INVASSAT
Institut Valencià de Seguretat i Salut en el Treball

Utilización de Equipos de Trabajo en Atmósferas Potencialmente Explosivas

Burjassot, 17 de Febrero de 2011.

Juan Carlos Castellanos Alba
Jefe de Sección del INVASSAT

GENERALITAT VALENCIANA
CONSELLERIA D'ECONOMIA, HISENDA I OCUPACIÓ

Contenido

INVASSAT
Institut Valencià de Seguretat i Salut en el Treball

Relación de contenidos:

- Referencia normativa
- Actuaciones previas en ATEX
- Clasificación de zonas
- Requisitos de los Equipos de Trabajo en zonas clasificadas
- Selección de Equipos de Trabajo. Marcado

Referencia Normativa

INVASSAT
Institut Valencià de Seguretat i Salut en el Treball

Legislación laboral:

- Ley 31/1995 LPRL
- RD 1215/1997, de utilización de equipos de trabajo.
- RD 681/2003, sobre atmósferas explosivas.
- RD 614/2001, de riesgo eléctrico.

Seguridad de producto:

- RD 400/1996, relativo a los aparatos y sistemas de protección para uso en atmósferas potencialmente explosivas (traspone Directiva 94/9/CE).

Seguridad industrial:

- ITC-BT 029 del vigente REBT

Referencia Normativa

INVASSAT
Institut Valencià de Seguretat i Salut en el Treball

Otras referencias normativas:

- **UNE-EN 60079-10**. Material eléctrico para atmósferas de gas explosivas. Parte 10: Clasificación de emplazamientos peligrosos
- **Norma CEI 31-35** del Comité Electrotécnico Italiano.
- **UNE-EN 61241-10**. Material eléctrico para uso en presencia de polvo combustible. Parte 10: Clasificación de los lugares donde están o pueden estar presentes polvos combustibles.
- **UNE-EN 1127-1**. Atmósferas explosivas. Prevención y protección contra la explosión.
- **UNE-EN 13463-1**. Equipos no eléctricos destinados a atmósferas potencialmente explosivas

RD 1215/1997

INVASSAT
Institut Valencià de Seguretat i Salut en el Treball

Equipo de trabajo: cualquier máquina, aparato, instrumento o instalación utilizado en el trabajo.

Artículo 3. ***"Obligaciones generales del empresario"***

- **Art. 3.1.a:** *"En cualquier caso el empresario deberá utilizar únicamente equipos que satisfagan cualquier disposición legal o reglamentaria que les sea de aplicación".* *(Entre ellas, el RD 400/96 o el REBT)*
- **Art. 3.2.b:** *"Para la **elección de los equipos** de trabajo el empresario deberá **tener en cuenta** los siguientes factores:…b) **los riesgos existentes** para la seguridad y salud de los trabajadores **en el lugar de trabajo** y, en particular, en los puestos de trabajo, así como los riesgos que puedan derivarse de la presencia o utilización de dichos equipos o agravarse por ellos".*

RD 681/2003

INVASSAT
Institut Valencià de Seguretat i Salut en el Treball

Artículo 1. ***"Objeto y ámbito de aplicación"***

Establecer las disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores que pudieran verse expuestos a riesgos derivados de atmósferas explosivas.

Artículo 2."Definiciones"

"…,se entenderá por **atmósfera explosiva** la mezcla con el aire, en condiciones atmosféricas, de sustancias inflamables en forma de gases, vapores, nieblas o polvos, en la que, tras una ignición, la combustión se propaga a la totalidad de la mezcla no quemada".

RD 681/2003

INVASSAT
Institut Valencià de Seguretat i Salut en el Treball

Artículo 3. "*Prevención de explosiones y protección contra éstas*"

En su deber de prevenir explosiones y de proporcionar una protección contra ellas, el empresario adoptará medidas de carácter técnico y/u organizativo, ***siguiendo un orden de prioridades:***

1. *Impedir la formación de atmósferas explosivas.*
2. *Evitar la ignición de atmósferas explosivas.*
3. *Atenuar los efectos perjudiciales de una explosión de forma que se garantice la seguridad y salud de los trabajadores.*

RD 681/2003

INVASSAT
Institut Valencià de Seguretat i Salut en el Treball

Artículo 4. "Evaluación de los riesgos de explosión"

"…, el empresario evaluará los riesgos específicos derivados de las atmósferas explosivas, teniendo en cuenta, al menos:

a. La probabilidad de formación y la duración de **atmósferas explosivas**.
b. La probabilidad de la presencia y activación de **focos de ignición**, incluidas las descargas electrostáticas.
c. Las instalaciones, las sustancias empleadas, los procesos industriales y sus posibles interacciones.
d. Las proporciones de los efectos previsibles".

RD 681/2003

INVASSAT
Institut Valencià de Seguretat i Salut en el Treball

Artículo 7. "Áreas en las que pueden formarse atmósferas explosivas"

*"El empresario deberá **clasificar en zonas**, con arreglo al **anexo I**, las áreas en las que pueden formarse atmósferas explosivas.*

Anexo I. "Clasificación de las áreas en las que pueden formarse atmósferas explosivas".

*El empresario deberá garantizar, en dichas áreas, la aplicación de las disposiciones mínimas del **anexo II**".*

Anexo II:

A. **Disposiciones mínimas destinadas a mejorar la seguridad y la protección de la salud de los trabajadores potencialmente expuestos a atmósferas explosivas.**
B. **Criterios para la elección de los aparatos y sistemas de protección**

RD 681/2003

INVASSAT
Institut Valencià de Seguretat i Salut en el Treball

Anexo I: "Clasificación de las áreas en las que pueden formarse atmósferas explosivas"

Las áreas de riesgo se clasificarán en zonas teniendo en cuenta la frecuencia con que se produzcan atmósferas explosivas y su duración

- **Zona 0** : área de trabajo en la que una atmósfera explosiva consistente en una mezcla con aire de sustancias inflamables en forma de gas, vapor o niebla **está presente de modo permanente, o por un período de tiempo prolongado, o con frecuencia**.
- **Zona 1 :** área de trabajo en la que **es probable**, en condiciones normales de explotación, **la formación ocasional** de una atmósfera explosiva consistente en una mezcla con aire de sustancias inflamables en forma de gas, vapor o niebla.
- **Zona 2 :** área de trabajo en la que **no es probable**, en condiciones normales de explotación, la formación de una atmósfera explosiva consistente en una mezcla con aire de sustancias inflamables en forma de gas, vapor o niebla o en la que, **en caso de formarse**, dicha atmósfera explosiva **sólo permanece durante breves períodos de tiempo.**

Para atmósferas explosivas en forma de nube de polvo combustible:

Zona 20 (= Zona 0) **Zona 21** (= Zona 1) **Zona 22** (= Zona 2)

RD 400/1996

INVASSAT
Institut Valencià de Seguretat i Salut en el Treball

Traspone la Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo 94/9/CE, relativa a los aparatos y sistemas de protección para uso en atmósferas potencialmente explosivas.

Se entiende por **aparato:** las **máquinas**, los materiales, los dispositivos fijos o móviles, los órganos de control y la instrumentación, los sistemas de detección y prevención que, solos o combinados, se destinan a la producción, transporte, almacenamiento, medición, regulación, conversión de energía y transformación de materiales y que, por las fuentes potenciales de ignición que los caracterizan, pueden desencadenar una explosión.

RD 400/1996

INVASSAT
Institut Valencià de Seguretat i Salut en el Treball

Establece grupos y categorías de aparatos:

- **Grupo I** : aquellos destinados a trabajos subterráneos en las minas y en las partes de sus instalaciones de superficie, en las que puede haber peligro debido al grisú y/o polvo combustible.
  - **Categorías M1 y M2** (Definidas en Anexo I)
- **Grupo II** : aquellos destinados al uso en otro lugares en los que puede haber peligro de formación de atmósferas explosivas.
  - **Categoría 1**: aparatos diseñados para poder funcionar dentro de los parámetros operativos fijados por el fabricante y asegurar un nivel de protección muy alto.
  - **Categoría 2** : aparatos diseñados para poder funcionar en las condiciones prácticas fijadas por el fabricante y asegurar un nivel alto de protección.
  - **Categoría 3** : aparatos diseñados para poder funcionar en las condiciones prácticas fijadas por el fabricante y asegurar un nivel normal de protección.

RD 400/1996

INVASSAT
Institut Valencià de Seguretat i Salut en el Treball

Como todo texto legal de puesta en servicio y comercialización en la UE:

Establece las condiciones de comercialización de aparatos y sistemas de protección.

Obliga al cumplimiento de los requisitos esenciales de seguridad y salud que figuran en el Anexo II, que les sean aplicables.

Establece los procedimientos de evaluación de la conformidad, en función del grupo del aparato y la categoría.

Determina como debe llevarse a cabo el marcado CE

MI ITC-BT-029

Inst. Eléctricas en locales con riesgo de incendio o explosión

INVASSAT
Institut Valencià de Seguretat i Salut en el Treball

Objeto: especificar las **reglas de diseño, ejecución, explotación, mantenimiento y reparación de las instalaciones eléctricas** en emplazamientos en los que existe riesgo de explosión o incendio debido a la presencia de sustancias inflamables para que dichas instalaciones y sus equipos no puedan ser, dentro de los límites razonables, la causa de inflamación de dichas sustancias.

Fundamento de seguridad: empleo de equipamiento construido y seleccionado de acuerdo a ciertas reglas, así como en la adopción de medidas de seguridad especiales de instalación, inspección, mantenimiento y reparación.

MI ITC-BT-029

Inst. Eléctricas en locales con riesgo de incendio o explosión

INVASSAT Institut Valencià de Seguretat i Salut en el Treball

Clasificación de emplazamientos:

- **Clase I:** Aquellos en los que hay o puede haber gases, vapores o nieblas en cantidad suficiente para producir atmósferas explosivas o inflamables.
  - **Zona 0, Zona 1 ó Zona 2**
- **Clase II:** emplazamientos en los que hay o puede haber polvo inflamable.
  - **Zona 20, Zona 21 ó Zona 22**

Establece:

- **Requisitos de los equipos**
- **Prescripciones generales: Condiciones generales, documentación y mantenimiento y reparación.**
- **Selección de equipos de la clase I y de la clase II**
- **Sistemas de cableado.**

ACTUACIONES PREVIAS EN ATEX

INVASSAT Institut Valencià de Seguretat i Salut en el Treball

Procedimiento para la eliminación y/o minimización y control del riesgo:

1. **Eliminar la fuente ATEX.** Antes de clasificar por zonas se debe analizar si es posible eliminar la fuente de origen de gas inflamable a través de un rediseño de la instalación o por la sustitución de un producto o sustancia peligrosa por otra.

Si se consigue → zona no peligrosa

Si no es posible → Se deben clasificar las zonas

ACTUACIONES PREVIAS EN ATEX

INVASSAT
Institut Valencià de Seguretat i Salut en el Treball

2. Eliminación de fuentes de ignición. Si la formación de la atmósfera ATEX no puede impedirse (o no del todo), una vez clasificado en zonas el emplazamiento, se debe intentar eliminar de la misma las fuentes de ignición:

- Chispas
- Arcos y centelleos de origen eléctrico
- Descargas electrostáticas
- Ondas electromagnéticas
- Radiación ionizante
- Superficies calientes
- Llamas y gases calientes
- Chispas de origen mecánico
- Radiación óptica
- Llamas de origen químico
- Compresión

Un elemento definitorio de "Aparato" a efectos del RD 400/96 es que debe tener su propia fuente de ignición

ACTUACIONES PREVIAS EN ATEX

INVASSAT
Institut Valencià de Seguretat i Salut en el Treball

3. Riesgo controlado (aceptable).

Cuando no pueden eliminarse (o solo parcialmente) las fuentes de escape y las fuentes de ignición, **la seguridad se basa en la baja probabilidad** de que coincida fuente de ignición con la atmósfera ATEX.

Esto se consigue eligiendo el material eléctrico y no eléctrico en función de la clasificación de zonas, para que cumplan las prescripciones de seguridad que prevé el RD 400/1996.

CLASIFICACIÓN DE ZONAS

INVASSAT
Institut Valencià de Seguretat i Salut en el Treball

Para la clasificación de zonas recurrimos a la norma **UNE-EN 60079-10** sobre **Material eléctrico para atmósferas de gas explosivas. Parte 10: Clasificación de emplazamientos peligrosos.**

No obstante, el método que propone la norma requiere del conocimiento de ciertos parámetros que no aporta dicha norma. Es por ello por lo que se recurre a la **Guía CEI 31-35** del Comité Electrotécnico Italiano.

Un tratamiento paralelo podría realizarse para el caso de atmósferas explosivas debidas a polvo combustible. En este caso debería recurrirse a la norma UNE-EN 61241-10 **Material eléctrico para uso en presencia de polvo combustible. Parte 10: Clasificación de los lugares donde están o pueden estar presentes polvos combustibles.**

Fuente: "Metodología de clasificación de zonas con riesgo de incendio y explosión".
Marcelino Herrero Sinovas. www.seguridadindustrial.org

CLASIFICACIÓN DE ZONAS

INVASSAT
Institut Valencià de Seguretat i Salut en el Treball

Etapas generales para la clasificación:

1. **DETERMINAR LAS FUENTES Y GRADO DE ESCAPE.** La norma UNE-EN 60079-10 no indica la tasa de emisión ni los posibles orificios de escape. Por ello acudimos a la norma CEI 31-35 que no solo nos indica el posible orificio sino que también la tasa de emisión en función de una serie de parámetros.
2. **DETERMINAR EL GRADO DE VENTILACIÓN.** La norma UNE-EN 60079-10 no determina los parámetros sobre Vz y t para determinar el grado de ventilación por lo que debemos recurrir de nuevo a la norma CEI 31-35.
3. **DETERMINAR LA DISPONIBILIDAD DE LA VENTILACIÓN.** La define la norma UNE-EN 60079-10.
4. **DETERMINACIÓN DEL TIPO DE ZONA.** La determina la norma UNE-EN 60079-10 en función del grado de la fuente de emisión, el grado de ventilación y la disponibilidad de la misma.
5. **CALCULAR LA EXTENSIÓN DE LA ZONA.** La norma UNE-EN 60079-10 no indica fórmulas para determinar con exactitud la extensión de zonas. Por ello volvemos a recurrir a la norma CEI 31-35

FUENTES DE ESCAPE Y SU GRADO

INVASSAT
Institut Valencià de Seguretat i Salut en el Treball

Fuente de escape: Punto o lugar desde el cual se puede escapar a la atmósfera gas, vapor o líquido inflamables de tal forma que se pueda formar una atmósfera explosiva.

Grados:

- **Grado de escape continuo:** Se produce de forma continua o presumiblemente durante largos períodos. Por ejemplo la superficie de un líquido inflamable en un depósito abierto a la atmósfera ó un venteo libre a la atmósfera.
- **Grado de escape primario:** Se produce presumiblemente de forma periódica u ocasionalmente durante el funcionamiento normal. Por ejemplo sellos de bombas, válvulas donde se prevé fugas en condiciones normales, drenajes de recipientes que contienen líquidos inflamables, etc.
- **Grado de escape secundario:** Es un escape que no se prevé en condiciones normales de funcionamiento y si se produce es probable que ocurra infrecuentemente y en períodos de corta duración. Por ejemplo bridas, uniones, sellos y otros accesorios donde NO se esperan fugas en condiciones normales.

GRADO DE VENTILACIÓN

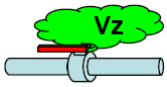
INVASSAT
Institut Valencià de Seguretat i Salut en el Treball

Lugares	V_z	X_m%	t (seg)	Grado
cerrados	<0,1 m^3	Cualquiera	Cualquiera	**Alto**
	>0,1m^3	$X_m\% \leq \frac{k \cdot LEL_{máx}\%vol}{f}$	t<30 min.	**Medio**
	>0,1m^3	$X_m\% > \frac{k \cdot LEL_{máx}\%vol}{f}$	cualquiera	**Bajo**
abiertos	<0,1 m^3	Cualquiera	Cualquiera	**Alto**
	>0,1m^3	Cualquiera	Cualquiera	**Medio**

Vz se define como el volumen peligroso teóricamente calculado.
Xm% es la concentración de gas peligroso en un lugar lejano de la fuente de escape.
t es el tiempo que tarda en dispersarse el volumen peligroso una vez ha cesado la fuente de escape

GRADO DE VENTILACIÓN
Cálculo de Vz según UNE-EN 60079-10

INVASSAT
Institut Valencià de Seguretat i Salut en el Treball



Donde:

- **f**: es un factor de ventilación de 1 a 5
- **C_o**: renovaciones del local (S^{-1})
- **Q_{min}**: cantidad de aire fresco para diluir el escape

AHORA DEBEMOS CALCULAR Q_{min}

Ambientes cerrados.

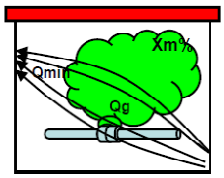
$$Vz = \frac{f \times Q\min}{C_0}$$

Ambientes abiertos.

$$Vz = \frac{f \times Q\min}{0,03}$$

GRADO DE VENTILACIÓN
Cálculo de Q_{min} según UNE-EN 60079-10

INVASSAT
Institut Valencià de Seguretat i Salut en el Treball



$$Q\min. = \frac{Q\max \times T}{K \times LIE \times 293}$$

Donde:

Q_{min} cantidad de aire fresco para diluir el escape.

Q máx es la tasa máxima de escape de la fuente (Masa por unidad de tiempo, kg/s);

LIE es el límite inferior de explosión (masa por unidad de volumen, kg/m3); **k** es un factor de seguridad aplicado al LIE, normalmente: k = 0,25 (grados de escape continuo y primario) k = 0,5 (grado de escape secundario);

T es la temperatura ambiente (en grados Kelvin).

FALTA DETERMINAR $Q_{máx}$ SEGÚN CEI 31-35

GRADO DE VENTILACIÓN
Cálculo de $Q_{máx}$ según CEI 31-35

INVASSAT
Institut Valencià de Seguretat i Salut en el Treball

Emisiones gaseosas

$$Q_g = \varphi \cdot c \cdot A \cdot \left[\gamma \left(\frac{2}{\gamma + 1} \right)^{\beta} \right]^{0,5} \cdot \frac{P}{\left(R \frac{T}{M} \right)^{0,5}}$$

$$\beta = \frac{\gamma + 1}{\gamma - 1}$$

$$\varphi = \left(\frac{P_a}{P} \right)^{\frac{1}{\gamma}} \cdot \left[1 - \left(\frac{P_a}{P} \right)^{\frac{\gamma - 1}{\gamma}} \right]^{0,5} \cdot \left[\left(\frac{2}{\gamma - 1} \right) \cdot \left(\frac{\gamma + 1}{2} \right)^{\beta} \right]^{0,5}$$

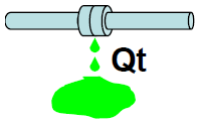
Donde:
Q_g tasa de emisión de gas en Kg/s
Φ=1 en el caso más desfavorable
C es un coeficiente de emisión del gas que da el constructor; ó bien para válvulas de seguridad= 0,97; en los demás casos en general = 0,8.
A sección del orificio de emisión o superficie de un charco o área de evaporación. En mm².
γrelación de calores específicos = Cp/Cv (índice de expansión).
R constante universal de los gases = 8314 J/KmolºK
T temperatura absoluta de escape en ºK
M masa molar en Kg/Kmol
P presión absoluta al interior del sistema de contención en el punto de emisión en Pa

GRADO DE VENTILACIÓN
Cálculo de $Q_{máx}$ según CEI 31-35

INVASSAT
Institut Valencià de Seguretat i Salut en el Treball

Emisiones de líquido inflamable a presión

$$Qt = c \cdot A \cdot \left(2 \cdot \rho_{liq} \cdot \left(P - P_a \right) \right)^{0,5}$$



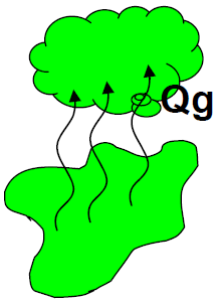
Donde:
Q_t tasa de emisión de gas en Kg/s
C es un coeficiente de emisión del gas que da el constructor; ó bien para válvulas de seguridad= 0,97; en los demás casos en general = 0,8.
A sección del orificio de emisión o superficie de un charco o área de evaporación. En mm².
ρ densidad de la masa líquida, Kg/m³
R constante universal de los gases = 8314 J/KmolºK
T temperatura absoluta de escape en ºK
P presión absoluta al interior del sistema de contención en el punto de emisión en Pa
Pa presión atmosférica 101300 Pa

GRADO DE VENTILACIÓN
Cálculo de $Q_{máx}$ según CEI 31-35

INVASSAT
Institut Valencià de Seguretat i Salut en el Treball

$$Q_g = A \cdot 2 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{W}{f} \cdot r_{eq}^{-0,11} \cdot \frac{M \cdot P_a}{R \cdot T} \cdot \ln\left(1 + \frac{P_v}{P_a - P_v}\right)$$

Emisiones de un charco de líquido inflamable



Donde:
Q_g tasa de emisión de gas en Kg/s.
W velocidad del aire en m/s.
f factor de eficacia de la ventilación de 1 a 5
A sección del orificio de emisión o superficie de un charco o área de evaporación. En mm².
r_{eq} radio equivalente del charco de cualquier forma.
M masa molecular en Kg/Kmol
R constante universal de los gases = 8314 J/KmolºK
T temperatura absoluta de escape en ºK
Pa presión atmosférica 101300 Pa
P_v presión (tensión) de vapor de la sustancia inflamable en Pa

GRADO DE VENTILACIÓN
Cálculo de $Q_{máx}$ según CEI 31-35

INVASSAT
Institut Valencià de Seguretat i Salut en el Treball

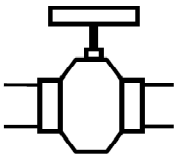
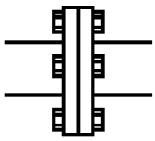
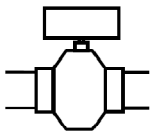
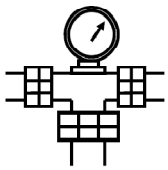
PRESIÓN RELATIVA bar	GAS PROPANO Tasa emisión Kg/s 10^{-3}	φ	GAS METANO Tasa emisión Kg/s 10^{-3}	φ
0,25	1,3	0,858	0,725	0.827
0,5	1,8	0,98	1	0,962
0,75	2,1	1	1,21	0,997
1	2,4	1	1,4	1
1,25	2,8	1	1,68	1
1,75	3,4	1	1,91	1
2,0	3,7	1	2,08	1
3	4,94	1	2,78	1
5	7,04	1	4,17	1
10	13,1	1	7,6	1
20	25,8	1	14,5	1
30	38,2	1	21,5	1
50	62,8	1	35,3	1
100	124	1	70	1

Ejemplos de emisión de una sustancia gaseosa: Tª sust. 20ºC; Tªamb 20ºC y orificio 5 mm²

GRADO DE VENTILACIÓN
Cálculo de $Q_{máx}$ según CEI 31-35

INVASSAT
Institut Valencià de Seguretat i Salut en el Treball

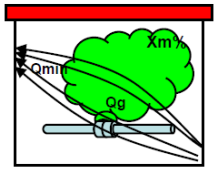
Determinación de **A**: CEI 31-35. (valores indicativos del área de fuga)

Válvulas Manuales	Bridas	Válvulas Automáticas:	Empalmes:
			
D<150 mm. A=0,25 mm²	Junta de fibra: Ambiente vigilado A=2,5 mm² Ambiente no vigildado A=5 mm² Junta espirometálica A=0,25 mm² Junta metálica A=0,5 mm²	D<150 mm. A=1 mm²	D<150 mm. A=0,25 mm²

GRADO DE VENTILACIÓN
Cálculo de Xm% según CEI 31-35

INVASSAT
Institut Valencià de Seguretat i Salut en el Treball

Este dato está recogido de la Guía CEI 31-35 y se calcula mediante la expresión siguiente:



$$Xm\% = \frac{Q_g}{Q_a x \rho_{gas}} x100$$

Donde:

Xm% que es la concentración de gas peligroso en un lugar lejano de la fuente de escape.

Q_g emisión de gas Kg/s;

Q_a caudal de aire fresco m^3/s,

ρ = densidad de la masa , kg/m^3

GRADO DE VENTILACIÓN
Cálculo de t según UNE-EN 60079-10

INVASSAT
Institut Valencià de Seguretat i Salut en el Treball

$$t = \frac{-f}{C} \ln \frac{LIE \times K}{X_0}$$

Donde:
t: es el tiempo de dispersión de la atmósfera peligrosa una vez ha cesado la fuente de emisión.

X_0: es la concentración inicial de sustancia inflamable expresada en las mismas unidades que el LIE, es decir en % en volumen o en Kg/m^3. En la práctica, según menciona la Guía CEI 31-35 se toma como **X_0= 50%**.

C es el número de cambios de aire fresco en la unidad de tiempo s^{-1}

f es un factor que toma en cuenta el hecho de que la mezcla no es perfecta. Varía desde 5 para una ventilación con entrada de aire a través de una rendija y una simple abertura de descarga hasta el valor 1 para ventilaciones con entrada de aire a través de un techo perforado y con múltiples escapes.

K es un factor de seguridad aplicado al LIE entre 0,25 y 0,5

GRADO DE VENTILACIÓN

INVASSAT
Institut Valencià de Seguretat i Salut en el Treball

Lugares	V_z	X_m%	t (seg)	Grado
cerrados	<0,1 m^3	Cualquiera	Cualquiera	**Alto**
	>0,1m^3	$X_m\% \leq \frac{k \cdot LEL_{máx}\%vol}{f}$	t<30 min.	**Medio**
	>0,1m^3	$X_m\% > \frac{k \cdot LEL_{máx}\%vol}{f}$	cualquiera	**Bajo**
abiertos	<0,1 m^3	Cualquiera	Cualquiera	**Alto**
	>0,1m^3	Cualquiera	Cualquiera	**Medio**

DISPONIBILIDAD DE LA VENTILACIÓN

INVASSAT
Institut Valencià de Seguretat i Salut en el Treball

Se obtiene directamente de la UNE-EN 60079-10.

Muy Buena: La ventilación existe de forma prácticamente permanente. Una ventilación muy buena requeriría normalmente, en caso de avería, el arranque automático de las soplantes de reserva.

Buena: La ventilación se espera que exista durante el funcionamiento normal. Las interrupciones se permiten que se produzcan de forma poco frecuente y por cortos períodos.

Mediocre: La ventilación no cumple los criterios de ventilación muy buena o buena, pero no se espera que haya interrupciones prolongadas.

DETERMINACIÓN DEL TIPO DE ZONA

INVASSAT
Institut Valencià de Seguretat i Salut en el Treball

Calculado el grado de emisión, el grado de ventilación y la disponibilidad de ventilación determinamos el tipo de zona en la siguiente tabla que da la norma UNE-EN 60079-10

Grado de la emisión	Grado de la ventilación						
	Alto			Medio			Bajo
	Disponibilidad de la ventilación						
	MUY BUENA	BUENA	MEDIOCRE	MUY BUENA	BUENA	MEDIOCRE	MUY BUENA, BUENA O MEDIOCRE
Continuo	Zona 0 ED Zona no peligrosa (1)	Zona 0 ED Zona 2(1)	Zona 0 ED Zona1(1)	Zona 0	Zona 0 + Zona 2	Zona 0 + Zona 1	Zona 0
primario	Zona 1 ED Zona no peligrosa (1)	Zona 1 ED Zona 2(1)	Zona 1 ED Zona 2(1)	Zona 1	Zona 1 + Zona 2	Zona 1 + Zona 2	Zona 1 o Zona 0 (3)
Secundario(2)	Zona 2 ED Zona no peligrosa (1)	Zona 2 ED Zona no peligrosa (1)	Zona 2	Zona 2	Zona 2	Zona 2	Zona 1 E igual Zona 0(3)

EXTENSIÓN DE ZONAS

INVASSAT
Institut Valencià de Seguretat i Salut en el Treball

Determinadas las zonas y clasificadas, falta por determinar cuál es la **extensión** de cada una de ellas para conseguir una clasificación dimensional de las mismas.

Para ello, una vez más se recurre a expresiones provenientes de la **mecánica de fluidos** que vienen recogidas en la norma **guía CEI 31-35**.

Se estudian a continuación los tres casos más habituales:

- Fuente de emisión en **régimen subsónico**: caso típico de una emisión por venteo.
- Fuente de emisión **sónica**: caso típico de un escape de gas por una brida.
- Fuente de emisión producido por un **charco inflamable**: caso típico de un derrame accidental.

EXTENSIÓN DE ZONAS

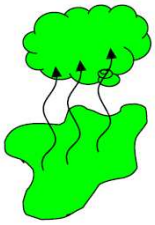
INVASSAT
Institut Valencià de Seguretat i Salut en el Treball

FUENTE DE EMISIÓN	AMBIENTES ABIERTOS AMBIENTES CERRADOS se multiplica por Kz $k_z = 0{,}9 \cdot e^{\frac{76 \cdot Xm\%}{M \cdot LEL\%vol}}$
Elementos del sistema de contención. Subsónico 	$dz = \left(\frac{42300 \times Q_g \times f}{M \times LIE\%vol \times w} \right)^{0,55} \times 1.2$
Elementos del sistema de contención. Sónico 	$d_z = 16,5(P \times 10^{-5})^{0,5} \times M^{-0,4} \left(\frac{LIE\%vol}{100} \right)^{-1} \times A^{0,5} \times 1,5$

EXTENSIÓN DE ZONAS

INVASSAT
Institut Valencià de Seguretat i Salut en el Treball

Charco de líquido inflamable.



$$d_z = (P_v \cdot 10^{-5})^a \cdot M^b (LIE\%vol)^c \cdot A^d (4 - W)$$

		a	b	c	d
$P_v \leq 2 \cdot 10^4$ Pa ($P_v \leq 0{,}2$ bar)	w = 0,5 m/s	0,26	- 0,20	- 0,25	0,67
$P_v > 2 \cdot 10^4$ Pa ($P_v > 0{,}2$ bar)	w = 0,5 m/s	0,10	- 0,10	- 0,26	0,70

EXTENSIÓN DE ZONAS

INVASSAT
Institut Valencià de Seguretat i Salut en el Treball

dz distancia de la zona peligrosa.

e base logarítmica;

Xm% Concentración media de sustancia peligrosa.

LIE%vol límite inferior de Explosividad..

A = sección del orificio de emisión o superficie de un charco o área de evaporación de la superficie libre de un líquido en un recipiente. $mm^{2.}$

W = velocidad del aire, m/s;

f = factor de eficacia de la ventilación de 1 a 5.

r_{eq} = radio equivalente del charco de cualquier otra forma, m;

M= masa molecular, Kg/kmol;

Pa presión atmosférica =101 300 Pa; 2,513 bar.

R= constante universal de los gas = 8314 J/kmol K;

T= temperatura absoluta de escape, ºk;

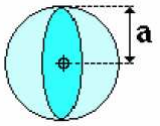
Pv = presión (tensión) de vapor de la sustancia inflamable, Pa;

EXTENSIÓN DE ZONAS

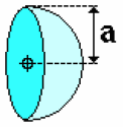
INVASSAT
Institut Valencià de Seguretat i Salut en el Treball

Forma de la zona peligrosa

- Cuando no es conocida la dirección de la emisión, a favor de la seguridad se asume una esfera de radio a=1,2dz y centro la fuente de emisión.



- Cuando una de las direcciones de emisión es entorpecida (p.e. un muro) se asume una semiesfera de radio a y centro la fuente de emisión

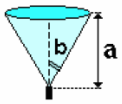


EXTENSIÓN DE ZONAS

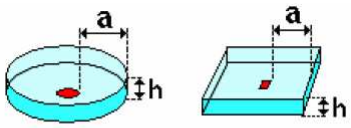
INVASSAT
Institut Valencià de Seguretat i Salut en el Treball

Forma de la zona peligrosa

- Cuando es conocida la dirección de la emisión (p.e. una válvula de seguridad) se asume como forma un cono de altura a y ángulo de apertura oportuno.



- Para el caso de un charco, a favor de la seguridad, se asume que la zona peligrosa se extiende, desde el borde del charco, la distancia a en todas las direcciones. Verticalmente se suele dar como bueno un valor de H = ¼ a



$$h = \frac{1}{4} a$$

REQUISITOS DE EQUIPOS DE TRABAJO EN ATEX

INVASSAT
Institut Valencià de Seguretat i Salut en el Treball

En primer lugar, procede analizar qué indicaciones da la reglamentación de referencia en relación con la utilización de equipos de trabajo en ATEX, ya que éstas deberán ser tenidas en cuenta a la hora de seleccionar y utilizar dichos equipos en dichas atmósferas.

Legislación laboral:
- RD 1215/1997, de utilización de equipos de trabajo.
- RD 681/2003, sobre atmósferas explosivas.

Seguridad de producto:
- RD 400/1996, relativo a los aparatos y sistemas de protección para uso en atmósferas potencialmente explosivas (traspone Directiva 94/9/CE).

Seguridad industrial:
- ITC-BT 029 del vigente REBT

REQUISITOS DE EQUIPOS DE TRABAJO EN ATEX

INVASSAT
Institut Valencià de Seguretat i Salut en el Treball

El RD 1215/1997

Anexo I, Apartado 1, pto. 15: *"Todo equipo de trabajo deberá ser adecuado para **prevenir el riesgo de explosión**, tanto del equipo de trabajo como de las sustancias producidas, utilizadas o almacenadas por éste".*

Anexo II, Apartado 1, pto. 11: *"En ambientes especiales tales como,…, atmósferas explosivas,…, **no se emplearán** equipos de trabajo que en **dicho entorno supongan un peligro** para la seguridad de los trabajadores".*

REQUISITOS DE EQUIPOS DE TRABAJO EN ATEX

INVASSAT
Institut Valencià de Seguretat i Salut en el Treball

El RD 681/2003

Anexo II.B : "Criterios para la elección de los aparatos y sistemas de protección".

Siempre que el **Documento de Protección Contra Explosiones, basado en una evaluación de riesgos,** no disponga otra cosa:

"En todas las áreas en que puedan formarse atmósferas explosivas deberán utilizarse aparatos y sistemas de protección con arreglo a las categorías fijadas en el RD 400/1996, que traspone la Directiva de Parlamento Europeo y del Consejo 94/9/CE, relativa a los aparatos y sistemas de protección para uso en atmósferas potencialmente explosivas"

REQUISITOS DE EQUIPOS DE TRABAJO EN ATEX

INVASSAT
Institut Valencià de Seguretat i Salut en el Treball

Concretamente, para las zonas indicadas deberán utilizarse las siguientes categorías de aparatos:

- En **Zona 0 o Zona 20**: aparatos de la **Categoría 1**
- En **Zona 1 o en Zona 21**: aparatos de las **Categorías 1 ó 2**
- En **Zona 2 ó en Zona 22**: aparatos de las **Categorías 1, 2 ó 3**

REQUISITOS DE EQUIPOS DE TRABAJO EN ATEX

INVASSAT
Institut Valencià de Seguretat i Salut en el Treball

Es el RD 400/1996 el que establece grupos y categorías de aparatos:

- **Grupo I** : aquellos destinados a trabajos subterráneos en las minas y en las partes de sus instalaciones de superficie, en las que puede haber peligro debido al grisú y/o polvo combustible.
  - **Categorías M1 y M2** (Definidas en Anexo I)
- **Grupo II** : aquellos destinados al uso en otro lugares en los que puede haber peligro de formación de atmósferas explosivas.
  - **Categoría 1**: aparatos diseñados para poder funcionar dentro de los parámetros operativos fijados por el fabricante y asegurar un nivel de protección muy alto.
  - **Categoría 2** : aparatos diseñados para poder funcionar en las condiciones prácticas fijadas por el fabricante y asegurar un nivel alto de protección.
  - **Categoría 3** : aparatos diseñados para poder funcionar en las condiciones prácticas fijadas por el fabricante y asegurar un nivel normal de protección.

REQUISITOS DE EQUIPOS DE TRABAJO EN ATEX

INVASSAT
Institut Valencià de Seguretat i Salut en el Treball

Nos podemos encontrar tres situaciones:

1. Equipos que cumplen con el RD 400/1996: aplicamos las categorías a las distintas zonas clasificadas.
2. Equipos que no cumplen el RD 400/1996, pero que ya estaban en el centro de trabajo antes del 30 de junio de 2003. El RD 400/1996, en su disposición transitoria única, admite la comercialización y puesta en servicio de aparatos y sistemas de protección conforme a la reglamentación Nacional existente a 23 de marzo de 1994. Normalmente estos equipos dispondrán de certificados de conformidad europeos con arreglo a la Directiva de Viejo Enfoque 76/117/CEE
3. Equipos que no entran en el ámbito de aplicación del RD 400/1996.

REQUISITOS DE EQUIPOS DE TRABAJO EN ATEX

INVASSAT
Institut Valencià de Seguretat i Salut en el Treball

No obstante, la **Disposición Adicional Única permite la continuidad del uso de aparatos no conformes al RD 400/1996** si ya se estaban utilizando antes del 30 de junio de 2003. Es decir no les sería de aplicación el Anexo II B (Criterios para la elección de los aparatos y sistemas de protección), **a condición de que**:

- Se evalúen los riesgos que conllevaría su utilización en el lugar donde puedan formarse atmósferas potencialmente explosivas.
- **Cumplan**, **a partir de dicha fecha**, el **Anexo II parte A**: "Disposiciones mínimas destinadas a mejorar la seguridad y la protección de la salud de los trabajadores potencialmente expuestos a atmósferas explosivas". (**Medidas Organizativas**: formación e información, instrucciones y permisos de trabajo. **Medidas de Protección contra Explosiones**)
- Cumplan cualquier otra reglamentación que les pudiera ser de aplicación, p.e.) la ITC MI-BT 029.

REQUISITOS DE EQUIPOS DE TRABAJO EN ATEX

INVASSAT
Institut Valencià de Seguretat i Salut en el Treball

Además, el **apartado 2.4. del Anexo IIA** indica:

La instalación, los aparatos, los sistemas de protección y sus correspondientes dispositivos de conexión sólo se podrán en funcionamiento si el **DPCE** indica que pueden usarse con seguridad en una atmósfera explosiva.

(Art.8.e y f) El LPCE debe reflejar que los equipos de trabajo están diseñados y se utilizan y mantienen teniendo debidamente en cuenta la seguridad y que se han adoptado las medidas necesarias, de conformidad con el RD 1215/1997, para que los equipos de trabajo se utilicen en condiciones seguras)

Lo anterior se aplicará asimismo al **equipo de trabajo que no se considere** aparato o sistema de protección a los que les afecta el RD 400/1996, si su incorporación pueda dar lugar por sí mismo a un riesgo de ignición.

REQUISITOS DE EQUIPOS DE TRABAJO EN ATEX

INVASSAT
Institut Valencià de Seguretat i Salut en el Treball

El RD 400/1996

Los aparatos, sistemas de protección y dispositivos a los que se aplica el RD 400/1996, deberán **cumplir los requisitos esenciales de seguridad y salud** que figuran en el **Anexo II** que les sean aplicables.

Se considerarán conformes con las disposiciones del RD los aparatos, sistemas de protección y dispositivos que vayan acompañados de la **Declaración CE de Conformidad** y estén provistos del **marcado CE**.

El **marcado CE** de conformidad está compuesto por las **iniciales CE** e irá seguido del **número de identificación del Organismo Notificado** en caso de que éste intervenga en la fase de control de la producción.

REQUISITOS DE EQUIPOS DE TRABAJO EN ATEX

INVASSAT
Institut Valencià de Seguretat i Salut en el Treball

Anexo II. I,1,5º. Marcado: Cada aparato o sistema de protección deberá presentar, como mínimo, de forma indeleble y legible, las siguientes indicaciones:

- Nombre y dirección del fabricante
- Marcado CE
- La designación de la serie o del tipo
- El número de serie, si es que existe.
- El año de fabricación.
- El marcado específico de protección contra las explosiones, seguido del símbolo del grupo de aparatos y de la categoría.
- Para el grupo de aparatos II, la letra "G", referente a atmósferas explosivas debidas a gases, vapores o nieblas y/o la letra "D" referente a atmósferas explosivas debidas a la presencia de polvo.
- Por otra parte, y siempre que se considere necesario, deberán asimismo presentar cualquier indicación que resulte indispensable para una segura utilización del aparato. **"Marcado Adicional o Normativo"**

REQUISITOS DE EQUIPOS DE TRABAJO EN ATEX

INVASSAT
Institut Valencià de Seguretat i Salut en el Treball

ITC-BT-29

5. REQUISITOS DE LOS EQUIPOS: Los equipos eléctricos y sistemas de protección y sus componentes destinados a su empleo en ATEX, deberán cumplir con las condiciones del RD 400/1996.

Aquellos elementos que no entran en el ámbito del RD 400/96 y para los que se estipule el cumplimiento de una norma, se considerarán conformes con esta ITC aquellos que estén amparados por las correspondientes certificaciones de conformidad otorgadas por Organismos de Control Autorizados

REQUISITOS DE EQUIPOS DE TRABAJO EN ATEX

INVASSAT
Institut Valencià de Seguretat i Salut en el Treball

ITC-BT-29

7.2 Selección de equipos eléctricos. Para seleccionar un equipo el procedimiento a seguir será:

- Caracterizar la/s suatancia/s implicada/s en el proceso.
- Clasificar el emplazamiento (según UNE-EN 60079).
- Seleccionar los equipos eléctricos según la categoría que da la siguiente tabla.

Categoría del equipo	Zonas en que se admiten
Categoría 1	0, 1 y 2
Categoría 2	1 y 2
Categoría 3	2

REQUISITOS DE EQUIPOS DE TRABAJO EN ATEX

INVASSAT
Institut Valencià de Seguretat i Salut en el Treball

ITC-BT-29

Idéntico razonamiento hace en el apartado 8.2 para emplazamientos de la clase II

Categoría del equipo	Zonas en que se admiten
Categoría 1	20, 21 y 22
Categoría 2	21 y 22
Categoría 3	22

CLASIFICACIÓN DE EQUIPOS DE TRABAJO EN ATEX

INVASSAT
Institut Valencià de Seguretat i Salut en el Treball

A efectos prácticos, los equipos de trabajo y sistemas de protección se clasifican según diferentes criterios:

- Por el ambiente industrial en el que está prevista su utilización, en **GRUPOS**:
  - **Grupo I**: en **minería** subterránea o zonas superficiales de las minas.
  - **Grupo II**: para el resto de instalaciones con ATEX distintas a las mineras.
- Por el estado de la sustancia combustible, en **CLASES**:
  - **Clase I**: sustancia combustible en forma de gas, vapor o niebla.
  - **Clase II**: sustancia combustible en forma de polvo combustible.

CLASIFICACIÓN DE EQUIPOS DE TRABAJO EN ATEX

INVASSAT
Institut Valencià de Seguretat i Salut en el Treball

- Por la sensibilidad de la sustancia a la iniciación de la explosión por arco eléctrico o por llama, en **SUBGRUPOS**:

En función del **IEMS** (**I**ntersticio **E**xperimental **M**áximo de **S**eguridad) como medida de la sensibilidad a la llama, y de la **EMI** (**E**nergía **M**ínima de **I**gnición) como una medida de la sensibilidad al arco eléctrico. El **GRUPO II** se subdivide en **SUBGRUPOS**:

- **SUBGRUPO IIA:** EMI = 250 µJ IEMS = 0,92 mm.
- **SUBGRUPO IIB:** EMI = 96 µJ IEMS = 0,65 mm.
- **SUBGRUPO IIC:** EMI = 20 µJ IEMS = 0,35 mm.

CLASIFICACIÓN DE EQUIPOS DE TRABAJO EN ATEX

INVASSAT
Institut Valencià de Seguretat i Salut en el Treball

- Por la probabilidad de que los equipos aporten una fuente de energía que desencadene la explosión, en **CATEGORÍAS**:
  - GRUPO I (minero):
    - Categoría M1
    - Categoría M2
  - GRUPO II:
    - Categoría 1
    - Categoría 2
    - Categoría 3
- Por la sensibilidad de la sustancia a la iniciación de la explosión por contacto con una superficie caliente, en CLASES TÉRMICAS:
  - T1: 450ºC T2: 300ºC T3 : 200ºC T4 : 135ºC T5 : 100ºC T6 : 85ºC

SELECCIÓN DE EQUIPOS DE TRABAJO MARCADO

INVASSAT
Institut Valencià de Seguretat i Salut en el Treball

Para una adecuada selección y utilización de equipos para su uso en atmósferas explosivas, hay que distinguir **dos situaciones**: equipos adquiridos con posterioridad al 30/06/2003 (equipos certificados) y equipos adquiridos con anterioridad a dicha fecha (equipos no certificados)

Equipos de Trabajo

- **Certificados**
  - **Marcado según Directiva 94/9/CE**
    - Aparatos
    - Sistemas Protección
    - Componentes
    - Material asociado
  - **Marcado normativo**
    - Equipos eléctricos
    - Equipos no eléctricos
- **No certificados**
  - Normalmente estos equipos dispondrán de un certificado de conformidad a la directiva de viejo enfoque 76/117/CEE

SELECCIÓN DE EQUIPOS DE TRABAJO MARCADO

INVASSAT
Institut Valencià de Seguretat i Salut en el Treball

Marcado de aparatos certificados:

Se compone de:

- **Marcado CE**. Éste irá seguido del **número de identificación del Organismo Notificado** si éste interviene en la fase de control de la producción.
- **Marcado específico**. Se compone de las letras Ex dentro de un hexágono, seguido del símbolo del grupo de aparatos (I o II) y de la categoría y, para el grupo II, de las letras "G" y/o "D".

	Marca "CE"	Nº Org. Not.	Símbolo ATEX	Grupo	Categoría	Símbolo de uso
Aparatos para uso en minería	CE	XXXX	Ex	I	M1 M2	
Aparatos para usos industriales distintos a la minería	CE	XXXX	Ex	II	1 2 3	G D G/D

MARCADO CE MARCADO ESPECÍFICO

Todos los productos deben de llevar marcado el nombre y dirección del fabricante, la designación de la serie o el tipo, el nº de serie, si existe y el año de fabricación.

SELECCIÓN DE EQUIPOS DE TRABAJO MARCADO

INVASSAT
Institut Valencià de Seguretat i Salut en el Treball

Marcado de Sistemas de Protección certificados: Componentes de un aparato cuya función es la de detener inmediatamente las explosiones incipientes y/o limitar la zona afectada por una explosión, y que se comercializan por separado como sistemas con funciones autónomas.

Se compone de:

- **Marcado CE**. Éste irá seguido del **número de identificación del Organismo Notificado** si éste interviene en la fase de control de la producción.
- **Marcado específico**. Se compone de las letras Ɛx dentro de un hexágono, seguido del símbolo del grupo de aparatos (I o II) y, para el grupo II, de las letras "G" y/o "D". **En este caso no se especifica la categoría del sistema de protección.**

	Marca "CE"	Nº Org. Not.	Símbolo ATEX	Grupo	Símbolo de uso
Sistemas de protección autónomos	CE	XXXX	Ɛx	II	G D GD

SELECCIÓN DE EQUIPOS DE TRABAJO MARCADO

INVASSAT
Institut Valencià de Seguretat i Salut en el Treball

Marcado de Componentes certificados: Piezas que son esenciales para el funcionamiento seguro de los aparatos y sistemas de protección, pero que no tienen función autónoma.

Se compone de:

- **Están exentos del Marcado CE, pero deben llevar el número de identificación del Organismo Notificado** si éste interviene en la fase de control de la producción.
- **Marcado específico**. Se compone de las letras Ɛx dentro de un hexágono, seguido del símbolo del grupo de aparatos (I o II) **y de la categoría** y, para el grupo II, de las letras "G" y/o "D".

	Nº Org. Not.	Símbolo ATEX	Grupo	Categoría	Símbolo de uso
Componentes para usos industriales distintos a la minería	XXXX	Ɛx	II	1 2 3	G D G/D

SELECCIÓN DE EQUIPOS DE TRABAJO MARCADO

INVASSAT
Institut Valencià de Seguretat i Salut en el Treball

– **Marcado Adicional o Normativo**. De acuerdo con la serie de normas EN 50014 de material eléctrico para ATEX. Se compone en general de:

Para atmósferas gaseosas:

- El símbolo **EEx**
- El símbolo de cada tipo de protección que se utilice (**o, p, q, e, ia, ib, m**, etc.). El modo de protección principal aparecerá primero a la izquierda y a continuación los complementarios.
- Los grupos de explosión **I, IIA** (gases menos inflamables)**, IIB, IIC** (gases más inflamables)
- El símbolo que indica la categoría de temperatura o la temperatura superficial máxima. Alternativamente se puede indicar la Tª máxima superficial del equipo o dicha temperatura junto con la clase. El material con Tª superficial máx superior a 450ºC deberá indicar únicamente la Tª (p.e. 650ºC).

Equipos eléctricos (gases)	
Modo	Símbolo
Envolvente antideflagrante	d
Presurización	p (px, py, pz)
Encapsulado	m (ma, mb)
Relleno pulverulento	q
Inmersión en aceite	o
Seguridad aumentada	e
Seguridad intrínseca (equipos)	i (ia, ib)
Modos simplificados Protección "n"	nA, nC, nR, nL

Tipo de certificación	Grupo de gases de utilización
IIC	IIA, IIB, IIC
IIB	IIA, IIB
IIA	IIA

Clase térmica	Temperatura Superficial Máxima Permitida (°C)
T1	450
T2	300
T3	200
T4	135
T5	100
T6	85

SELECCIÓN DE EQUIPOS DE TRABAJO MARCADO

INVASSAT
Institut Valencià de Seguretat i Salut en el Treball

– **Marcado Adicional o Normativo**. De acuerdo con la serie de normas EN 50014 de material eléctrico para ATEX. Se compone en general de:

Para atmósferas de polvo inflamable:

- El símbolo **EEx**
- El símbolo del modo de protección que se utilice (**tD, pD, iaD, ibD,** etc.).
- Indicación de la temperatura superficial máxima del equipo, marcada como un valor de temperatura (p.e. 135ºC). Dos casos:
  - **Nubes de polvo**: la Tª super. máx. del aparato no sobrepasará las 2/3 partes de la Tª de autoignición de la mezcla polvo/aire.
  - **Capas de polvo hasta 5 mm de espesor**: la TSM del aparato no excederá un valor de 75ºK por debajo de la Tª mínima de inflamación para una capa de 5mm de espesor.
- El símbolo del grado de protección IP.

Equipos eléctricos (polvos)	
Modo	Símbolo
Envolvente	tD
Presurización	pD
Seguridad intrínseca	iaD ibD
Encapsulado	maD, mbD

Valor	Grado de estanqueidad
0	Sin protección
1	Protección contra objetos > 50 mm
2	Protección contra objetos > 12 mm
3	Protección contra objetos > 2,5 mm
4	Protección contra objetos > 1 mm
5	Protegido contra el polvo
6	Totalmente protegido contra el polvo

SELECCIÓN DE EQUIPOS DE TRABAJO MARCADO

INVASSAT
Institut Valencià de Seguretat i Salut en el Treball

Marcado Adicional o Normativo para equipos no eléctricos (p.e. filtros, reguladores, válvulas, cilindros, distribuidores neumáticos, etc.).

La principal variante es la **ausencia del símbolo EEx.**

También **cambian los modos de protección:**

Equipos mecánicos (no eléctricos)	
Modo	**Símbolo**
Envolvente de respiración restringida	fr
Envolvente antideflagrante	d
Seguridad inherente	g
Seguridad constructiva	c
Control de fuentes de ignición	b
Presurización	p
Inmersión en líquido	k

El resto de marcas posibles son idénticas a las de los equipos eléctricos.

CE Ex **II2 G d IIB T4**

Equipo mecánico para utilización en actividades distintas a la minería, de categoría 2, para atmósferas gaseosas, dotado de envolvente antideflagrante, utilizable en presencia de gases de los grupos AyB y cuya TSM es de 135ºC

SELECCIÓN DE EQUIPOS DE TRABAJO MARCADO

INVASSAT
Institut Valencià de Seguretat i Salut en el Treball

– **Marcado según la certificación.** Se compone de:
  - Código del organismo notificado (por ejemplo **LOM**)
  - Año de expedición (por ejemplo 98)
  - Expedición del certificado (**ATEX**)
  - Número de certificado.
  - **X**, si procede, para indicar que se aplican las condiciones específicas mencionadas en el certificado.
  - **U**, si procede, para indicar que el elemento en cuestión es un componente.

SELECCIÓN DE EQUIPOS DE TRABAJO MARCADO

INVASSAT
Institut Valencià de Seguretat i Salut en el Treball

Algunos ejemplos:

Normativo

EEx i_bd IIC T4
Ui: 15 V Pi: 1,3 W
LOM 99ATEX1234 X

Directiva

CE 0163 Ex II 2G

CE Ex II 2G cgk IIC T3

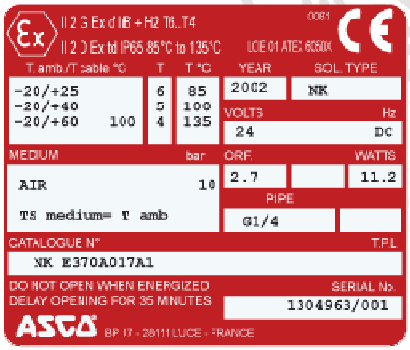
CE 9999 Ex II 2 G
EEx p IIB T4
AAA ATEX1237X

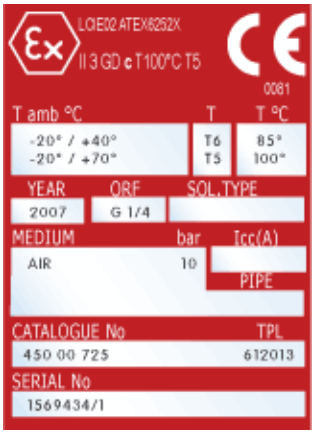
CE Ex II 2D c 110ºC

SELECCIÓN DE EQUIPOS DE TRABAJO MARCADO

INVASSAT
Institut Valencià de Seguretat i Salut en el Treball

Panel de venteo





Cilindro neumático

INVASSAT
Institut Valencià de
Seguretat i Salut en el Treball

MUCHAS GRACIAS POR SU ATENCIÓN

Juan Carlos Castellanos
Jefe de Sección del INVASSAT

castellanos_jua@gva.es