gas y polvo, que es seguro en funcionamiento normal, en caso de mal funcionamiento y en caso de un fallo poco habitual.
2G, 2D	Equipo apto para las zonas 1, 2 y 21, 22 que es seguro en funcionamiento normal y en caso de mal funcionamiento.
3G, 3D	Equipo apto para la zona 2, 22 que es seguro en funcionamiento normal.

Esta información ayudará a la correcta especificación de los sistemas de seguridad que deben integrarse en el captador de polvo, entre las que se incluyen las siguientes:

Una empresa de captación de polvo acreditada y con conocimientos en la materia puede asesorar en cuestiones de cumplimiento de la normativa, ya sea mediante la modificación de los sistemas existentes de seguridad o el suministro de nuevos equipos. A pesar de que las directivas ATEX existen desde hace más de una década, hay una serie de mitos que todavía prevalecen y que es necesario disipar. Entre ellos se encuentran los siguientes:

1. “Nunca antes ha habido una explosión, así que debe ser seguro”.

Esta es una excusa habitual que se da después de que se produzca una explosión, las cuales también ocurren en las plantas farmacéuticas. Debe realizarse una evaluación completa de los riesgos para cada aplicación en la que haya un captador de polvo. Si los polvos son explosivos, si hay gases inflamables presentes, es necesario instalar medidas de seguridad ATEX en el captador de polvo.

2. “Los polvos que se generan en nuestros procesos de producción no son explosivos”.

¿Se han probados los polvos en un centro de pruebas independiente? El precio de estas pruebas oscila entre 1000 y 1500 euros, lo que no es una gran inversión si se tiene en cuenta el coste potencial de una explosión real. Si los resultados de las pruebas demuestran que se necesita un sistema de seguridad de clase inferior, habrá un ahorro importante. Pida a un experto en captación de polvo que le facilite los detalles de un centro de pruebas recomendado.

3. “Hemos eliminado todas las fuentes de ignición, por lo que no hay posibilidad de que se produzca una explosión”.

Siempre es mejor considerar las medidas de prevención de explosiones que las de protección contra las mismas. Sin embargo, es muy difícil eliminar la posibilidad de un error humano. Por muy controlado que esté un proceso de fabricación, siempre hay alguna intervención humana, sobre todo durante las averías, las revisiones técnicas o el mantenimiento rutinario. Las estadísticas lo demuestran claramente.

4. “Las concentraciones de polvo son tan bajas que no es posible que exista una atmósfera explosiva”.

Las concentraciones de polvo pueden ser bajas en la corriente de aire de extracción, pero como los filtros se limpian automáticamente dentro del captador, habrá una concentración de polvo mucho mayor. Es necesario observar el polvo acumulado y la regeneración.

Una vez que se haya determinado que el polvo es explosivo, hay que iniciar un proceso en el que se evalúen las diferentes soluciones para crear un sistema seguro. Aquí hay que trabajar en el ámbito marcado por las propiedades del polvo, así como los aspectos sanitarios y medioambientales del material procesado.

Elementos antiestáticos/Conexión a tierra – Los cartuchos de filtro antiestáticos y la conexión a tierra del captador de polvo garantizan la disipación de cualquier carga estática que se acumule, evitando la posibilidad de que se produzca una chispa como fuente de ignición. En los casos de polvos y gases sensibles a la ignición, es necesario tomar precauciones adicionales, como utilizar pintura antiestática, bolsas de contención antiestáticas y filtros secundarios antiestáticos.

Ventoe Anti Explosiones – Se puede instalar un panel de ventoe en un captador de polvo para disipar de forma segura la presión de una explosión y las llamas. El panel de ventoe se dimensionará en función del volumen del captador de polvo y de los valores K_{st} y P_{max} . Durante una explosión, el panel de ventoe se romperá y la onda de expansión de la explosión y las llamas se enviarán a una zona segura predeterminada, horizontal o verticalmente, utilizando conductos de ventoe reforzados al mismo nivel que el captador de polvo. Es fundamental que el captador de polvo haya sido probado y verificado para soportar la presión y no dejar escapar las llamas incontroladas (EN 14460). Esta solución no es apta para polvos tóxicos, ya que en caso de explosión se expulsarían grandes cantidades.

Ventoe sin llama – Estos dispositivos utilizan los mismos criterios de dimensionamiento que los paneles de ventoe. Ventean de forma segura la presión de la explosión y tienen la ventaja añadida de detener la propagación de la llama, pero no pueden ventear en un área clasificada y requieren una zona de seguridad alrededor del equipo. Suelen estar diseñados para instalaciones interiores para así reducir el riesgo para los trabajadores. Existen limitaciones en lo que respecta a su selección, que su proveedor de captadores de polvo podrá determinar. Además, esta solución significa que el polvo será expulsado en un área confinada.



Diseñados para ser el punto "débil" del recipiente, los venteos anti-explósión se abren cuando se alcanzan presiones preestablecidas dentro del captador de polvo, permitiendo que la sobrepresión y el frente de llama escapen a una zona segura. Los venteos anti-explósión minimizan los daños al captador de polvo causados por la sobrepresión creada por una deflagración.



Diseñado para instalarse sobre un ventoe anti-explósión estándar, el ventoe anti-llama extingue el frente de llama que sale del área venteadada, impidiendo que salga del equipo. Esto permite que la ventilación convencional se realice en interiores donde, de otro modo, podría poner en peligro al personal. No pueden ventear hacia otra área clasificada (riesgo de ignición secundaria).

Supresión – Estos sistemas están diseñados para detectar y extinguir químicamente una explosión antes de que llegue a propagarse. Aunque suelen ser sistemas más caros de instalar, son aptos para instalaciones internas de captadores de polvo, polvo ST3 de baja gama y también garantizan la contención de polvos tóxicos.

Válvulas de seguridad/Compuertas – Existe una amplia gama de válvulas diseñadas para sistemas de conductos con diversos nombres, como válvulas antirretorno o compuertas de aislamiento, que básicamente realizan la misma función. Están diseñadas para evitar que cualquier frente de llama de una explosión se desplace por los conductos de aire sucio y provoque explosiones secundarias en la planta de producción. Cada dispositivo tendrá requisitos específicos relativos a su posicionamiento y conexión al sistema de conductos. Las válvulas accionadas suelen estar acompañadas de supresión, ya que reducen contaminación de la producción.

Las directivas ATEX se aplican tanto a los equipos nuevos como a los existentes, incluidos los instalados antes de la introducción de las directivas. En la actualidad, existe un gran número de captadores de polvo que no cuentan con los elementos de seguridad necesarios y, por tanto, no cumplen con la normativa.

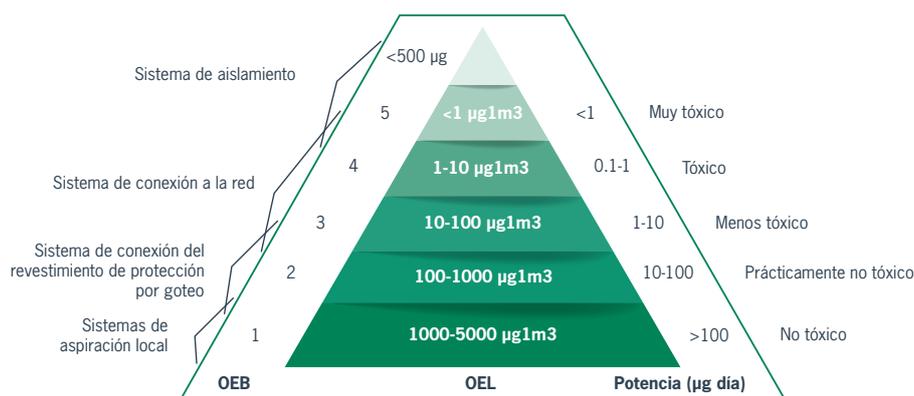
DIRECTIVAS EUROPEAS

1. Directiva 99/92/CE (también conocida como ATEX 137 o Directiva ATEX sobre lugares de trabajo) relativa a las disposiciones mínimas para la mejora de la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de las atmósferas explosivas.
2. 2014/34/UE (también conocida como Directiva de equipos ATEX) relativa a la armonización de las legislaciones de los Estados miembros sobre los aparatos y sistemas de protección para uso en atmósferas potencialmente explosivas. El captador de polvo debe cumplir esta directiva si se encuentra en una zona ATEX y/o capta polvo potencialmente explosivo. La conformidad con esta directiva se consigue mediante la incorporación de los sistemas de seguridad necesarios, determinados por el potencial explosivo del polvo.

Se han introducido cambios en la Directiva sobre equipos ATEX (que ha pasado de 94/9/CE a 2014/34/UE) para intentar crear unas condiciones más equitativas para los proveedores de equipos con clasificación ATEX. Ha surgido una falta de confianza en el mercado CE y también preocupación por las diferentes prácticas y la calidad de los organismos acreditados que emiten las certificaciones. Además, se está ejerciendo más control del mercado de equipos de protección para detectar a quienes no cumplen las normas exigidas o incumplen deliberadamente la legislación. Esta medida es bien recibida en el sector de la captación de polvo por parte de los fabricantes de prestigio, ya que se ha observado una tendencia preocupante a la producción y promoción de equipos de calidad inferior, en los que el nivel de precios es más importante que el de seguridad.

Límites de exposición –cuanto más potente es el polvo, más bajos son los límites de exposición establecidos para el personal que entra en contacto con los materiales. Es responsabilidad de los empresarios conocer y comprender los límites de exposición para cada producto que utilicen, y tomar las medidas necesarias para garantizar que no se superen los límites. La información relativa a los límites de exposición es específica para cada país. Utilizando el Reino Unido como ejemplo, la información está disponible en el sitio web del HSE (Comisión de Seguridad y Salud): <http://www.hse.gov.uk/coshh/basics/exposurelimits.htm>

A continuación se muestra un gráfico descriptivo del sector



La siguiente etapa consiste en determinar en qué punto del proceso se genera el polvo. Es importante extraer el polvo de la fuente que lo genera para garantizar que no se escape al entorno de trabajo. Una empresa de control de polvo de confianza dispondrá del personal cualificado y experimentado necesario para diseñar el sistema de control de polvo correcto, específico para esa determinada aplicación. Los principales componentes de un sistema típico son los siguientes:

Campanas de Captura – Existe una amplia gama de diseños de campanas de captación. Una empresa de control de polvo debe ser capaz de especificar el diseño más adecuado para cada punto de extracción. Unas campanas de captación bien diseñadas y con la velocidad del aire requerida garantizarán la extracción de todo el polvo transportado por el aire. Esto ayudará a evitar los cuatro riesgos principales descritos al principio de este documento.

Conductos – Los conductos circulares transportan el polvo a la unidad de captación de polvo, donde se filtra. La selección del diámetro correcto del conducto en cada tramo del sistema de conductos requiere de la experiencia de un técnico cualificado.

Éste calculará los requisitos de velocidad del flujo de aire para transportar eficazmente el polvo a través de la red de conductos, asegurándose de que el sistema esté bien equilibrado. Si el polvo se mueve con demasiada rapidez, puede afectar a los filtros del captador de polvo. Si el polvo se desplaza demasiado despacio, puede acumularse en el sistema de conductos y provocar un riesgo importante de higiene, incendio y explosión. Una velocidad demasiado alta puede causar problemas de consumo de energía e incluso chispas por impacto.

Unidad de Captación de Polvo – La unidad de captación de polvo es esencialmente una carcasa de filtro autolimpiable con un ventilador que desplaza el aire contaminado hacia fuera del entorno de trabajo, filtra las partículas de polvo y humo y las descarga en un contenedor o recipiente similar. La elección del material filtrante es fundamental y depende de las características del polvo, el tamaño, la forma, la carga y también de las condiciones de la aplicación, como la temperatura, la humedad, el pH, etc. La superficie de material filtrante necesaria también es importante para que el captador de polvo tenga el tamaño adecuado para tratar el caudal de aire y la concentración de polvo de la forma más eficaz y eficiente posible.

Para polvos especialmente potentes o con un mayor porcentaje de partículas de polvo submicrónicas, puede ser necesario incorporar un conjunto secundario de filtros, HEPA o filtros absolutos, para garantizar la captura de las partículas de polvo más finas. Los gases presentes también se extraerán, por lo que también deben tenerse en cuenta al evaluar los riesgos potenciales.

Ventilador - La elección del ventilador y del motor asociado también es fundamental para la eficacia general del sistema de control del polvo. El ventilador debe alcanzar el caudal de aire y la presión necesarios para cumplir los criterios de diseño establecidos por el ingeniero de control del polvo. Una buena regla general es que el ventilador debe tener un rendimiento del 80% o superior; otros requisitos técnicos pueden limitar el rendimiento, pero es un objetivo razonable y más importante que el rendimiento del motor.



Ejemplo de instalación de un sistema típico de extracción de polvo.

Las unidades de captación de polvo con retrolimpieza por pulsos de aire comprimido están diseñadas para funcionar de forma continua y facilitar la producción 24/7. Con el aumento de los costes energéticos, la eficiencia energética del sistema es una consideración importante a la hora de especificar el proveedor del sistema elegido. Para evaluar el coste total de propiedad de la unidad de control de polvo, hay que tener en cuenta cada aspecto del funcionamiento del sistema.

Como el ventilador puede estar funcionando continuamente, debe instalarse el motor más eficiente que haya para mantener el consumo de energía lo más bajo posible. Los variadores de velocidad (VSD) pueden instalarse cuando sea necesario regular el caudal de aire del sistema y reducir el consumo de energía. El ventilador debe estar dimensionado para trabajar a su nivel óptimo; un tamaño insuficiente o excesivo afectará tanto al rendimiento del sistema como a la eficiencia energética.

El suministro de aire comprimido para la retrolimpieza por pulsación de aire es también un aspecto del sistema con costes energéticos asociados. Por lo tanto, es necesario configurar correctamente la unidad de captación de polvo durante la puesta en marcha para garantizar que el régimen de limpieza del filtro funcione según las instrucciones del fabricante. Merece la pena supervisar el uso de aire comprimido, ya que cualquier reducción puede suponer un importante ahorro de costes energéticos.

Un sistema bien diseñado y equilibrado tendrá un rendimiento eficaz y será energéticamente eficiente. Cuando se sustituyen sistemas de control de polvo antiguos por otros nuevos, el retorno de la inversión puede ser muy rápido cuando se comprenden las implicaciones de los costes energéticos.

El captador de polvo y los conductos llevarán una serie de elementos de seguridad en función de los riesgos asociados a la aplicación. La evaluación exhaustiva de los riesgos ayudará a identificarlos y a determinar el nivel de protección necesario. Muchos de ellos serán requisitos legales o de seguridad en virtud de directivas como la directiva ATEX 2014/34/CE relativa a los aparatos y sistemas de protección para uso en atmósferas potencialmente explosivas (para los Estados miembros de la UE), NFPA para los Estados Unidos. Como se ha señalado, los sistemas de protección incluyen soluciones seguras de ventilación ante explosiones, refuerzo del captador de polvo, elementos antiestáticos y de puesta a tierra, ventiladores que minimizan las chispas, sistemas de supresión de explosiones y diversos tipos de válvulas de seguridad en los conductos.

Otra consideración fundamental, que a menudo se pasa por alto, es la contención eficaz de los polvos potentes. Una vez capturado el polvo en el aire, es necesario contenerlo en cada etapa del proceso de extracción. Esta es una consideración importante a la hora de evitar la contaminación cruzada de productos. Contribuirá a satisfacer los requerimientos de las autoridades, como la Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA), la Agencia Europea de Medicamentos (EMA), la Agencia Reguladora de Medicamentos y Atención Sanitaria (MHRA) y otras, cuando evalúen el cumplimiento de las Buenas Prácticas de Fabricación (euGMP) en todos los procesos de producción. Por lo tanto, es imprescindible que las juntas de los conductos, el captador de polvo y cualquier equipo auxiliar, como los sistemas de protección, sean herméticos. Se recomienda la realización de pruebas de sustitución del sistema una vez instalado, ya que esto proporcionará una mayor garantía de que se están conteniendo todos los polvos potentes.



Ejemplo de una unidad de captación de polvo con varios elementos de seguridad, especificada en función de las características particulares del polvo y gas existentes en una determinada aplicación

La contención también es esencial durante el mantenimiento de la unidad de captación de polvo. Los filtros deberán sustituirse cuando hayan alcanzado el final de su vida útil, lo que suele indicarse por un aumento constante de la pérdida de carga a través de los filtros primarios o HEPA. Este cambio de filtros lo llevará a cabo un equipo de mantenimiento o un contratista externo. En el caso de los polvos potentes, debe haber una operación de cambio segura específica e integral tanto para el sistema de descarga de polvo (para la eliminación segura del polvo recogido) como para el cambio del filtro. Cuanto mejor diseñadas estén estas operaciones, más fácil será realizar un cambio seguro y evitar así cualquier emisión de polvo nocivo, hasta el momento de su eliminación segura.

El procedimiento de cambio seguro, Bag in Bag Out (BIBO), el funcionamiento del material en los cambios de filtro y de los sistemas de descarga deben ser validados o probados de acuerdo con la guía "ISPE Good Practice - Assessing the particulate containment performance of pharmaceutical equipment" - Second Edition - 2012, elaborada por el comité SMEPAC y publicada por ISPE o directrices similares para el equipo.



RESUMEN

En resumen, cuando se evalúa la idoneidad de un sistema de control de polvo existente o se diseña una nueva instalación, hay una serie de pasos clave que contribuirán al éxito de la instalación del sistema.

1. Contratar a una empresa especializada en el control del polvo o a un especificador que tenga la experiencia y conocimientos necesarios para asistirle en todas las fases del proyecto. Esto evitará que se cometan errores costosos y garantizará que el sistema especificado e instalado es adecuado con todos los niveles necesarios de protección para satisfacer los requisitos legales. Busque evidencia, tales como casos de proyectos similares completados con éxito, centrándose en el rendimiento del sistema, las funciones de seguridad del sistema (incluida la prevención de explosiones, la ventilación segura de explosiones y las operaciones de cambio seguro) y la información sobre la eficiencia energética.
2. Entender los ingredientes/productos que se utilizan y, en particular, sus características y peligros potenciales cuando se presentan en forma de polvo. Si hay alguna duda, o si falta alguna información crítica, pida que se analice el polvo. Determinar los límites de exposición de cada material y los equipos de protección individual (EPI) pertinentes, si son necesarios.
3. Realizar una evaluación completa de los riesgos de los procesos de producción existentes o propuestos para determinar los peligros potenciales. Identificar dónde se generará el polvo, si el personal estará expuesto a él, si habrá riesgo de incendio y/o explosión o si habrá interferencias con las piezas móviles de las máquinas o los componentes eléctricos.
4. Elegir e instalar el sistema que sea la mejor solución para satisfacer los requisitos específicos identificados. Establecer un programa de mantenimiento para controlar el sistema con el fin de mantener un rendimiento óptimo y ayudar a identificar nuevos ahorros en costes de energía.

REFERENCIAS

1. HSE Página web (UK) www.hse.gov.uk
2. IFA – Base de datos sobre las propiedades explosivas <https://staubex.ifa.dguv.de/?lang=e>
3. Camfil Air Pollution Control (APC) www.camfilapc.com/europe

LOS AUTORES



Ulf Persson

Es el Director Técnico de Ventas de la división de Air Pollution Control (APC) de Camfil. Ulf ha adquirido una experiencia considerable durante varios años en el control de polvo y en una amplia gama de industrias. Se unió a Camfil APC en 2008 y ahora es responsable de las ventas de captadores de polvo para la industria farmacéutica en Europa y los mercados emergentes circundantes.



Alan Sweeney

Es el director del segmento de Clean Process de Camfil en la región EMEA. Alan ha trabajado en la filtración de aire y la extracción de polvo para industrias de alta tecnología durante 30 años y se ha especializado en aplicaciones y filtros HVAC farmacéuticos en los últimos 15 años.

Camfil – un líder global en filtración de aire y soluciones de aire limpio

Durante más de medio siglo, Camfil ha ayudado a las personas a respirar un aire más limpio. Como fabricante líder de soluciones de aire limpio de primera calidad, ofrecemos sistemas comerciales e industriales para la filtración y el control de la contaminación del aire que mejoran la productividad de los trabajadores y de los equipos, minimizan el uso de energía y benefician a la salud humana y al medio ambiente.

Creemos firmemente que las mejores soluciones para nuestros clientes son también las mejores soluciones para nuestro planeta.

Por eso, en cada paso del camino -desde el diseño hasta la entrega y a lo largo del ciclo de vida del producto- tenemos en cuenta el impacto de lo que hacemos en las personas y en el mundo que nos rodea. Mediante un nuevo enfoque para la resolución de problemas, un diseño innovador, un control preciso de los procesos y una fuerte orientación al cliente, nuestro objetivo es conservar más, utilizar menos y encontrar mejores formas, para que todos podamos respirar mejor.

El Grupo Camfil tiene su sede en Estocolmo (Suecia) y cuenta con 30 plantas de fabricación, seis centros de I+D, oficinas de ventas locales en 30 países y 4.800 empleados, y sigue creciendo. Estamos orgullosos de servir y apoyar a los clientes en una amplia variedad de industrias y en comunidades de todo el mundo.

Para descubrir cómo Camfil puede ayudarle a proteger a las personas, los procesos y el medio ambiente, contáctenos a través de:

Email: aircleaners@camfil.com o **Visite:** www.camfil.es