

Metodología  
para la Clasificación  
de Zonas con **Riesgo**  
de Incendio y Explosión  
debido a polvo  
combustible



**Junta de  
Castilla y León**



# Metodología para la Clasificación de Zonas con **Riesgo** de Incendio y Explosión debido a polvo combustible

Marceliano Herrero Sinovas

*Jefe del Servicio Territorial de Industria,  
Comercio y Turismo de la Delegación Territorial  
de la Junta de Castilla y León en Valladolid*



**Junta de  
Castilla y León**

**Edita:** Consejería de Economía y Empleo  
Dirección General de Trabajo y Prevención de  
Riesgos Laborales  
Junta de Castilla y León

**Diseño y Arte final:** dDC, Diseño y Comunicación

**D.L.:** VA-839/2007

## ÍNDICE

<b>Clasificación de zonas con riesgo de incendio y explosión debido a la presencia de polvos combustibles</b>	5
<b>1.</b> Introducción	5
<b>2.</b> Metodología par la clasificación de zonas con riesgo de incendio y explosión debido a polvos combustibles	10
<b>1º</b> <i>Determinar las características del polvo combustibles</i>	11
<b>2º</b> <i>Identificación de las fuentes de escape y su grado</i>	11
<b>3º</b> <i>Identificación de la posibilidad de formación de capas de polvo potencialmente peligrosas</i>	12
<b>4º</b> <i>Extensión de Zonas</i>	13
<b>3.</b> Ejemplos de aplicación	21
<b>4.</b> Bibliografía	31

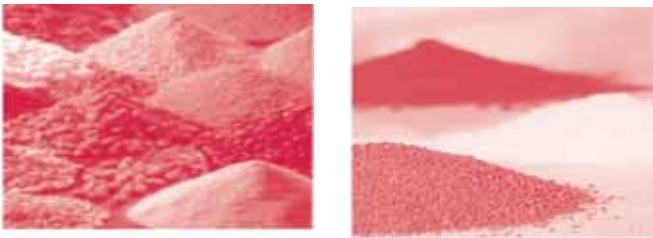


## > Clasificación de zonas con riesgo de incendio y explosión debido a la presencia de polvos combustibles

### 1. Introducción

Son numerosos los procesos industriales donde se manipulan productos que pueden originar nubes de polvo combustibles capaces de originar una explosión, las industrias alimentarias manipulan granos, textiles, farmacéuticas, etc.

Un polvo combustible no es peligroso en capas o depositado en una superficie, salvo el riesgo de incendio, hasta que una corriente de aire le diluye en la atmósfera hasta alcanzar una concentración suficiente para poder deflagra.

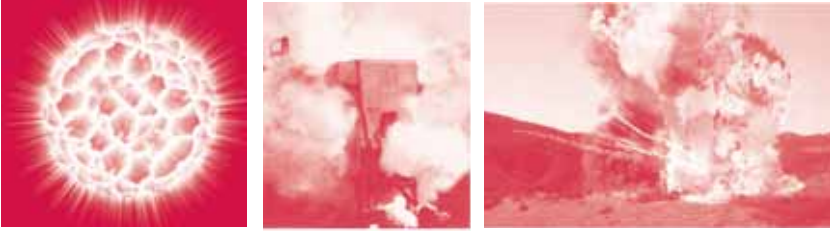


- > *El polvo combustible acumulado en capas por sí solo, no supone riesgo de explosión, aunque el riesgo de incendio existe por un posible aumento de la temperatura del aparato donde esté depositada por encima del punto de inflamación del polvo.*



- > *El riesgo de explosión aparece cuando debido a una perturbación del aire el polvo depositado se diluye en el ambiente.*

## Metodología para la Clasificación de Zonas con Riesgo de Incendio y Explosión debido a polvo combustible



> Siendo posible entonces que se pueda realizar la combustión completa del material combustible al aparecer una fuente de ignición.

En estos lugares se hace necesario y obligatorio por normativa de seguridad industrial y normativa de seguridad laboral analizar los emplazamientos con riesgo de incendio y explosión para determinar una clasificación de zonas en función del riesgo de producirse una atmósfera peligrosa.

Zonas con riesgo de incendio y explosión debido a polvos combustibles:

**Zona 20:** Lugar en el que, durante el funcionamiento normal, el polvo combustible, en forma de nube, está presente permanente o frecuentemente en cantidad suficiente como para ser capaz de producir una concentración explosiva de polvo combustible mezclado con el aire, y/o en las que se pueden formar capas de polvo de espesor excesivo e incontrolable.

**Zona 21:** Lugar no clasificado como zona 20 en el que, durante el funcionamiento normal, el polvo combustible en forma de nube es susceptible de aparecer en cantidad suficiente como para ser capaz de producir una concentración explosiva de polvo combustible en mezcla con el aire.

**Zona 22:** Lugares no clasificados como zona 21 en los que raramente pueden aparecer nubes de polvo y subsistir solamente durante cortos períodos, o en los que las acumulaciones o las capas de polvo combustible pueden estar presentes en condiciones anormales y pueden dar lugar a un aumento de las mezclas inflamables de polvo en el aire.

En función de esta clasificación adoptaremos medidas de seguridad para el material eléctrico y no eléctrico, así como el EPI de los operarios, para garantizar una baja probabilidad de ocurrir una explosión o incendio, como se indica en la tabla siguiente:

Zonas	Presencia de atmósfera explosiva	Categoría de equipo según RD 400/96	Modos de protección
<b>Zona 20</b>	de modo continuo o períodos prolongados de modo frecuente	Categoría 1	ia
<b>Zona 21</b>	de modo poco frecuente	Categoría 2	d,e,ia,ib,m,o,p,q
<b>Zona 22</b>	muy poco frecuente o por períodos breves	Categoría 3	n

Existe una norma **UNE-EN** que tiene como objeto la clasificación de zonas con riesgo de incendio y explosión debido a polvos combustibles..

- > **UNE-EN 61241-10.** Aparatos destinados a ser utilizados en presencia de polvos combustibles. Parte 10: Clasificación de emplazamientos en donde están o pueden estar presentes polvos combustibles. (Versión española de la norma internacional CEI 61241-10: 2003).

Esta norma **UNE** indica una metodología para la clasificación de zonas debido a polvos combustibles, sin embargo no indican ningún método matemático que se pueda seguir para la extensión de las zonas, lo único que nos indica el *Art. 4.6 UNE 202004-3* sobre este tema es lo siguiente:

*“La extensión del lugar exterior al equipo, formado por una fuente de escape, y también la dependencia de muchos parámetros, tales como la cantidad de polvo, caudal, tamaño de polvo y contenido de humedad del producto. Esta zona debería ser de una extensión reducida:*

**Normalmente** una fuente de escape característica no debe crear una mezcla explosiva de polvo/aire que se extienda más de 1 m. alrededor del perímetro de la fuente (tal como una boca abierta) y se debe extender verticalmente hasta el suelo o hasta el nivel de una plataforma sólida.”



## Metodología para la Clasificación de Zonas con Riesgo de Incendio y Explosión debido a polvo combustible

Como se aprecia en este artículo nos indica que normalmente se podrá establecer el espacio de **1 m.** alrededor de las fuentes de escape como lugar clasificado ya sea de **clase 20, 21 ó 22** en función de la frecuencia de formación de las nubes de polvo combustibles.

Ahora bien, esta recomendación se debe aplicar como norma general pero siempre justificando la razón o motivos que ha llevado al técnico proyectista a elegir esta extensión de la zona, ya que como la propias normas UNE nos indican, la extensión de zonas depende de varios factores, como cantidad de polvo, caudal, tamaño de polvo, contenido en humedad.

Por ello se debe justificar siempre la elección de la extensión de zonas.

Debido a que como ya hemos dicho, las normas UNE no indican ningún método matemático para determinar la extensión de zonas debemos acudir a normas o guías técnicas de reconocido prestigio para justificar la extensión de zonas.

Así en este manual nos basamos en la guía técnica **CEI 31-56** del Comité Eléctrico Italiano, el cual gracias a un análisis detallado de todos los parámetros que intervienen en la clasificación de zona con riesgo de incendio y explosión debido a polvos combustibles, nos sirve de ayuda para justificar nuestra elección de la extensión de zona peligrosa.

Esta guía técnica **CEI 31-56** se basa en la norma **EN 50281-3** y la desarrolla para determinar con todos los parámetros posibles la determinación de la extensión de zonas.

Los parámetros que utiliza para determinar la extensión de zonas son los siguientes:

- > Presión interna del sistema de contención del polvo.
- > Altura de la fuente de emisión.
- > Caudal de emisión.
- > Humedad del polvo combustible.
- > Tipo de ambiente (cerrado o abierto).
- > Velocidad de sedimentación del polvo.
- > Velocidad del aire.
- > Tamaño medio de las partículas.

## Metodología par la clasificación de zonas con riesgo de incendio y explosión debido a polvos combustibles

Como puede apreciarse esta guía técnica utiliza ciertos parámetros que en principio las normas **UNE** no les tenía en cuenta pero sin embargo son necesarios para la extensión de zonas.

Por otra parte esta guía técnica **CEI 31-56** establece algunos parámetros o métodos para la desclasificación de zonas, teniendo en cuenta unas determinadas características de continuidad del servicio de los mismos:

- > Sistema de ventilación general.
- > Sistemas de ventilación localizada en las proximidades de las fuentes de emisión.
- > Sistema de contención de polvos en depresión.
- > Eliminación de las capas de polvos presentes en el entorno.
- > Inertización de la atmósfera peligrosa.
- > Inertización de los polvos combustibles.
- > Presurización del local clasificado.

Utilizando unos o varios métodos de los señalados podemos definir el local como zona no clasificada o no peligrosa.

### 2. Metodología par la clasificación de zonas con riesgo de incendio y explosión debido a polvos combustibles

Para la clasificación de zonas con riesgo de polvos combustibles esta norma **UNE 202004-3**, nos muestra un procedimiento similar a la clasificación de zonas con riesgo de incendio y explosión debida a gases inflamables **UNE 60.079-10** pero con varias diferencias fundamentales,

- 1° **La ventilación general** no es aconsejable para la eliminación de zonas es más podría ser contraproducente porque podría generar nubes de polvo desde los depósitos de polvo en capas. Por lo tanto debemos recurrir a la ventilación localizada para la extracción de polvo combustible que pudiera dar origen a una zona clasificada.
- 2° **Los polvos combustibles** a diferencia de los gases **no se diluyen** en el ambiente y se acumulan en capas que se deben considerar como fuentes de escape.

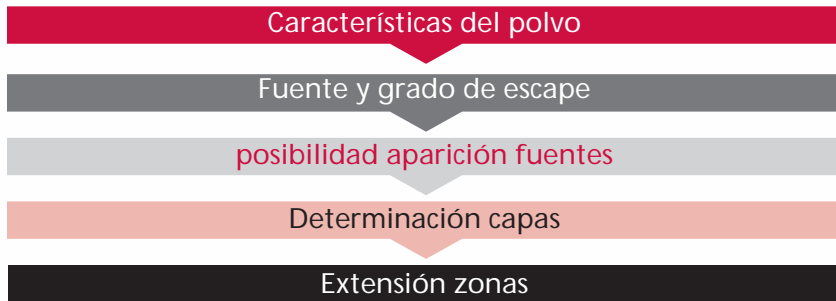


## Metodología para la Clasificación de Zonas con Riesgo de Incendio y Explosión debido a polvo combustible

Se resume a continuación el procedimiento a seguir para la clasificación de zonas con riesgo de incendio y explosión debido a polvos combustibles:

Se entiende por atmósfera de polvo explosivo como aquella mezcla de aire, en condiciones atmosféricas, con sustancias inflamables bajo la forma de polvo o de fibras en las que, después de su ignición, la combustión se propaga al resto de la mezcla no quemada.

Se deberán clasificar como **zona 20, 21 ó 22** los lugares en el que el polvo combustible está, o puede preverse su presencia, bajo la forma de nube o de capa, en cantidades tales que sea necesario tomar precauciones específicas para la construcción y la utilización de materiales eléctricos para evitar la ignición de una mezcla de polvo/aire explosiva o de una capa de polvo combustible.



# Metodología par la clasificación de zonas con riesgo de incendio y explosión debido a polvos combustibles

## 1º Determinar las características del polvo combustibles

La primera etapa consiste en la determinación de las características del polvo combustible para diseñar los modos de protección que sean necesarios.

## 2º Identificación de las fuentes de escape y su grado

El polvo combustible suele aparecer como un residuo del proceso, carpinterías, almacenamiento de sustancias polvorientas, talleres de confección y en otras ocasiones puede ser el producto en sí mismo como las harineras.

Dependiendo sea el local a clasificar de un modo u otro tendremos que tratar el proceso para evitar que haya atmósferas explosivas.

En primer lugar se debe de cuidar que el diseño de la instalación o proceso industrial debe de ser tal que reduzca al mínimo la generación de polvo combustible a través de procesos cerrados, almacenes en silos, o aspiración local de la que hablaremos posteriormente.

Los tipos de fuentes son las siguientes:

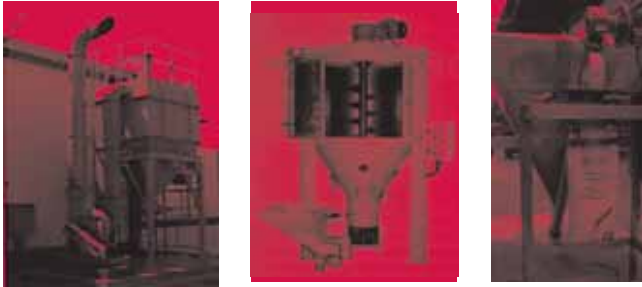
**Fuentes continuas de una nube de polvo:** lugares en los que puede existir una nube de polvo de forma continua o puede preverse su presencia durante largos períodos o durante cortos períodos que se repiten frecuentemente. Darán lugar a **zonas 20**. Como por ejemplo los interiores de los equipos de proceso tales como silos, mezcladoras y molinos, en los que se introduce o se forma polvo.

**Grado de emisión primaria:** una fuente que puede preverse que tenga emisiones periódica u ocasionalmente, durante el funcionamiento normal. Normalmente darán lugar a **zonas 21**. Ejemplo: En el interior de ciertos equipos de extracción, o en las proximidades a un punto de llenado de sacos abiertos.

**Grado de emisión secundaria:** una fuente que no se prevé que tenga emisiones durante el funcionamiento normal y, si tiene emisiones, es susceptible de hacerlo de forma poco frecuente y durante cortos períodos. Normalmente darán lugar a **zonas 22**. Ejemplo: las bocas de inspección que necesitan estar abiertas ocasionalmente y sólo durante períodos muy cortos, y locales de manipulación de productos pulverulentos en donde hay depósitos de polvo.

## Metodología para la Clasificación de Zonas con Riesgo de Incendio y Explosión debido a polvo combustible

### Fuente y grado de escape



### 3º Identificación de la posibilidad de formación de capas de polvo potencialmente peligrosas

En la mayoría de los casos, una capa de polvo contiene suficiente polvo como para crear mezclas explosivas de polvo/aire. Todos los lugares en las que se forman capas de polvo con espesor suficiente y en las que, debido a operaciones del proceso, se pueden remover para constituir mezclas explosivas de polvo/aire el lugar, por lo tanto, debe clasificarse.

Otro de los riesgos que posee las capas de polvo son el de producir un incendio debido a que se depositan sobre equipos o aparatos eléctricos susceptibles de que la cubierta alcance una temperatura tan elevada que pueda producir la ignición del polvo en capa.

Se debería tener en cuenta el hecho de que con el tiempo, es igualmente posible la formación de capas de polvo peligrosas a partir de nubes de polvo muy diluidas.

El lugar se clasificará como seguro solamente si la capa se elimina por medio de limpieza, antes de que se pudieran formar mezclas peligrosas de polvo/aire, y además tener un diseño adecuado para que el proceso de limpieza sea adecuado y permita la eliminación de todas las posibles capas de polvo.

En función de la frecuencia de las perturbaciones se clasificarán las zonas donde existan capas como **zona 21** si las perturbaciones son frecuentes o **zona 22** si las perturbaciones son ocasionales.

# Metodología par la clasificación de zonas con riesgo de incendio y explosión debido a polvos combustibles

## 4º Extensión de Zonas

Las normas UNE indican una metodología para la clasificación de zonas debido a polvos combustibles, sin embargo no indican ningún método matemático que se pueda seguir para la extensión de las zonas, lo único que nos indica el **Art. 4.6 UNE 202004-3** sobre este tema es lo siguiente:

*“La extensión del lugar exterior al equipo, formado por una fuente de escape, y también la dependencia de muchos parámetros, tales como la cantidad de polvo, caudal, tamaño de polvo y contenido de humedad del producto. Esta zona debería ser de una extensión reducida:*

**Normalmente** una fuente de escape característica no debe crear una mezcla explosiva de polvo/aire que se extienda más de **1 m** alrededor del perímetro de la fuente (tal como una boca abierta) y se debe extender verticalmente hasta el suelo o hasta el nivel de una plataforma sólida.”

Como se aprecia en este artículo nos indica que **normalmente** se podrá establecer el espacio de **1 m**. alrededor de las fuentes de escape como lugar clasificado ya sea de clase 20, 21 ó 22 en función de la frecuencia de formación de las nubes de polvo combustibles.

Ahora bien, esta recomendación se debe aplicar como norma general pero siempre justificando la razón o motivos que ha llevado al técnico proyectista a elegir esta extensión de la zona, ya que como la propias normas UNE nos indican, la extensión de zonas depende de varios factores, como cantidad de polvo, caudal, tamaño de polvo, contenido en humedad.

Por ello se debe justificar siempre la elección de la extensión de zonas.

Debido a que como ya hemos dicho, las normas UNE no indican ningún método matemático para determinar la extensión de zonas debemos acudir a normas o guías técnicas de reconocido prestigio para justificar la extensión de zonas.

Así en este manual nos basamos en la guía técnica **CEI 31-56** del Comité Eléctrico Italiano, el cual gracias a un análisis detallado de todos los parámetros que intervienen en la clasificación de zona con riesgo de incendio y explosión debido a polvos combustibles, nos sirve de ayuda para justificar nuestra elección de la extensión de zona peligrosa.

Esta guía técnica **CEI 31-56** se basa en la norma **EN 50281-3** y la desarrolla para determinar con todos los parámetros posibles la determinación de la extensión de zonas.

## Metodología para la Clasificación de Zonas con Riesgo de Incendio y Explosión debido a polvo combustible

Los parámetros que utiliza para determinar la extensión de zonas son los siguientes:

- > Presión interna del sistema de contención del polvo.
- > Altura de la fuente de emisión.
- > Caudal de emisión.
- > Humedad del polvo combustible.
- > Tipo de ambiente (cerrado o abierto).
- > Velocidad de sedimentación del polvo.
- > Velocidad del aire.
- > Tamaño medio de las partículas.

Como puede apreciarse esta guía técnica utiliza ciertos parámetros que en principio las normas UNE no les tenía en cuenta pero sin embargo son necesarios para la extensión de zonas.

Por lo tanto podemos extender las zonas utilizando por una parte la recomendación de la norma UNE justificándolo a través de tener en el proceso industrial parámetros que afectan a la extensión dentro de unos límites "normales".

Y por otra parte podemos analizar la extensión de zonas utilizando el método matemático recomendado por la guía de reconocido prestigio **CEI 31-56** del **CEI**.

### Extensión zonas



ZONA 20

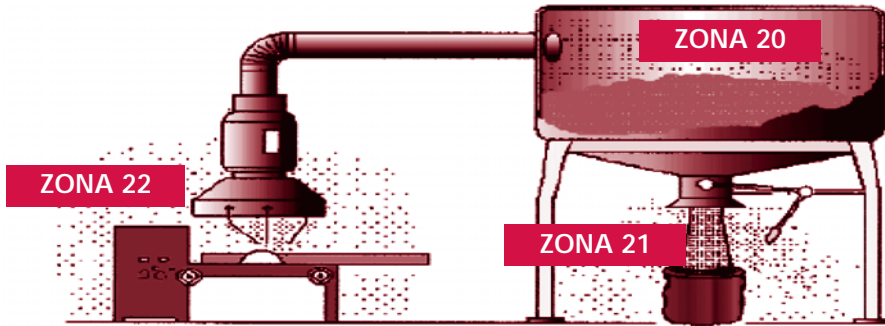


ZONA 21



ZONA 22

## Metodología por la clasificación de zonas con riesgo de incendio y explosión debido a polvos combustibles



Grado de fuente	Zonas	Extensión
Continua	20	Interior equipos
Primaria	21	Normalmente 1 m alrededor
Secundaria	22	Normalmente 1 m alrededor

### Extensión de zonas según la guía técnica CEI 31-56

La guía técnica se basa en las indicaciones de las normas UNE, pero amplía el concepto de **normalidad** para decidir si se debe extender las zonas **1 m** alrededor de la fuente de emisión:

**Las zonas 20** se extienden al interior de los recipientes contenedores de polvo o granos.

**La extensión de la zona 21** se produce por una fuente de escape de grado primario origina zonas 21 y se extiende en condiciones de normalidad 1 m alrededor del perímetro de la fuente (tal como una boca abierta) y se debe extender verticalmente hasta el suelo o hasta el nivel de una plataforma sólida; además hay que recordar lo que se ha visto en el apartado 3º, capas de polvo. Si una fuente de grado primario posee extracción localizada podría pasar a zona 22. Si no se cumplen las condiciones de normalidad se debe de aplicar la fórmula matemática para determinar la extensión de zona, que se indica posteriormente.

**La zona 22** en general, se generará por una fuente de grado secundario y se extenderá en condiciones de normalidad horizontalmente una ampli-

## Metodología para la Clasificación de Zonas con Riesgo de Incendio y Explosión debido a polvo combustible

tud de 1 m. alrededor de la fuente de escape y se debe extender verticalmente hasta el suelo, o hasta el nivel de una plataforma sólida. Sino se cumplen las condiciones de normalidad se debe de aplicar la fórmula matemática para determinar la extensión de zona.

**Una zona 21** no confinada (no limitada por estructuras mecánicas) situada en el interior, debe estar siempre rodeada por una zona 22. Esta zona 22 normalmente es de pequeña extensión 1 m alrededor de la zona 21.

La extensión de zonas se podría considerar despreciable cuando:

- > Para la zona 20 < 1 dm<sup>3</sup>.
- > Para la zona 21 < 10 dm<sup>3</sup>.
- > Para la zona 22 < 100 dm<sup>3</sup>.

Cuando algunas de las variables que intervienen en la extensión de zonas son superiores a los parámetros indicados anteriormente, no se considera condición de normalidad y la extensión de zonas ya no es 1 m. y se calculará utilizando la siguiente fórmula para determinar la extensión de zonas.

$$d_z = (d_0 + d_h) \cdot (K_d \cdot K_u \cdot K_{ta} \cdot K_w)$$

Donde:

- $d_z$ : Extensión de zonas en m.
- $d_0$ : distancia de referencia m.
- $d_h$ : distancia en función de la altura de la fuente de emisión m.
- $K_d$ : Coeficiente que depende de varios factores como el LIE y del caudal.
- $K_u$ : coeficiente relativo al contenido de humedad del polvo.
- $K_{ta}$ : coeficiente relativo al tipo de ambiente, cerrado o abierto.
- $K_w$ : coeficiente que depende de la velocidad del aire y de la velocidad de cimentación.

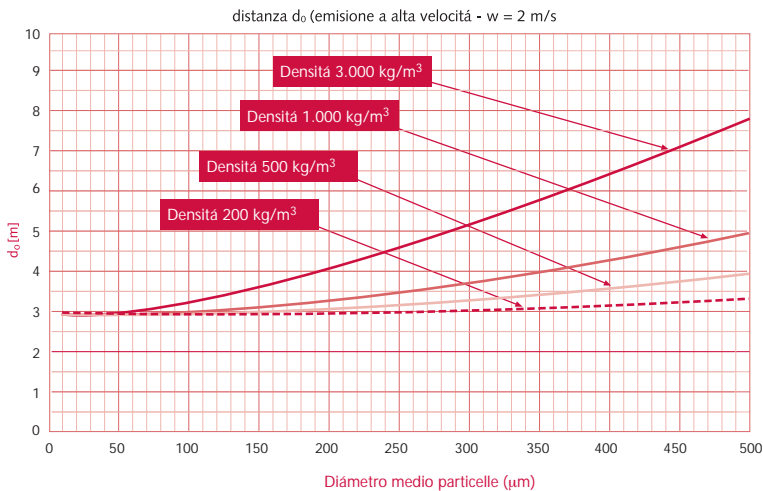
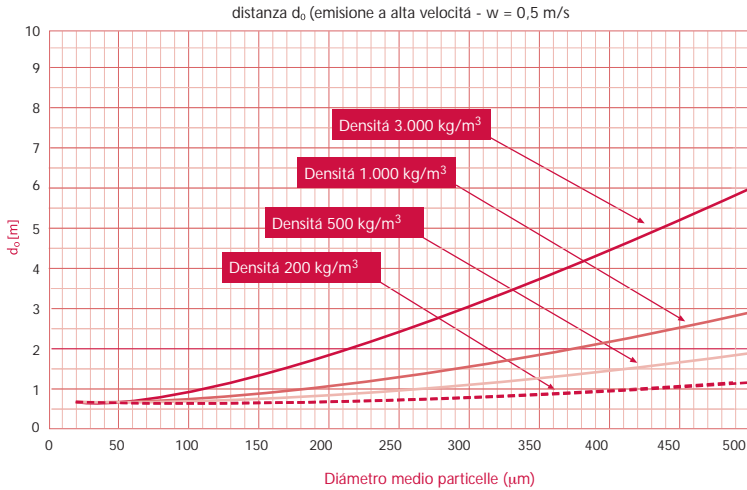
A continuación se explica el cálculo de cada uno de ellos y su aportación a la extensión de zonas:

### **$d_0$ : distancia de referencia m**

Esta distancia de referencia depende de la **presión interna** del contenedor del polvo. Si el contenedor tiene presión atmosférica o la acción generadora de polvo combustible se realiza a presión atmosférica, este valor será 1 m.

# Metodología par la clasificación de zonas con riesgo de incendio y explosión debido a polvos combustibles

Sin embargo si el contenedor posee una **presión superior a la atmosférica** el valor aumentará dependiendo del diámetro medio de la partícula de la densidad del polvo y de la velocidad del aire según las siguientes gráficas:



## Metodología para la Clasificación de Zonas con Riesgo de Incendio y Explosión debido a polvo combustible

**$d_h$ : distancia en función de la altura de la fuente de emisión m.**

Cuando la altura de la fuente de emisión al suelo no es inferior a 3 metros la distancia de referencia  $d_0$  se debe aumentar en función de la siguiente tabla:

Condición	
Altura fuente de emisión	$d_h$ en m.
$h > 20\text{m}$	1,0
$20 > h > 3$	0,5
$h < 3$	0

**$K_d$ : Coeficiente que depende de varios factores como el LIE y del caudal**

El coeficiente  $K_d$  depende de varios factores, límite inferior de Explosividad, velocidad de sedimentación, distancia de referencia y caudal de emisión según la regla siguiente:

Condición	$K_d$
$\frac{LIE \cdot 10^{-3} \cdot U_t \cdot d_0^2}{2 \cdot Q_d} > 10$	0,5
$\frac{LIE \cdot 10^{-3} \cdot U_t \cdot d_0^2}{2 \cdot Q_d} \leq 10$	1

**NOTA:** Se trata de un factor reductor de la distancia o extensión de zona, lo que significa que si no realizamos los cálculos indicados por ejemplo por no conocer los datos de la sustancia del polvo, podemos tomar el valor de  $K_d$  como 1 estando en el lado de la seguridad.

Siendo:

**LEL:** límite inferior de explosión.  $\text{g/m}^3$

**$U_t$ :** velocidad de sedimentación.  $\text{m/s}$ .

**$d_0$ :** distancia de referencia de la norma m.

**$Q_d$ :** cantidad o caudal de emisión.  $\text{Kg/s}$ .

La velocidad de sedimentación se puede calcular de la siguiente forma:

$$u_t = \frac{\rho \cdot (d_m \cdot 10^{-6})^2 \cdot g}{18 \cdot \mu}$$

## Metodología par la clasificación de zonas con riesgo de incendio y explosión debido a polvos combustibles

Donde:

$U_t$ : velocidad de sedimentación m/s.

$\rho$ : densidad del polvo Kg/m<sup>3</sup>.

$d_m$ : diámetro medio de las partículas. Micrómetros.

$g$ : aceleración de la gravedad 9,81 m/s<sup>2</sup>.

$\mu$ : coeficiente de viscosidad dinámica del aire  $1,8 \cdot 10^{-5}$  Ns/m<sup>2</sup>.

El cálculo del caudal de emisión  $Q_d$  es complicado. Mientras en los gases el cálculo de esta tasa se utiliza fórmula de mecánica de fluidos cuando se trata de polvos combustibles no se pueden utilizar ninguna fórmula matemática por lo que se utiliza una aproximación del caudal de emisión.

En general la determinación de la tasa de emisión se basa en la experiencia práctica y sobre las consideraciones de orden práctico de rapidez en la intervención en caso de avería.

En los casos que no se pueda realizar el cálculo de la tasa de emisión se puede determinar de forma aproximada refiriéndose a lo indicado en la siguiente tabla en función de la consideración del técnico proyectista, en función del caudal total  $P_p$  del proceso origen de emisión.

Valoración de la fuente de emisión. $Q_d$	Estimación de la fuente de emisión. $Q_d$
Grande	30% del caudal total $P_p$
Mediano	5% del caudal total $P_p$
Bajo	1% del caudal total $P_p$

**$K_u$ : coeficiente relativo al contenido de humedad del polvo.**

Para determinar el coeficiente relativo al contenido de humedad del polvo se puede utilizar la siguiente tabla:

Contenido de humedad del polvo %	Intervalo del valor del coeficiente	Coficiente $K_u$
Del 40% al 50%	Entre 0,3 y 0,5	0,3
Del 12% al 40%	Entre el 0,5 y el 1,0	0,8
Inferior al 12%	Entre el 1 y 1,2	1,0

## Metodología para la Clasificación de Zonas con Riesgo de Incendio y Explosión debido a polvo combustible

### **$K_{ta}$ : coeficiente relativo al tipo de ambiente, cerrado o abierto**

Para determinar el coeficiente relativo al tipo de ambiente, cerrado o abierto se puede utilizar la siguiente tabla:

Tipo de ambiente	Intervalo del valor del coeficiente	Coficiente $K_{ta}$
Abierto	Entre 0,5 y 0,7	0,5
Abierto con obstáculos	Entre el 0,7 y el 1,0	0,8
Cerrado	Entre el 1 y 1,2	1,0

### **$K_w$ : coeficiente que depende de la velocidad del aire y de la velocidad de sedimentación**

Para determinar el coeficiente que depende de la velocidad del aire y de la velocidad de cimentación se puede utilizar la siguiente tabla:

Condición	Factor multiplicativo $K_w$
$\frac{w}{U_t} > 5$	3
$\frac{w}{U_t} > 3$	2
$\frac{w}{U_t} \leq 3$	1

**Nota:** Es el factor que más contribuye a la extensión de zonas, por ello si como en casos anteriores no conocemos los datos de la sustancia que origina el polvo podemos tomar como factor  $K_w$  el más restrictivo o mayor, que será el de 3.

## Extensión de zonas debido a capas, acumulaciones o depósitos de polvo

Una capa de polvo puede tener suficiente polvo como para producir una atmósfera peligrosa, por ello también se puede realizar el mismo cálculo para determinar la extensión de zonas por capa de polvo que por fuente de escape.

## Ejemplos de aplicación

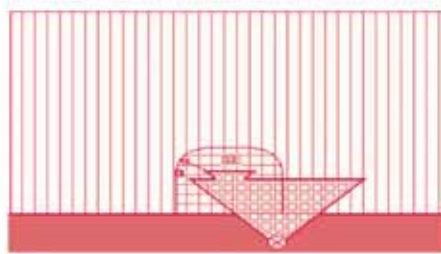
### 3. Ejemplos de aplicación

Estos cálculos se realizan para harina de trigo. Sin embargo pueden ser válidos para cualquier otro tipo de polvo debido a que los únicos factores en los que debemos utilizar las características del polvo son el  $dh$ ,  $Kd$ , y  $Kw$  y si tenemos en cuenta lo siguientes:

- > Que no tenemos sistema de contenedor del polvo en presión,  $dh$  es igual a 1,
- > Si consideramos  $kd$  y  $kw$  el valor más desfavorable.

Los factores que afectan al tipo de polvo son el coeficiente  $Kw$  (entre 1 y 3) y  $Kd$  (entre 0,5 y 1), teniendo en cuenta que ambos factores en los siguientes ejemplos se toma como el más desfavorable, la clasificación de zonas obtenida también será la más desfavorable.

La fórmula que se utiliza  $dz = (do + dh) kd ku kta kw$ . La cota  $a$  es un 20% superior de  $dz$  redondeando al entero superior.

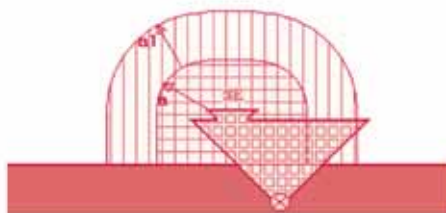


- > Ejemplo de zonas peligrosas originado por el vaciado de contenedores en una tolva sin medios de aspiración polvos, situado en un entorno cerrado donde se prevé la posibilidad de formación de capas de polvo en todo el ambiente.

Presión en el punto de emisión	velocidad del aire	Tipo de ambiente:	Altura de la fuente de emisión	Contenido de humedad del polvo	do	dh	kd	kw	ku	Kta	dz	a
					baja	0,5 m/s	cerrado	< 3 m	<12%	1	0	1

Debido a que existe capas de polvo en todo el ambiente se clasifica todo el local como zona 22

## Metodología para la Clasificación de Zonas con Riesgo de Incendio y Explosión debido a polvo combustible



Presión en el punto de emisión	velocidad del aire	Tipo de ambiente:	Altura de la fuente de emisión	Contenido de humedad del polvo	> Ejemplo de zonas peligrosas originado por el vaciado de contenedores en una tolva sin medios de aspiración polvos, situado en entorno cerrado en el que no está prevista la posibilidad de formación de capas de polvo.							
					do	dh	kd	kw	ku	Kta	dz	a
baja	0,5 m/s	cerrado	< 3 m	<12%	1	0	1	3	1	1	3	4

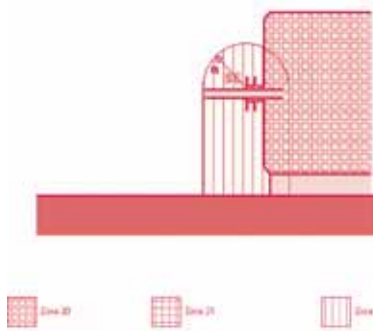
Ya que la emisión se produce en un entorno cerrado, la zona 21 está rodeado por una zona 22 de extensión 1,0 m.



Presión en el punto de emisión	velocidad del aire	Tipo de ambiente:	Altura de la fuente de emisión	Contenido de humedad del polvo	> Ejemplo de zonas peligrosas originado por el vaciado de contenedores en una tolva sin medios de aspiración polvos, situado en un entorno abierto en el que no está prevista la posibilidad de formación de capas de polvo.							
					do	dh	kd	kw	ku	Kta	dz	a
baja	2 m/s	abierto	< 3 m	<12%	1	0	1	3	1	0,5	1,5	2

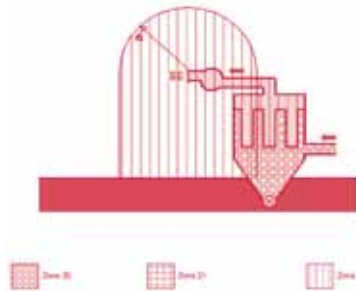
Ya que la emisión se produce en un abierto, la zona 21 No se rodea por una zona 22.

## Ejemplos de aplicación



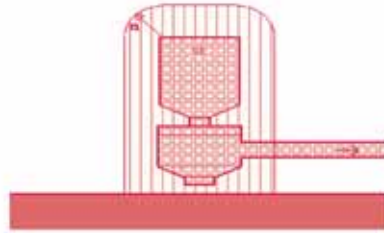
Presión en el punto de emisión	velocidad del aire	Tipo de ambiente:	Altura de la fuente de emisión	Contenido de humedad del polvo	> Ejemplo de zona peligrosa originada por el eje de una máquina a moledora, situado en entorno cerrado o abierto en el que no está previsto la posibilidad de formación de capas de polvo.							
					do	dh	kd	kw	ku	Kta	dz	a
baja	2 m/s	abierto	< 3 m	<12%	1	0	1	3	1	0,5	1,5	2
baja	0,5 m/s	cerrado	< 3 m	<12%	1	0	1	3	1	2	3	4

Si el contenedor está en depresión con una disponibilidad muy buena o buena no originaría zonas peligrosas.



Presión en el punto de emisión	velocidad del aire	Tipo de ambiente:	Altura de la fuente de emisión	Contenido de humedad del polvo	> Ejemplo de zona peligrosa originado por el descargue en entorno cerrado o también abierto, de un filtro dónde el polvo puede ser emitido sólo por el mal funcionamiento o rotura del filtro en el que no está previsto la posibilidad de formación de capas de polvo.							
					do	dh	kd	kw	ku	Kta	dz	a
baja	0,5 m/s	cerrado	3 < h < 20	<12%	1	0,5	1	3	1	1	4,5	5,5

# Metodología para la Clasificación de Zonas con Riesgo de Incendio y Explosión debido a polvo combustible



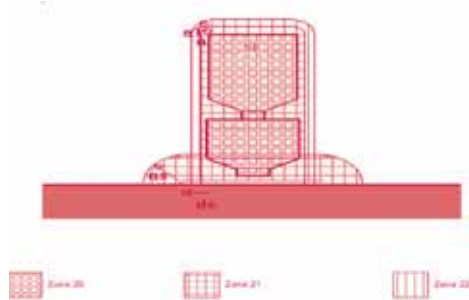
Presión en el punto de emisión	velocidad del aire	Tipo de ambiente:	Altura de la fuente de emisión	Contenido de humedad del polvo	> Ejemplo de zonas peligrosas originado por la descarga de un gran saco provisto de aspiración de polvo en un lugar cerrado o abierto en el que no está prevista la posibilidad de formación de capas de polvo.							
					do	dh	kd	kw	ku	Kta	dz	a
baja	2 m/s	abierto	< 3 m	<12%	1	0	1	3	1	0,5	1,5	2
baja	0,5 m/s	cerrado	< 3 m	<12%	1	0	1	3	1	2	3	4



Presión en el punto de emisión	velocidad del aire	Tipo de ambiente:	Altura de la fuente de emisión	Contenido de humedad del polvo	> Ejemplo de zonas peligrosas originado por la descarga de un gran sin aspiración de polvo en un lugar cerrado en el que no está prevista la posibilidad de formación de capas de polvo.							
					do	dh	kd	kw	ku	Kta	dz	a
baja	0,5 m/s	cerrado	< 3 m	<12%	1	0	1	3	1	1	3	4

Ya que la emisión se produce en un entorno cerrado, la zona 21 está rodeado por una zona 22 de extensión 1,0 m.

## Ejemplos de aplicación

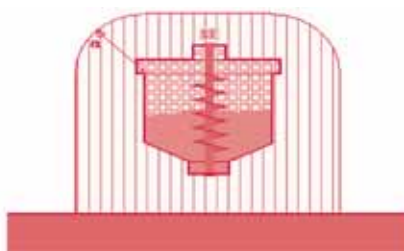


Presión en el punto de emisión	velocidad del aire	Tipo de ambiente:	Altura de la fuente de emisión	Contenido de humedad del polvo	> Ejemplo de zonas peligrosas originado por la descarga de un gran sin aspiración de polvo en un lugar cerrado en el que no está prevista la posibilidad de formación de capas de polvo.							
					do	dh	kd	kw	ku	Kta	dz	a
baja	0,5 m/s	cerrado	< 3 m	<12%	1	0	1	3	1	1	3	4

Ya que la emisión se produce en un entorno cerrado, la zona 21 está rodeado por una zona 22 de extensión 1,0 m.

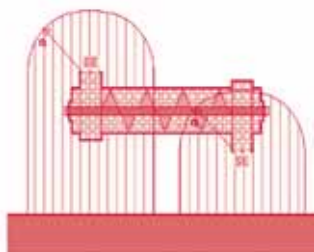
Presión en el punto de emisión	velocidad del aire	Tipo de ambiente:	Altura de la fuente de emisión	Contenido de humedad del polvo								
					do	dh	kd	kw	ku	Kta	dz	a
baja	0,5 m/s	cerrado	< 3 m	<12%	1	0	1	3	1	1	3	4

## Metodología para la Clasificación de Zonas con Riesgo de Incendio y Explosión debido a polvo combustible



Presión en el punto de emisión	velocidad del aire	Tipo de ambiente:	Altura de la fuente de emisión	Contenido de humedad del polvo	> Ejemplo de zonas peligrosas originado por un mezclador situado en entorno cerrado o abierto en el que no está prevista la posibilidad de formación de capas de polvo.							
					do	dh	kd	kw	ku	Kta	dz	a
baja	0,5 m/s	cerrado	3 < h < 20	< 12%	1	0,5	1	3	1	1	4,5	5,5

Si dispusiera de un sistema de depresión no existiría zona peligrosa.



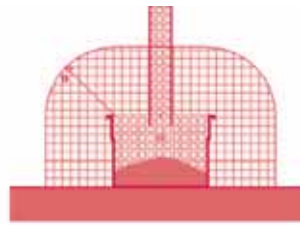
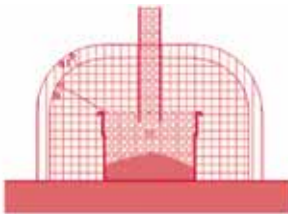
Presión en el punto de emisión	velocidad del aire	Tipo de ambiente:	Altura de la fuente de emisión	Contenido de humedad del polvo	> Ejemplo de zonas peligrosas originado por un transportador de espiral situado en un entorno cerrado o abierto sin posibilidad de formación de capas.							
					do	dh	kd	kw	ku	Kta	dz	a
baja	0,5 m/s	cerrado	< 3 m	< 12%	1	0	1	3	1	1	3	4

## Ejemplos de aplicación



Presión en el punto de emisión	velocidad del aire	Tipo de ambiente:	Altura de la fuente de emisión	Contenido de humedad del polvo	do	dh	kd	kw	ku	Kta	dz	a
					baja	0,5 m/s	cerrado	< 3 m	<12%	1	0	1

> Ejemplo de zona peligrosa originada por un elevador a cangilones situado en entorno cerrado o abierto sin previsión de formación de capas de polvo.

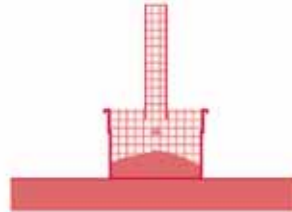
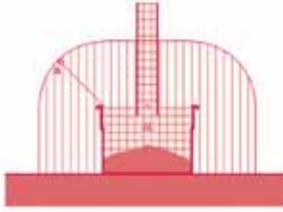


Presión en el punto de emisión	velocidad del aire	Tipo de ambiente:	Altura de la fuente de emisión	Contenido de humedad del polvo	do	dh	kd	kw	ku	Kta	dz	a
					baja	2 m/s	abierto	< 3 m	<12%	1	0	1
baja	0,5 m/s	cerrado	< 3 m	<12%	1	0	1	3	1	2	3	4

> Ejemplo de zona peligrosa originada por una descarga, o también transvase, continuos o frecuente de polvo, en un recipiente abierto con boca de descargue bajo el borde del contenedor situado en entornos abierto y cerrado.

Ya que la emisión se produce en un entorno cerrado, la zona 21 está rodeado por una zona 22 de extensión 1,0 m.

# Metodología para la Clasificación de Zonas con Riesgo de Incendio y Explosión debido a polvo combustible



> Ejemplo de zona peligrosa originada por una descarga, o también transvase, ocasionales, en un recipiente abierto con boca de descargue bajo el borde del contenedor situado en entornos abierto o cerrado.

Presión en el punto de emisión	velocidad del aire	Tipo de ambiente:	Altura de la fuente de emisión	Contenido de humedad del polvo	do	dh	kd	kw	ku	Kta	dz	a
					baja	2 m/s	abierto	< 3 m	<12%	1	0	1
baja	0,5 m/s	cerrado	< 3 m	<12%	1	0	1	3	1	2	3	4



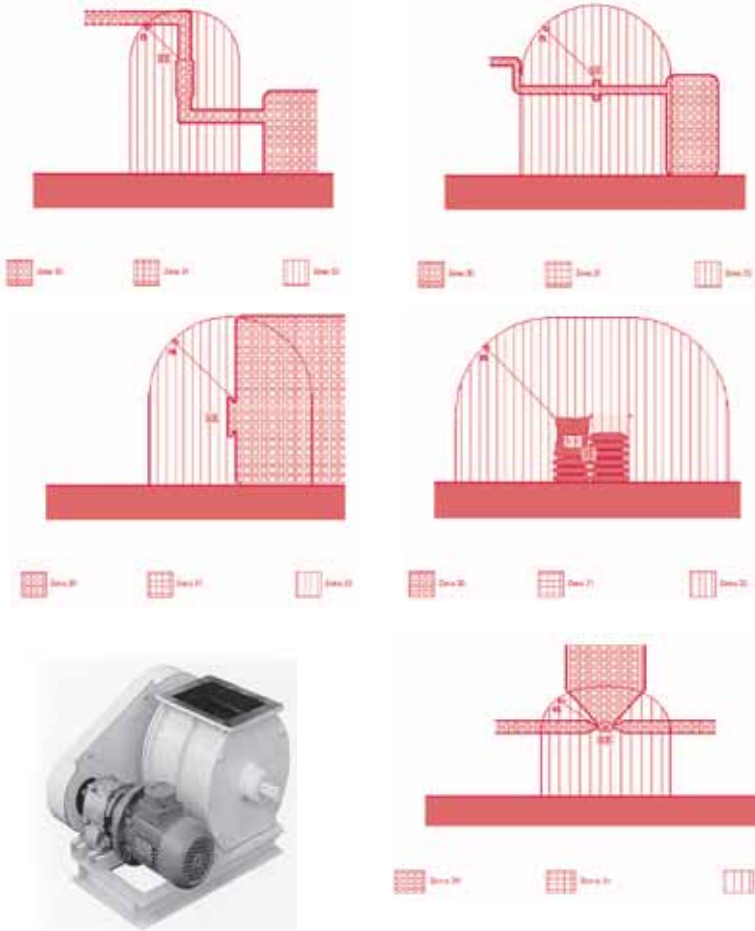
> Ejemplo de zona peligrosa originada por una descarga, o también transvase, continuos o frecuente de polvo, en un recipiente abierto con boca de descargue por encima del borde del contenedor situado en entornos abierto o cerrado.

Presión en el punto de emisión	velocidad del aire	Tipo de ambiente:	Altura de la fuente de emisión	Contenido de humedad del polvo	do	dh	kd	kw	ku	Kta	dz	a
					baja	2 m/s	abierto	< 3 m	<12%	1	0	1
baja	0,5 m/s	cerrado	< 3 m	<12%	1	0	1	3	1	2	3	4

Ya que la emisión se produce en un entorno cerrado, la zona 21 está rodeado por una zona 22 de extensión 1,0 m.

En este ejemplo la cantidad sería elevada si fuera cantidad moderada de polvo en ambiente abierto no existiría tipo de zona 22 alrededor de zona 21.

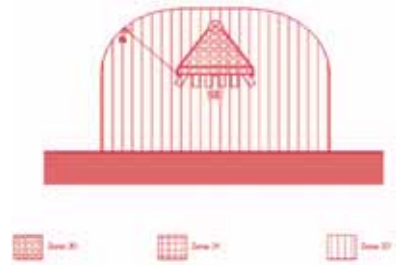
## Ejemplos de aplicación



> Ejemplo de zona peligrosa originado por una manguera de conexión textil, por una brida, por una boca de inspección que no se abre de forma normal, de un almacenamiento de sacos que no dejan filtrar el polvo, y de una válvula situado en entorno cerrado o abierto.

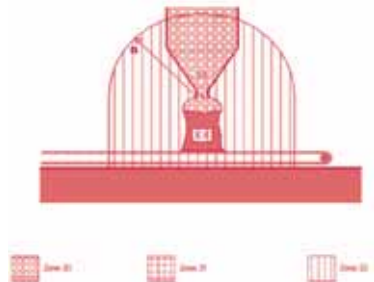
Presión en el punto de emisión	velocidad del aire	Tipo de ambiente:	Altura de la fuente de emisión	Contenido de humedad del polvo	do	dh	kd	kw	ku	Kta	dz	a
					baja	2 m/s	abierto	< 3 m	<12%	1	0	1
baja	0,5 m/s	cerrado	< 3 m	<12%	1	0	1	3	1	2	3	4

## Metodología para la Clasificación de Zonas con Riesgo de Incendio y Explosión debido a polvo combustible



> Ejemplo de zona peligrosa originado por un distribuidor rotativo sitio en entorno cerrado o abierto.

Presión en el punto de emisión	velocidad del aire	Tipo de ambiente:	Altura de la fuente de emisión	Contenido de humedad del polvo	do	dh	kd	kw	ku	Kta	dz	a
					1	0	1	3	1	0,5	1,5	2
baja	2 m/s	abierto	< 3 m	<12%	1	0	1	3	1	0,5	1,5	2
baja	0,5 m/s	cerrado	< 3 m	<12%	1	0	1	3	1	2	3	4



> Ejemplo de zonas peligrosas originado por una ensacadora situado en entorno cerrado o abierto.

Presión en el punto de emisión	velocidad del aire	Tipo de ambiente:	Altura de la fuente de emisión	Contenido de humedad del polvo	do	dh	kd	kw	ku	Kta	dz	a
					1	0	1	3	1	0,5	1,5	2
baja	2 m/s	abierto	< 3 m	<12%	1	0	1	3	1	0,5	1,5	2
baja	0,5 m/s	cerrado	< 3 m	<12%	1	0	1	3	1	2	3	4

### 4. Bibliografía

- RD 681/2003**, de 12 de junio, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo.
- RD 400/1996** Equipos y Sistemas de Protección previstos para su uso en atmósferas potencialmente explosivas.
- RD 842/2002** Reglamento de Baja Tensión. ITC 29 Instalaciones en locales con Riesgo de Incendio y Explosión.
- UNE-EN 61241-10** Material eléctrico para uso en presencia de polvos combustibles. Parte 10: Clasificación de emplazamientos en donde están o pueden estar presentes polvos combustibles.
- CEI 31-56** Guía del Comité Eléctrico Italiano sobre aplicación de la norma UNE 50281-3.



Metodología para la Clasificación  
de Zonas con Riesgo de Incendio  
y Explosión debido a polvo combustible