



**DOCUMENTO DE PROTECCIÓN
CONTRA EXPLOSIONES:
INDUSTRIA DE ELABORACIÓN DE
PRODUCTOS DE BOLLERÍA**

Alumno: Francisco Javier Ayas Magaña
Directora del proyecto: María José Prieto Castelló

2016/17

ÍNDICE

1. Resumen	4
2. Introducción.....	4
3. Justificación	4
4. Objetivos	6
5. Cuerpo del proyecto aplicado o de investigación.....	6
5.1. Definiciones	6
5.2. Datos de interés de la empresa objeto del documento.....	8
5.3. Descripción del proceso industrial.....	10
5.4. Descripción procedimientos de limpieza	12
5.5. Descripción de la ventilación del centro de trabajo.....	12
5.6. Diagramas de flujo	12
5.7. Descripción de equipamiento	13
5.8. Identificación de sustancias y parámetros de seguridad.....	15
5.9. Clasificación de zonas	16
5.10. Evaluación de riesgos de explosión	26
5.11. Medidas de protección	32
5.11.1. Medidas técnicas.....	32
5.11.2. Medidas organizativas	36
5.11.2.1. Requisitos básicos para las inspecciones de las instalaciones eléctricas	36
5.11.2.2. Requisitos para las operaciones de reparación de equipos.....	38
5.11.2.3. Coordinación de actividades empresariales.....	38
5.11.2.4. Instrucciones de servicio	38
5.11.2.5. Cualificación suficiente de los trabajadores.....	39
5.11.2.6. Formación de los trabajadores.....	39

5.11.2.8. Sistema de permisos de trabajo	40
5.11.2.9. Mantenimiento	40
5.11.2.10. Señalización atmósferas potencialmente explosivas	41
5.12. Marcado de los equipos	41
6. Conclusiones	43
7. Referencias bibliográficas	43



1. Resumen

En el presente trabajo se ha realizado un documento de protección contra explosiones de una industria alimentaria, fabricante de productos de bollería, en la que se dispone de equipamiento e instalaciones susceptibles de estudio, por el riesgo de explosiones, debido al uso de harina de trigo para la elaboración de sus productos.

2. Introducción

En virtud de la entrada en vigor del R.D. 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, los empresarios deben encargarse de que se elabore y mantenga actualizado un documento, denominado “Documento de Protección contra Explosiones”. El “Documento de Protección contra Explosiones” debe incluir:

- Clasificación de zonas
- Evaluación de riesgos de explosión y medidas de aplicación
- Responsable de aplicación de las medidas y momento de aplicación
- Coordinación de las medidas de aplicación

Antes de que se elabore un “Documento de Protección contra Explosiones” se debe realizar un diagnóstico inicial de la empresa y recopilar toda la información que sea necesaria.

El documento que vamos a elaborar se corresponde a una instalación alimentaria que utiliza harina de trigo en sus procesos.

3. Justificación

El presente Documento de Protección contra Explosiones se realiza para dar cumplimiento a lo dispuesto R. D. 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 por sustancias pulverulentas. Por lo que, con este documento se pretende tomar las medidas de carácter técnico y/u organizativo en función del tipo de actividad, siguiendo un orden de prioridades y conforme a los siguientes principios básicos:

- Impedir la formación de atmósferas explosivas
- Evitar la ignición de atmósferas explosivas
- Atenuar los efectos de una posible explosión

Estas medidas se deben combinar o completar con otras para evitar la propagación de explosiones, cuando sea necesario.

Se consideran sustancias pulverulentas aquellas que se depositan bajo el efecto de su peso, pero pueden permanecer en suspensión durante algún tiempo (según el tamaño de partícula el tiempo de suspensión pueden estar desde 3 minutos en partículas de 3 μm hasta las 10 horas para partículas de 0,25 μm). Las partículas superiores a 100 μm se clasifican como arena mientras que las inferiores a 1 μm reciben el nombre de humo. Para partículas de harina, objetos del presente estudio, la distribución de tamaños de partículas estará entre 1-100 μm .

Se deberá caracterizar la sustancia pulverulenta mediante un mínimo de características o propiedades; éstas se muestran a continuación y se definirán más adelante:

- ✓ Temperatura mínima de inflamación (TMI)
- ✓ Concentración mínima explosiva (CME)
- ✓ Energía mínima de inflamación (EMI)
- ✓ Presión máxima de explosión (Pmax)
- ✓ Kmax
- ✓ Diámetro de partícula
- ✓ Humedad e inertes.

El Documento de Protección contra Explosiones será de aplicación en el centro de trabajo para el que ha sido elaborado, así como a todos sus trabajadores, los trabajadores cedidos por Empresas de Trabajo Temporal y los trabajadores de empresas que prestan su servicio como contrata o subcontrata. Se actualizará siempre que se efectúen modificaciones, ampliaciones o transformaciones importantes en el lugar de trabajo, en los equipos de trabajo o en la organización del trabajo.

El titular de la actividad es el responsable de elaborar y mantener actualizado el documento. Asimismo, es responsable de que se revise el mismo antes de iniciar el trabajo o cuando se efectúen modificaciones, ampliaciones o transformaciones importantes en el lugar de trabajo, en los equipos de trabajo o en la organización del trabajo. También es el responsable de la custodia del documento, el cual forma parte de la documentación a elaborar y conservar a disposición de la autoridad laboral, a que se refiere el artículo 23 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

4. Objetivos

- Elaboración de un documento contra explosiones para tomar las medidas de carácter técnico y/u organizativo en función de la actividad.
- Establecer orden de prioridades de aplicación del documento para impedir la formación de atmósferas explosivas en la instalación.
- Establecer orden de prioridades de aplicación del documento para impedir la ignición de atmósferas explosivas.
- Establecer orden de prioridades de aplicación del documento para atenuar los efectos de una posible explosión.
- Combinar o completar las medidas adoptadas con otras para evitar la propagación de explosiones, cuando sea necesario.

5. Cuerpo del proyecto aplicado o de investigación

5.1. Definiciones

A continuación vamos a definir algunos términos que vamos a ir viendo a lo largo del presente documento:

ATMÓSFERA EXPLOSIVA: 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.

SUSTANCIA INFLAMABLE: sustancia en forma de gas, vapor, líquido, sólido o de sus mezclas, capaz de sufrir una reacción exotérmica con el aire después de la ignición.

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

MÁQUINA: conjunto de piezas u órganos unidos entre sí, de los cuales uno por lo menos es móvil y, en su caso, de órganos de accionamiento, circuitos de mando y de potencia, etc., asociados de forma solidaria para una aplicación determinada, en particular para transformación, tratamiento, desplazamiento y acondicionamiento de un material (material es equivalente a sustancia o producto).

SISTEMAS DE PROTECCIÓN: dispositivos, distintos de los componentes de los aparatos definidos anteriormente 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 (Directiva 94/9/CE, Capítulo 1, Artículo 1).

USO PREVISTO: uso de aparatos, sistemas de protección y dispositivos conforme a los grupos y categorías específicas en el anexo I de la Directiva 94/9/CE, y siguiendo todas las indicaciones proporcionadas por el fabricante y necesarias para garantizar el funcionamiento de los aparatos, sistemas de protección y dispositivos.

FUNCIONAMIENTO NORMAL: situación que existe cuando los aparatos, sistemas de protección y componentes desempeñan la función prevista dentro de los parámetros para los que están diseñados.

INERTIZACIÓN: adición de sustancias inertes para impedir las atmósferas explosivas

TEMPERATURA DE AUTOIGNICIÓN: temperatura mínima para que una sustancia entre en combustión espontánea. Esta característica de las sustancias limita la temperatura máxima superficial de los equipos que pueden entrar en contacto con la atmósfera explosiva.

LIMITE INFERIOR DE EXPLOSIVIDAD (LIE): límite inferior del intervalo de concentraciones de la sustancia en el aire, para el que la mezcla es explosiva.

LIMITE SUPERIOR DE EXPLOSIVIDAD (LSE): límite superior del intervalo de concentraciones de las sustancias en el aire, para el que la mezcla es explosiva.

ENERGÍA MÍNIMA DE INFLAMACIÓN (EMI): energía mínima necesaria para conseguir la inflamación de la atmósfera para una determinada concentración.

AUTOIGNICIÓN DE POLVOS A GRANEL: ignición de polvos debida al hecho de que la velocidad de generación del calor producido por la oxidación y/o por reacciones de descomposición del polvo es superior a la velocidad de evacuación del calor hacia el exterior.

CONSTANTE CARACTERÍSTICA (K_{st} o K_{max}): constante característica de cada tipo de polvo combustible, producto de la velocidad máxima de aumento de presión y la raíz cúbica del volumen del recinto, que se emplea para establecer una clasificación de la explosividad del polvo en cuatro categorías o “clases de explosión” diferentes.

5.2. Datos de interés de la empresa objeto del documento

La empresa que he utilizado como ejemplo dispone de un centro de trabajo, con un número de trabajadores aproximado de 50 operarios, y dispone de las siguientes instalaciones generales:

- Aire comprimido
- Sistema de almacenamiento en silos y transporte neumático de harinas con sistema dosificador
- Silos de almacenamiento
- Compresores
- Depósitos de Gasoil y propano
- Cámaras frigoríficas y de congelación
- Instalación de gas
- Montacargas industrial

La nave de la empresa está compuesta por dos plantas:

Planta baja:

- Dispone de una zona de almacenamiento de materias primas en estanterías y palés.
- Dispone de varias cámaras frigoríficas y de congelación, donde se almacena materia prima y producto acabado.
- Dos silos de harinas y azúcar
- Zona de lavado de cajas

En la zona de producción existen diversas líneas de producción y maquinaria:

- Sala de batidoras
- Línea T12
- Línea de bizcocho
- Línea T10
- Línea T18
- Línea Galleta
- Hornos de gas
- Muelles de carga y descarga.
- Zona de administración y recepción.
- Locales de descanso y vestuarios, con zona de comedor. Aseos.

1ª Planta:

- Zona de administración
- Departamentos de Calidad, Contabilidad, I+D+i, Comercial, Márketing, Atención al Cliente y Exportación.
- Dirección.
- Sala de reuniones.
- Aseos.
- Laboratorio ensayos.
- Zona de almacén

5.3. Descripción del proceso industrial

La empresa tiene como actividad FABRICACIÓN DE PRODUCTOS DE BOLLERIA.

El proceso comienza con la recepción de materias primas y el almacenamiento de las mismas en almacén o silos de azúcar y/o harina. El almacenamiento en la zona de almacén se realiza mediante palés en estanterías metálicas y en cámaras frigoríficas (huevo). Las materias primas básicas utilizadas serían: harina, huevo, azúcares, aceite, agua, leche y aditivos varios.

En los silos se almacena harina y azúcar, y el proceso de carga se realiza mediante conducción neumática desde el exterior. La sala de los silos se encuentra separada del resto de instalaciones, y no dispone de ningún sistema de ventilación.

Mediante un sistema interno de tuberías neumáticas se transfieren las materias primas (huevo, azúcar, harinas) a la sala de batidoras, donde se realizan las mezclas en los diferentes equipos a temperatura ambiente. En función del producto final se realizan mezclas y volcados de sacos de forma manual.

La sala de batidos dispone de un sistema de extracción y una ventilación forzada.

De la batidora se transfiere la mezcla a las diversas líneas de producción:

• **Línea de bizcocho:** se transfiere la mezcla de las batidoras a la tolva de volcado, se dosifica en moldes que se colocan en el carro y se introducen en el horno. Tras la cocción se desmoldan los diferentes moldes y se pasan a la zona de enfriamiento. Finalmente, tras pasar por la cinta transportadora, llegan a la zona de envasado.

• **Línea Termopan 10:** fabricación continua de láminas de bizcocho. Está compuesta por los siguientes equipos.

- Tolva de alimentación de fabricación propia.
- Horno Lineal marca Termopan modelo HG 700/10, año fabricación 2014.
- Línea de frío marca Eco Refrigeración Ibérica , Mod ICE41B10ED, año fabricación 2002.
- Módulo de corte trasversal y longitudinal de fabricación propia.

- Detector de metales marca Thermogoring Kerr, Mod DSP 315PSU , año fabricación 2011.
- **Línea Termopan 12:** fabricación continua de láminas de bizcocho. Está compuesta por los siguientes equipos.
 - Tolva de alimentación fabricación propia.
 - Horno marca Termopan HG 950/12, año fabricación 2012.
 - Línea de frío marca Eco Refrigeración Ibérica , Mod ICE41B10EA, año fabricación 2009.
 - Módulo de corte trasversal y longitudinal de fabricación propia.
 - Detector de metales marca Thermogoring Kerr , Mod DSP 3, año fabricación 2011
 - Apilador de fabricación propia
- **Línea Termopan 18:** fabricación continua de láminas de bizcocho. La línea está compuesta por los siguientes equipos:
 - Tolva de alimentación fabricación propia.
 - Horno marca Termopan HG 1260/12, año fabricación 1998.
 - Línea de frío marca Eco Refrigeración Ibérica , Mod ICE41B10ED, año fabricación 2006.
 - Módulo de corte marca Indumatic REP0388 ,año fabricación 2005.
 - Detector de metales marca Thermogoring Kerr , Mod DSP 3 , año fabricación 2005.
 - Apilador de fabricación propia.

El proceso de fabricación en las líneas Termopan 10, 12 y 18 comienza con la elaboración de la pasta en el turboemulsor y dosificación a la tolva de alimentación mediante conducción aérea. La tolva alimenta de forma continua a una cinta transportadora sobre la que va colocado un papel, la cinta pasa a través del Horno Termopan (temperatura de trabajo 180-200 °C) y posteriormente atraviesa una línea de frío. El producto acabado pasa por el módulo de corte y por un detector de metales. El último paso de la línea consiste en el envasado manual en cajas o cestas de plástico.

5.4. Descripción procedimientos de limpieza

La empresa dispone de un procedimiento de limpieza diario de las zonas comunes y sala de batidos. La limpieza se realiza una vez finalizado el turno de trabajo, cuando la fábrica no se encuentra en funcionamiento. La limpieza se realiza en vía húmeda (evitando la dispersión de las capas de polvo depositadas sobre equipos y superficies) y utilizando herramientas manuales.

Con carácter anual se realiza una limpieza exhaustiva del silo de harina por motivos de calidad alimentaria. La limpieza se realiza cuando el silo está prácticamente vacío, y lo realiza una empresa externa especializada. La limpieza consiste en eliminar de forma manual (con cepillos) la harina adherida a las paredes textiles del silo para su posterior retirada manual y con sistemas de aspiración ATEX. Una vez retirada la harina, se hace pasar una corriente de aire.

5.5. Descripción de la ventilación del centro de trabajo

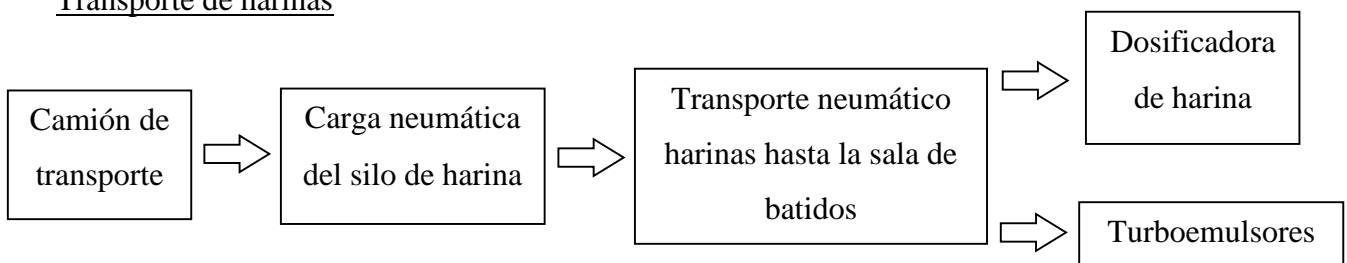
La sala del silo no dispone de ningún sistema de ventilación.

La sala de batidos dispone de un sistema de extracción ubicada en el techo de la sala, y renueva todo su volumen de aire aproximadamente 10 veces /hora. Dispone también de un sistema de climatización.

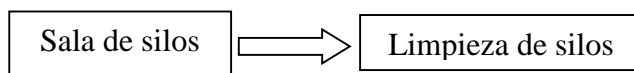
5.6. Diagramas de flujo

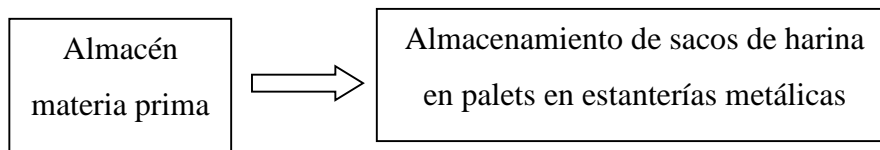
Esquemmatización mediante diagrama de flujo de los procesos en los que se puede formar ATEX.

Transporte de harinas



Limpieza de silos



Almacenamiento en sacos sobre palé en almacén general**5.7. Descripción de equipamiento**

La relación de equipos perteneciente a la empresa son los siguientes:

EQUIPO	MARCA	MODELO	AÑO FAB	REQUISITOS RD 400/1996	MANUAL INSTRUCCIONES	DECLARACION DE CONFORMIDAD
DOSIFICADOR BIZCOCHO	SUALVER	-----	-----		-----	-----
ELEVADOR BIZCOCHO	PRAT	HIDROHIEL	2000		SI	SI
CINTA TRANSPORTADORA	PROPIA	----	----		-----	-----
TOLVA ALIMENTACION	BJV	---	---		----	---
HORNO LINEAL	TERMOPAN	HG 700/10	2014		SI	SI
CINTA ENFRIAMIENTO	PROPIA	---	---		-----	---
TUNEL ENFRIAMIENTO	PROPIA	----	----		-----	----
CINTA ENFRIAMIENTO TUNEL 1	PROPIA	----	----		-----	----
GRUPO FRIO	ECO REFRIGERACION IBERICA	ICE41B10ED	2002		SI	SI
MODULO DE CORTE	PROPIA	----	----		-----	----
DETECTOR METALES	THERMOGORING KERR	DSP315PSU			SI	SI
ENVASADORA AUTOMATICA	ULMA	SC200	2010		SI	
TOLVA ALIMENTACION	PROPIA					
HORNO LINEAL	TERMOPAN	HG950/12	2012		SI	SI
CINTA ENFRIAMIENTO	PROPIA					

TUNEL ENFRIAMIENTO	PROPIA					
CINTA ENFRIAMIENTO TUNEL 2	PROPIA					
GRUPO FRIO 1	ECO REFRIGERACION IBERICA	ICE41B10EA	2007		SI	SI
GRUPO FRIO 2	ECO REFRIGERACION IBERICA	ICE41B10EA	2009		SI	SI
MODULO DE CORTE 2	PROPIA	----	----		----	----
DETECTOR METALES	THERMOGORING KERR	DSP3	2011		SI	
APILADOR	PROPIA	----	----		----	----
TOLVA DE ALIMENTACION	PROPIA	----	----		----	----
HORNO LINEAL	TERMOPAN	HG1260/12	1998		SI	SI
CINTA TRANSPORTADOR A	PROPIA	----	----		----	----
CINTA ENFRIAMIENTO	PROPIA	----	----		----	----
TUNEL ENFRIAMIENTO	PROPIA	----	----		----	----
GRUPO FRIO 1	ECO REFRIGERACION IBERICA	ICE41B10ED	2006		SI	SI
GRUPO FRIO 2	ECO REFRIGERACION IBERICA	ICE41B10ED	2006		SI	SI
MODULO DE CORTE	INDUMATIC	REP0388	2005		SI	SI
TRITURADORA MIGA	ROBOQBO	P4003N	2006		SI	SI
CINTA TRANSPORTADOR A	INDUMATIC	----	----		NO	NO
SIERRAS LAMINADORAS	MINCER	----	2000		NO	NO
DETECTOR METALES	TERMOSCIENTIFIC					
PREMEZCLADOR	MENOZZI	MMC250	1998		NO	NO
DEPOSITO PULMON	MENOZZI	SPM250	1998		NO	NO
TURBOEMULSOR	MENOZZI	MEC12L	1998		NO	NO

TURBOEMULSOR	GORRERI	GMG300	-----		SI	SI
TURBOEMULSOR	GORRERI	GMG500	-----		SI	SI
BATIDORA	VMI	PH1501	1996		SI	SI
BATIDORA	VMI	PH1501DT	2004		SI	SI
BATIDORA	PRAT	BR125	-----		NO	NO
ELEVADOR	TAYSO	-----	-----		NO	NO
SILO	AGRIFLEX	-----	-----		NO	NO
PRECINTADORA	SOCO SYSTEM	T10	2003		SI	SI
MAQUINA DE PASTA	COMTEC	1100	2010		NO	SI

Del listado anterior de equipos de trabajo se valorará especialmente para la evaluación ATEX la instalación del silo y conducciones neumáticas de harina y azúcar, así como los equipos ubicados en la sala de batidos (silo agriflex y batidoras).

Todos los equipos de trabajo detallados en el inventario anterior han sido sometidos a la adecuación del RD. 1215/1997 sobre equipos de trabajo.

5.8. Identificación de sustancias y parámetros de seguridad

Las sustancias inflamables son clasificadas en Clases de Temperatura o Clases Térmicas, según la temperatura de autoignición, para poder definir la temperatura superficial máxima del elemento a instalar en la zona clasificada:

CLASES DE TEMPERATURA		
CLASE DE TEMPERATURA	TEMPERATURA MÁXIMA SUPERFICIAL	APROPIADO PARA SUSTANCIAS CON TEMPERATURA DE AUTOIGNICIÓN
T1	450°C	T > 450°C (polvo de harina)
T2	300°C	T > 300°C
T3	200°C	T > 200°C
T4	135°C	T > 135°C
T5	100°C	T > 100°C
T6	85°C	T > 85°C

La atmósfera explosiva puede generarse en aquellos lugares en los cuales el polvo combustible se encuentre en forma de capa o nube.

Los polvos se clasifican en clases de explosión, que son las siguientes:

CLASE DE EXPLOSIÓN	kmax (m.bar/s)
St0	0
St1	1-200 (polvo de harina)
St2	201-300
St3	> 300

Las sustancias inflamables presentes en la empresa son las siguientes:

Sustancia Inflamable		Conc. mínima explosiva gr/m ³	Inflamabilidad		Explosividad		Energía Mínima de Ignición EMI (mJ)	Temperatura Superficial Máxima
Nombre	Tamaño Medio Partícula μ		Temperatura Inflamación en Nube °C	Temperatura Inflamación en Capa °C	P max	Kst		
Harina de trigo	65	60	410	470	6,9	77	100	T3

Tabla definida en la norma UNE-EN 60079-10

5.9. Clasificación de zonas

En virtud de lo establecido en el Anexo I del R.D. 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, la clasificación de zonas se debe aplicar a las áreas en las que puedan formarse atmósferas explosivas teniendo en cuenta la frecuencia con que se produzcan atmósferas explosivas y su duración:

- **ZONA 20:** área de trabajo en la que una atmósfera explosiva en forma de nube de polvo combustible en el aire está presente de forma permanente, o por un período de tiempo prolongado, o con frecuencia.

- **ZONA 21:** área de trabajo en la que es probable la formación ocasional, en condiciones normales de explotación, de una atmósfera explosiva en forma de nube de polvo combustible en el aire.
- **ZONA 22:** área de trabajo en la que no es probable, en condiciones normales de explotación, la formación de una atmósfera explosiva en nube de polvo combustible en el aire o en la que, en caso de formarse, dicha atmósfera explosiva sólo permanece durante un breve período de tiempo.

Para realizar la clasificación de las distintas zonas en la empresa, tenemos en cuenta las fuentes de escape que se pueden encontrar, así como se realiza una estimación del grado de escape:

- **GRADO DE ESCAPE CONTINUO:** escape que se produce de forma continua o se espera que ocurra frecuentemente o durante largos períodos de tiempo.
- **GRADO DE ESCAPE PRIMARIO:** escape que se produce presumiblemente de forma periódica u ocasionalmente durante el funcionamiento normal.
- **GRADO DE ESCAPE SECUNDARIO:** escape que no se prevé en funcionamiento normal y, si se produce, es probable que ocurra con poca frecuencia y en períodos de corta duración.

GRADO DE ESCAPE	PROBABILIDAD DE ATEX EN 365 DÍAS	DURACIÓN GLOBAL (HORAS/AÑO)
Continuo	$P > 10^{-1}$	> 1000
Primario	$10^{-1} \geq P > 10^{-3}$	10 – 1000
Secundario	$10^{-3} \geq P > 10^{-5}$	0,1-10

Otro factor a tener en cuenta es el tipo de ventilación (natural o artificial) y el grado de la misma:

- **VENTILACIÓN ALTA (VA):** capaz de reducir de forma prácticamente instantánea la concentración de la fuente de escape, resultando una concentración menor que el límite inferior de explosividad (LIE).
- **VENTILACIÓN MEDIA (VM):** capaz de controlar la concentración, manteniendo una zona de límite estable, mientras el escape se está produciendo.

- **VENTILACIÓN BAJA (VB):** no puede controlar la concentración mientras el escape se está produciendo y/o cuando el escape ha cesado no puede impedir la permanencia de la atmósfera explosiva durante bastante tiempo.

De esta manera, la presencia y duración de una capa de polvo depende de las siguientes parámetros:

- Categoría del escape a partir de la fuente de polvo.
- Porcentaje en el que el polvo es depositado.
- Eficacia de la limpieza.

Pueden describirse tres niveles de limpieza:

- **BUENO:** quedan capas de polvo de un espesor sin importancia o bien son inexistentes, cualquiera que sea la categoría del escape. En este caso, el riesgo de que se presenten nubes explosivas de polvo formadas a partir de las capas y el riesgo de incendio debido a las capas ha sido eliminado.
- **REGULAR:** las capas de polvo no son insignificantes, pero tienen una vida corta (menos que la duración de un turno de trabajo). Según la estabilidad térmica del polvo y de la temperatura exterior de los equipos, el polvo puede eliminarse antes de que cualquier incendio pueda declararse.
- **MALO:** las capas de polvo no son insignificantes y persisten durante más tiempo que la duración de un turno de trabajo. El riesgo de incendio es importante.

GRADO DE ESCAPE	DISPERSIÓN PROBABLE EN FUNCIONAMIENTO NORMAL	DISPERSIÓN IMPROBABLE EN FUNCIONAMIENTO NORMAL
Cualquiera	Zona 21	Zona 22
Primario	Zona 21	Zona 22
Secundario	Zona 22	No clasifica

Los aparatos utilizados en cada una de las zonas que se establezcan deben cumplir las siguientes condiciones, desde el punto de vista del usuario: (norma UNE-EN 1127-1:1997)

EN ZONA	CATEGORIA UTILIZABLE	SI SE DISEÑA PARA
20	1D	Mezcla polvo/aire
21	1D o 2D	Mezcla polvo/aire
22	1D o 2D o 3D	Mezcla polvo/aire

CLASIFICACIÓN DE ZONAS EN LA EMPRESA

En la empresa podemos encontrar las siguientes fuentes de escape:

- A. Identificación de los emplazamientos:** La instalación de la empresa destinada a la fabricación de productos de bollería consiste básicamente en dos emplazamientos: una zona de almacenamiento de harinas (sala de silos), consistente en dos silos de material textil de harina y azúcar de 60 metros cúbicos. Desde la sala de silos la harina se transporta neumáticamente hasta la zona de dosificación y amasado donde se dispone de tres equipos de amasado, dos equipos turboemulsores, y un elevador. En la sala de batidos se adicionan manualmente los diferentes ingredientes, incluyendo el agua; la masa resultante se transporta las diferentes líneas de producción y a hornos.
- B. Identificación de las sustancias inflamables:** Las características del producto principal (harina de trigo) y de los aditivos (mejorantes, aromas) implican la posible formación de atmósferas explosivas en cantidades suficientes, por lo que es necesaria la clasificación de zonas en los dos emplazamientos descritos (silos de almacenamiento y dosificación y amasado).

Análisis del emplazamiento: silo de harina

Los silos se encuentran en el interior del edificio, separados del resto de la fábrica mediante un tabique. La carga es neumática desde el exterior. La sala donde se ubica el silo tiene una superficie aproximada de 25 metros cuadrados y no dispone de ningún sistema de ventilación ni extracción.

a) **Identificación de las fuentes de escape:**

Existe polvo en el interior de los equipos de proceso (silos y tuberías). Además, hay un pequeño escape en la manguera flexible que alimenta las tuberías de transporte.

Durante el proceso normal de carga del silo se produce un pequeño escape continuo que ha sido cuantificado mediante una medición ambiental realizada durante la carga del silo obteniéndose un valor de $0,51 \text{ mg/m}^3$, dicho valor se encuentra muy por debajo del límite inferior de explosividad (concentración mínima explosiva) de 60 g/m^3 .

La carga del silo se realiza aproximadamente cada 2-3 meses y la limpieza del mismo aproximadamente cada 6 meses.

Se verificó analíticamente la carga ambiental a través de una medición ambiental durante el proceso de limpieza, siendo el valor obtenido de 6.56 mg/m^3 .

b) Grado de escape:

Grado continuo: El interior de las tuberías de transporte (no producen fuentes de escapes exteriores por ir soldadas y embridadas mediante tornillos y en el interior de los silos).

Grado primario: a través del tubo flexible que sale del silo salen de vez en cuando muy pequeñas cantidades de polvo.

Grado secundario: durante las inspecciones, mantenimientos y trabajos de limpieza del silo.

c) Influencia de las capas de polvo.

Se pueden observar pequeñas acumulaciones de polvo alrededor del silo y sobre las estructuras, pero se realiza una limpieza semanal, exhaustiva, de la sala del silo.

d) Determinación del tipo de zona peligrosa.

Las fuentes de escape de grado continuo originan zona 20, los escapes de grado primario zona 21, y los escapes de grado secundario zona 22.

e) Estimación de la extensión de la zona.

Se tomará normalmente una distancia de 1 metro alrededor de la fuente de escape y hasta el suelo o superficie sólida. La presencia de polvo depositado en forma de capas lleva a definir la extensión de la zona clasificada hasta los límites que se extienda la capa de polvo.

f) Clasificación del lugar peligroso.

ZONA 20 : El interior de las tuberías de transporte, el interior de los silos y el interior de las mangas de despresurización.

ZONA 21: por la limpieza exhaustiva del silo no clasificamos la sala del silo como zona 21.

ZONA 22: no clasificada.

Análisis del emplazamiento: Sala de batidos.

La harina llega mediante transporte neumático hasta la sala de batidos a una velocidad de transporte de 720 Kg/hora por una tubería de 60mm de diámetro, la sala de batidos tiene una superficie aproximada de 50 metros cuadrados y dispone de un sistema de extracción localizada así como un sistema de ventilación forzada. La harina se adiciona mediante el silo a las calderas de batido y mediante conducción desde el silo hasta el turboemulsor. Una vez adicionada la harina se añaden las restantes materias primas y aditivos, así como agua y huevo. A partir de este momento la masa formada ya no es pulverulenta y no debería generar polvo. No obstante ocasionalmente se adicionan nuevas cantidades de harina de manera manual.

a) Identificación de las fuentes de escape:

Existe polvo en el interior de los equipos del proceso (batidoras, turboemulsores...) y hay escapes en los equipos de adición de harina (silo agriflex) y durante la adición manual de harinas y otros aditivos.

Se han realizado 3 mediciones personales de la concentración de polvo de harina que nos dan una idea de las concentraciones de harina en la zona de batidos:

1ª medición : 8-11 mg / m³

2ª medición : 3,2-3,6 mg / m³

3ª medición: 21-28 mg / m³

Como se puede observar, en condiciones normales de funcionamiento, en la sala de batidos no se alcanzan valores dentro de Límite inferior de explosividad del polvo de harina.

b) Grado de escape.

Grado continuo: En el interior de las tuberías de transporte (no producen fuentes de escapes exteriores por ir soldadas y embreadas mediante tornillos). En el interior de las calderas de amasado y turboemulsores.

Grado primario: En la descarga abierta de la harina desde el dosificador a las calderas. Durante la manipulación de aditivos y adición manual de estos a las calderas se producen pequeños escapes de grado primario.

Grado secundario: Los ingredientes minoritarios y aditivos se guardan en sacos, que pueden originar pequeñas fugas poco frecuentes.

c) Influencia de las capas de polvo.

Se pueden esperar pequeñas acumulaciones de polvo alrededor del silo de dosificación y las calderas. Durante el desarrollo del proceso productivo normal se producen pequeñas capas de polvo en maquinaria y suelo.

Origen de las capas: de fuentes primarias y secundarias.

Perturbaciones: frecuentes (zona de trabajo de personal y movimientos de cubas). El sistema de ventilación forzada

Limpieza: el nivel de mantenimiento y limpieza de la zona de batidos se puede considerar regular ya que las capas de polvo no son insignificantes pero tiene una vida corta (limpieza diaria por turno de trabajo)

d) Determinación del tipo de zona peligrosa.

Las fuentes de escape de grado continuo originan zona 20, los escapes de grado primario zona 21 y los escapes de grado secundario zona 22.

e) Estimación de la extensión de la zona.

Se tomará normalmente una distancia de 1 metro alrededor de la fuente de escape y hasta el suelo o superficie sólida. La presencia de polvo depositado en forma de capas lleva a definir la extensión de la zona clasificada hasta los límites que se extienda la capa de polvo.

f) Clasificación del lugar peligroso.

ZONA 20 : El interior de las tubería de transporte, el interior de las calderas y turboemulsosores.

ZONA 21: La zona de la dosificadora y 3 metros alrededor de ellas debido al continuo trasvase de producto, que origina alrededor de las calderas una capa de polvo notable.

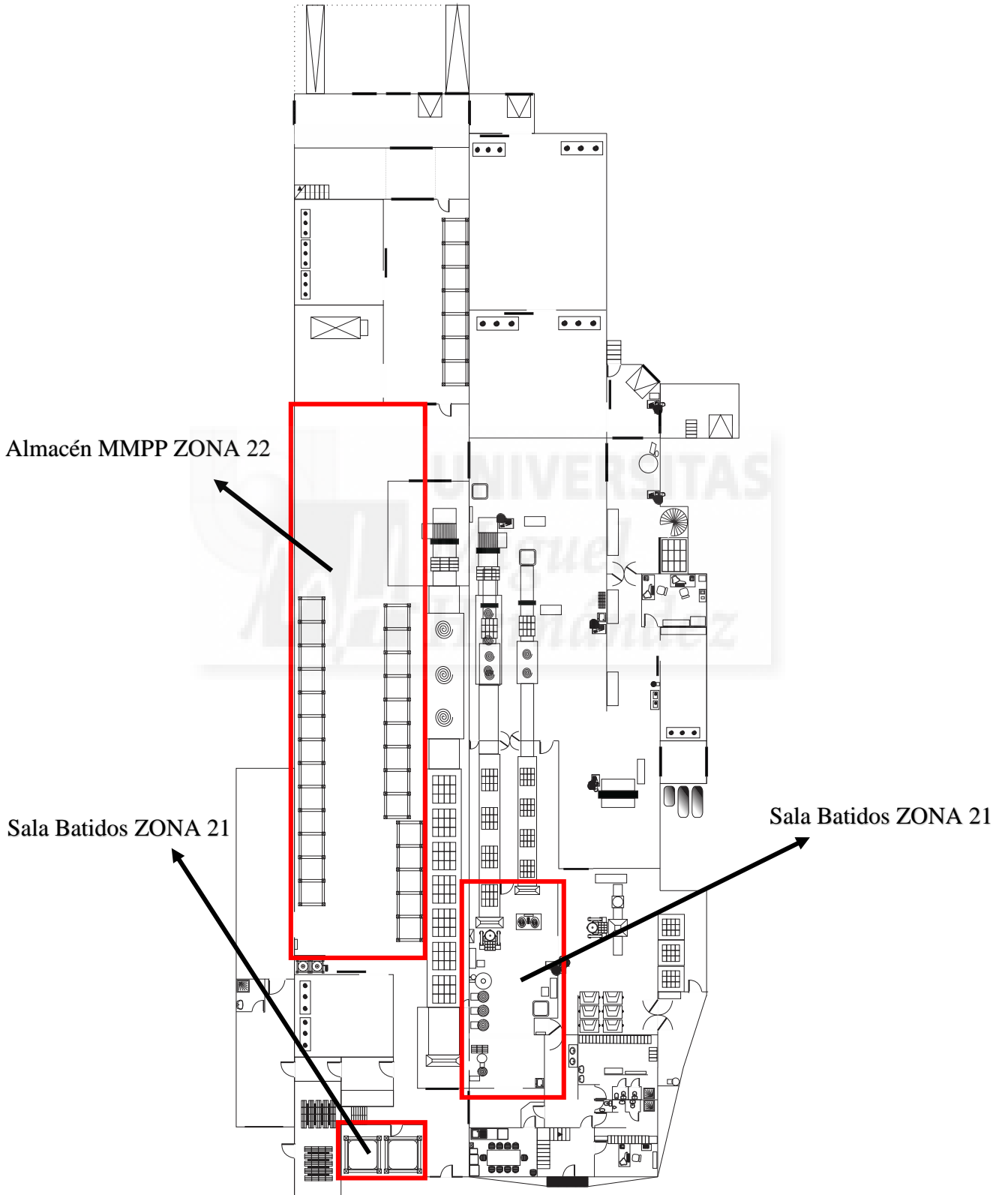
ZONA 22 : la zona de almacenamiento de ingredientes minoritarios y aditivos. La puerta de comunicación con silos y 1 m a su alrededor, 1 m alrededor de la zona 21 de las mezcladoras. En principio se considera que la limpieza establecida es suficiente para evitar la aparición de polo depositado en el suelo del resto del espacio.



TABLA RESUMEN FUENTES DE ESCAPE

TABLA DE FUENTES DE ESCAPE													
FUENTES DE ESCAPE		GRADO ESCAPE	SUSTANCIA			VENTILACIÓN			EMPLAZAMIENTO PELIGROSO				OBSERVACIONES
DESCRIPCIÓN	LOCALIZACIÓN		NOMBRE	Tº Y P DE OPERACIÓN	ESTADO	TIPO	GRADO	DISPONIBILIDAD	TIPO DE ZONA	EXTENSIÓN DE LA ZONA		REFERENCIA	
										VERTICAL	HORIZONTAL		
Carga y limpieza del silo	Silo	Primario	Harina	Ambiente	Sólido	Natural	Baja	No disponible	20 o 21	1 m	1 m		
Tuberías neumáticas de transporte	Silo	Secundario	Harina	Ambiente	Sólido	Natural	Baja	No disponible	20 o 21				
Dosificadora harina	Sala batidos	Continuo	Harina	Ambiente	Sólido	Forzada	Alta	Disponible	21	3 m	3 m		
Tuberías neumáticas de transporte	Sala de batidos	Secundario	Harina	Ambiente	Sólido				20				
Dosificación manual de harinas y aditivos	Sala de batidos	Primario	Harina	Ambiente	Sólido	Forzada	Alta	Disponible	21	3 m	3 m		
Almacén de materia prima	Almacén	Secundario	Harina	Ambiente	Sólido	Natural	Baja	Disponible	22				

Teniendo en cuenta los datos anteriores, la distribución de zonas en el centro de trabajo de la empresa se puede ver en los planos adjuntos:



5.10. Evaluación de riesgos de explosión

De acuerdo con las características de las instalaciones y las sustancias utilizadas en los procesos objeto de análisis, y que han sido descritas en el apartado precedente, se ha aplicado un método sistemático para determinar de forma cualitativa los eventuales riesgos de explosión.

Para ello, se han analizado en cada instalación de forma individual, los diferentes elementos que la componen, y para cada uno de ellos la influencia de los factores que determinan la aparición de riesgos de explosión.

Para que exista este riesgo, es necesario que se den simultáneamente:

- Presencia de sustancias inflamables con un elevado grado de dispersión.
- Concentración en oxígeno de las sustancias inflamables dentro de sus límites de explosividad.
- Presencia de una cantidad peligrosa de atmósfera explosiva.
- Presencia de una fuente de ignición efectiva.

La presencia o formación de una atmósfera explosiva se pondrá de manifiesto en diferentes circunstancias, que habrá que valorar.

Por otra parte, la presencia de fuentes de ignición también será objeto de estudio. En el caso de que el análisis realizado manifieste que no se dan las circunstancias arriba enumeradas, no será necesario adoptar medidas adicionales de protección contra explosiones, ya que no existiría tal riesgo.

En el supuesto contrario, es decir, cuando efectivamente se den dichas circunstancias y en consecuencia haya riesgo de explosión, será necesario evaluar la probabilidad y posibles consecuencias de la misma, así como adoptar medidas adicionales de protección contra explosiones.

En general podemos determinar que la coexistencia de concentración suficiente en el ambiente de material inflamable y la presencia de fuentes eficaces de ignición, serán las que determinarán la probabilidad de inflamación de la mezcla.

El sistema de evaluación utilizado es el método RASE (Risk Assessment of Unit Operations and Equipment).

Para determinar el nivel de riesgo se consideran dos factores:

La **probabilidad** de que se materialice un evento.

Las **consecuencias** que ello tendría.

La **probabilidad** de que se materialice un evento puede ser:

FRECUENTE	Ocurre continuamente
PROBABLE	Ocurre varias veces en la vida del sistema
OCASIONAL	Ocurre alguna vez en la vida del sistema
REMOTO	Improbable pero podría ocurrir en la vida del sistema
IMPROBABLE	Es muy improbable pero , por lo que puede que no se produzca nunca

Estos valores vendrían dados por la siguiente matriz:

		Duración de la atmósfera explosiva		
		t > 1000 horas	10 < t < 1000 horas	t < 10 horas
Efectividad de la medida correctora sobre la fuente de ignición	No efectiva	Frecuente	Frecuente	Probable
	Efectividad dudosa	Probable	Probable	Ocasional
	Efectiva	Ocasional	Remoto	Improbable

Las consecuencias generadas por una explosión se pueden clasificar en :

CATASTROFICO	Muerte o pérdida de la instalación
MAYOR	Daños severas en personas (accidente o enfermedad) o instalaciones
MENOR	Daños menores en personas (accidente o enfermedad) o instalaciones
DESPRECIABLE	Daños mínimos en personas o instalaciones

Que se obtendrían de la matriz que aparecen a continuación

		DAÑOS EN LAS INSTALACIONES			
		100	60	25	10
EXPOSICION	100	CATASTROFICO	CATASTROFICO	CATASTROFICO	MAYOR
	60	CATASTROFICO	MAYOR	MAYOR	MAYOR
	25	CATASTROFICO	MAYOR	MENOR	MENOR
	10	MAYOR	MAYOR	MENOR	DESPRECIABLE

De acuerdo con todo lo anterior, el criterio para definir el nivel de riesgo de un evento en función de la probabilidad de que la situación tenga lugar y de las consecuencias que ello genera, sería la siguiente:

		Consecuencias			
		Catastrófico	Mayor	Menor	Despreciable
Probabilidad	Frecuente	A	A	A	C
	Probable	A	A	B	C
	Ocasional	A	B	B	D
	Remoto	A	B	C	D
	Improbable	B	C	C	D

La identificación de los niveles de riesgo de la tabla anterior sería la siguiente:

Nivel de riesgo	Significado	Consecuencias
A	Intolerable	La instalación no está en condiciones de uso seguro. Es absolutamente indispensable adoptar medidas de protección adicionales
B	Intermedio	La instalación se debe usar, pero se deben adoptar medidas de protección contra explosiones

C	Tolerable	La instalación se puede usar, pero sería aconsejable la adopción de medidas de protección adicionales
D	Despreciable	No es necesario adoptar medidas adicionales

TIPOS DE FUENTES DE IGNICIÓN:

En la norma europea EN 1127-1 se distinguen trece fuentes de ignición:

- Superficies calientes.
- Llamas y gases calientes
- Chispas de origen mecánico
- Material eléctrico
- Corrientes eléctricas parasitarias, protección contra la corrosión catódica
- Electricidad estática
- Rayo
- Campos electromagnéticos comprendidos en una gama de 9 kHz a 300 GHz
- Radiación electromagnética comprendida en una gama de 300 GHz a 3×10^{16} Hz, o longitudes de onda de $0,1 \times 10^{-6}$ m (rango del espectro óptico)
- Radiación ionizante
- Ultrasonidos
- Compresión adiabática, ondas de choque, gases circulantes
- Reacciones químicas

A continuación adjuntamos unas tablas en las que se indican la evaluación de riesgos de explosión en cada una de las zonas de la empresa:

EQUIPO		SILO		OCURRENCIA	OPERACIÓN CARGA DEL SILO (TRIMESTRAL)		
Nº	LOCALIZACIÓN	FUENTE IGNICIÓN	CAUSA	MEDIDA	PROBABILIDAD	CONSECUENCIAS	NIVEL RIESGO
1	Exterior	Electricidad estática	Carga del silo mediante camión	Aplicar las medidas de seguridad durante la carga del silo mediante camión. Puesta a tierra	Improbable	Mayor	C
2	Interior	Material eléctrico	Utilización teléfono móvil	Prohibición de utilizar teléfono móvil en el interior de la sala del silo durante la descarga	Improbable	Mayor	C
3	Interior	Material eléctrico	Posible deficiencia en la instalación eléctrica	Comprobar la adecuación de la instalación eléctrica de la sala del silo	Improbable	Mayor	C
4	Interior	Electricidad estática	Vestuario inadecuado	Utilizar calzado y ropa antiestática durante la carga en el interior del silo	Improbable	Mayor	C
5	Exterior	Llamas y gases calientes	Operaciones de soldadura en las proximidades del silo	Permisos de trabajo y aislamiento de la zona	improbable	Mayor	C

EQUIPO		SILO		OCURRENCIA	LIMPIEZA DEL SILO (SEMESTRAL)		
Nº	LOCALIZACIÓN	FUENTE IGNICIÓN	CAUSA	MEDIDA	PROBABILIDAD	CONSECUENCIAS	NIVEL RIESGO
1	Interior	Electricidad estática	Limpieza del silo	Utilizar en todo momento herramientas manuales para la limpieza interior del silo	Improbable	Mayor	C
2	Interior	Material eléctrico	Utilización teléfono móvil	Prohibición de utilizar teléfono móvil en el interior de la sala del silo durante la descarga	Improbable	Mayor	C
3	Interior	Material eléctrico	Posible deficiencia en la instalación eléctrica	Comprobar la adecuación de la instalación eléctrica de la sala del silo	Improbable	Mayor	C
4	Interior	Electricidad estática	Vestuario inadecuado	Utilizar calzado y ropa antiestática durante la carga en el interior del silo	Improbable	Mayor	C
5	Interior	Electricidad estática	Limpieza del silo	Utilizar en todo momento herramientas manuales para la limpieza interior del silo	Improbable	Mayor	C

EQUIPO		SILO		OCURRENCIA	DIARIAMENTE		
Nº	LOCALIZACIÓN	FUENTE IGNICIÓN	CAUSA	MEDIDA	PROBABILIDAD	CONSECUENCIAS	NIVEL RIESGO
1	Interior	Material eléctrico	Utilización teléfono móvil	Prohibición de utilizar teléfono móvil en el interior de la sala del silo durante la descarga	Improbable	Mayor	C
2	Interior	Material eléctrico	Posible deficiencia en la instalación eléctrica	Comprobar la adecuación de la instalación eléctrica de la sala del silo	Improbable	Mayor	C
3	Interior	Electricidad estática	Vestuario inadecuado	Utilizar calzado y ropa antiestática durante la carga en el interior del silo	Improbable	Mayor	C

EQUIPO		EQUIPOS DE LA SALA DE BATIDOS		OCURRENCIA	DIARIAMENTE		
Nº	LOCALIZACIÓN	FUENTE IGNICIÓN	CAUSA	MEDIDA	PROBABILIDAD	CONSECUENCIAS	NIVEL RIESGO
1	Sala de batidos	Electricidad estática	Falta de puesta a tierra en los equipos de trabajo de la sala de batidos	Todos los equipos de trabajo de la sala de batidos deberán disponer de toma a tierra	Remoto	Mayor	B
2	Sala de batidos	Electricidad estática	Vestuario inadecuado	Utilizar calzado y ropa antiestática durante la carga en el interior del silo	Remoto	Mayor	B
3	Sala de batidos	Material eléctrico	Posible deficiencia en la instalación eléctrica	Comprobar la adecuación de la instalación eléctrica de la sala del silo	Improbable	Mayor	C
4	Sala de batidos	Llamas y gases calientes	Operaciones de soldadura en las proximidades del silo	Permisos de trabajo y aislamiento de la zona	improbable	Mayor	C
1	Sala de batidos	Material eléctrico	Falta de adecuación del a maquinaria al RD 400/1996 y RD 1215	Adecuación de los equipos a la normativa referenciada	Improbable	Mayor	C

5.11. Medidas de protección

De acuerdo al R.D. 681/2003 estableceremos que las medidas correctoras las podemos subdividir en dos grandes grupos:

MEDIDAS TÉCNICAS: son aquellas que impiden la formación de atmósferas explosivas, evitan su posible ignición o atenúan los efectos de eventuales explosiones hasta asegurarla salud y seguridad de los trabajadores.

MEDIDAS ORGANIZATIVAS: mediante las mismas se define la estructuración del trabajo, de forma que no se pueda exponer a los trabajadores a riesgos de explosión.

Las medidas correctoras siempre se adoptarán siguiendo el siguiente orden de prioridad:

- a) Medidas para prevenir la formación de atmósferas explosivas
- b) Medidas para prevenir la presencia de fuentes de ignición efectivas
- c) Medidas para la limitación de los efectos de explosiones
- d) Medidas de control de procesos
- e) Medidas organizativas para la protección contra explosiones

5.11.1. Medidas técnicas

MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE ATMÓSFERAS EXPLOSIVAS

La prevención de atmósferas explosivas peligrosas siempre se antepone a cualquier otro tipo de medida de protección contra explosiones. Se pueden destacar los siguientes tipos de medidas:

- a) Eliminación de sustancias inflamables presentes en los procesos.
- b) Limitación de las concentraciones de sustancias inflamables.
- c) Inertización.
- d) Prevención o reducción de la formación de atmósferas explosivas en las inmediaciones de las instalaciones.
- e) Eliminación de posibles depósitos de polvo.
- f) Utilización de aparatos detectores o avisadores de gas.

MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE FUENTES DE IGNICIÓN

Para que se produzca una explosión es necesaria la coexistencia de una atmósfera explosiva y de una fuente de ignición efectiva.

Para determinar las medidas de protección eficaces deben conocerse los diferentes tipos de fuentes de ignición y su modo de acción. Se ha calculado la probabilidad de que una atmósfera explosiva peligrosa coincida en el tiempo y en el espacio con una fuente de ignición, y a partir de ahí se ha determinado la envergadura de las medidas de protección necesarias.

Las fuentes de ignición ya las hemos enunciado anteriormente.

MEDIDAS PARA LA LIMITACIÓN DE LOS EFECTOS DE EXPLOSIONES

En algunas ocasiones, las medidas para prevenir la formación de atmósferas explosivas y las fuentes de ignición no van a garantizar una reducción de riesgo suficiente.

Entonces deben adoptarse medidas que limiten los efectos de una explosión hasta un nivel no peligroso.

Figuran entre tales medidas:

- a) construcción resistente a la explosión
- b) descarga de la explosión
- c) supresión de la explosión
- d) prevención de la propagación de las llamas y de la explosión

ORIGEN		CARGA SILO			EQUIPO	SILO	
Nº	Medida adoptada	Descripción medida	Ubicación	Prioridad	Responsable	Fecha prevista	Fecha finalización
1	Prevención	Aplicar las medidas de seguridad durante la carga del silo mediante camión. Puesta a tierra	Exterior	Alta	Empresa		
2	Prevención	Prohibición de utilizar teléfono móvil en el interior de la sala del silo durante la descarga	Sala silos	Alta	Empresa		
3	Prevención	Comprobar la adecuación de la instalación eléctrica de la sala del silo	Sala silos	Alta	Empresa		
4	Prevención	Utilizar calzado y ropa antiestática durante la carga en el interior del silo	Sala silos	Alta	Empresa		
5	Organizativa	Permisos de trabajo y aislamiento de la zona	Sala silos	Alta	Empresa		

ORIGEN		LIMPIEZA SILO			EQUIPO	SILO	
Nº	Medida adoptada	Descripción medida	Ubicación	Prioridad	Responsable	Fecha prevista	Fecha finalización
1	Prevención	Utilizar en todo momento herramientas manuales para la limpieza interior del silo	Sala silos	Alta	Empresa		
2	Prevención	Prohibición de utilizar teléfono móvil en el interior de la sala del silo durante la descarga	Sala silos	Alta	Empresa		
3	Prevención	Comprobar la adecuación de la instalación eléctrica de la sala del silo	Exterior	Alta	Empresa		
4	Prevención	Utilizar calzado y ropa antiestática	Sala silos	Alta	Empresa		
5	Organizativa	Utilizar en todo momento herramientas manuales para la limpieza interior del silo	Sala silos	Alta	Empresa		

ORIGEN		FUGA SISTEMA NEUMÁTICO DURANTE USO NORMAL			EQUIPO	SILO	
Nº	Medida adoptada	Descripción medida	Ubicación	Prioridad	Responsable	Fecha prevista	Fecha finalización
1	Prevención	Comprobar la adecuación de la instalación eléctrica de la sala del silo	Sala silos	Alta	Empresa		
2	Prevención	Se establecerá un programa de mantenimiento preventivo de las instalaciones de transporte neumático de la sala del silo	Sala silos	Alta	Empresa		

ORIGEN		TRABAJO NORMAL SALA DE BATIDOS			EQUIPO	SILO	
Nº	Medida adoptada	Descripción medida	Ubicación	Prioridad	Responsable	Fecha prevista	Fecha finalización
1	Prevención	Comprobar que todos los equipos tengan toma de tierra, y su adecuación para su uso en atmósferas explosivas	Sala batidos	Medi-alta	Empresa		
2	Prevención	Utilizar calzado y ropa antiestática	Sala batidos	Medi-alta	Empresa		
3	Prevención	Comprobar la adecuación de la instalación eléctrica	Sala batidos	Alta	Empresa		
4	Organizativa	Disponer de permisos de trabajo para la realización de tareas de soldadura en las inmediaciones de la sala	Sala batidos	Alta	Empresa		

ORIGEN		FUGAS O DERRAMES EN SALA DE BATIDOS			EQUIPO	EQUIPOS SALA BATIDOS	
Nº	Medida adoptada	Descripción medida	Ubicación	Prioridad	Responsable	Fecha prevista	Fecha finalización
1	Prevención	Adecuación de los equipos a la normativa de referencia (RD 1215/1997 y RD 400/1996)	Sala batidos	Medi-alta	Empresa		

5.11.2. Medidas organizativas

Cuando en un lugar de trabajo no se haya podido, mediante la adopción de medidas técnicas, eliminar completamente el riesgo potencial de explosión, será necesario adicionalmente incorporar medidas de organización del trabajo.

Estas medidas deben regular la forma en que se deben llevar a cabo los trabajos en un área con riesgo de explosión, de forma que se garantice la seguridad y salud de los trabajadores.

Deben implantarse medidas organizativas en los siguientes campos:

- a) Elaboración de instrucciones de trabajo por escrito
- b) Instrucciones y cualificación de los trabajadores, sobre la protección contra explosiones
- c) Aplicación de un sistema de “permiso de trabajo” en trabajos peligrosos
- d) Realización de trabajos de mantenimiento
- e) Donde proceda, marcado de las zonas de riesgo

5.11.2.1. Requisitos básicos para las inspecciones de las instalaciones eléctricas

- a) Personal con formación específica (UNE-EN 60079-17).
- b) Realizadas por personal experimentado.
- c) Instrucciones conocidas sobre:
 - modos de protección
 - prácticas de instalación
 - normas aplicables
 - reglamentos aplicables
 - principios generales de clasificación de emplazamientos
- d) Realizar formación continua de educación y entrenamiento del personal.

- A) INSPECCIONES A REALIZAR: periódicas regulares.
- a. Supervisión continua por personal cualificado. Si procede, hacer mantenimiento.
 - b. Inspección instalación después de cualquier trabajo sobre ella.
- B) TIPO DE INSPECCIÓN: registrar y conservar resultados.
- a. Iniciales: a modo de comprobación
 - b. Periódicas: visuales. Pueden dar lugar a detalladas
 - c. Por muestreo: visuales, cernadas o detalladas.
- C) PERIÓDICAS. CUALIFICACIÓN DE LOS TRABAJADORES:
- a. Conocimiento de la clasificación emplazamientos
 - b. Conocimiento técnico suficiente y buena comprensión de los requisitos teóricos y prácticos de los equipos e instalaciones
 - c. No necesario que pertenezcan a un organismo exterior independiente
- D) CONTÍNUAS. PERSONAL CUALIFICADO:
- a. Familiarizado con el concepto de supervisión continua y análisis de ésta.
 - b. Deben tener en cuenta el estado de la instalación y de todas las modificaciones que puedan intervenir.
- E) GRADO DE INSPECCIÓN
- a. Visual. Se pueden hacer con el material en tensión.
 - b. Cercano. Se puede hacer con el material en tensión
 - c. Detallada. Desconexión del material.
- F) PERSONAS RESPONSABLES Y CUALIFICADAS TÉCNICAMENTE
- a. Comprensión en ingeniería eléctrica implicada
 - b. Comprensión práctica de los principios y técnicas contra explosiones
 - c. Comprensión y capacidad de evaluación de esquemas de ingeniería

- d. Conocimiento del trabajo y normas pertinentes UNE-EN 60079-10-1, UNE 60079-14 y UNE 60079-19.
- e. Conocimientos sobre calidad, auditorías, documentación, trazabilidad, calibración...
- f. Deben implicarse en la dirección de los equipos de trabajo y asegurarse de las cualificaciones pertinentes de éstos.

5.11.2.2. Requisitos para las operaciones de reparación de equipos

Los establecimientos de reparación de quipos deben de cumplir con las instrucciones enumeradas en la norma UNE-EN 60079-19.

5.11.2.3. Coordinación de actividades empresariales

Obligatoria según lo establecido en el artículo 6 del R.D. 681/2006.

Cada empresario deberá adoptar las medidas necesarias para la protección de la salud y la seguridad de sus trabajadores, incluidas las medidas de cooperación y coordinación a que hace referencia el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales (RD 171/2004), en materia de coordinación de actividades empresariales.

En aquellas ocasiones en las que se recurra a trabajadores procedentes de una empresa de trabajo temporal, el empresario principal debería de garantizar que se cumple el artículo 4 del RD 216/1999, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en el trabajo en el ámbito de las empresas de trabajo temporal.

5.11.2.4. Instrucciones de servicio

- a. Son disposiciones y normas de comportamiento vinculantes de la actividad
- b. Las elabora y entrega el empresario
- c. Identificados los peligros y medidas protectoras
- d. Redacción sencilla y entendible por trabajadores

5.11.2.5. Cualificación suficiente de los trabajadores

En cada lugar de trabajo es preciso disponer del número suficiente de trabajadores que dispongan de la experiencia y formación necesarias en materia de protección contra explosiones para poder ejecutar las tareas que tienen encomendadas.

5.11.2.6. Formación de los trabajadores

- a. Organizada por el empresario
- b. Informar de riesgos de explosión
- c. Informar medidas de protección
- d. Informar puntos en los que puede haber explosiones
- e. Informar manipulación correcta de equipos.
- f. Formación para ejecutar tareas de forma segura.
- g. Señalización correcta y EPI's a usar
- h. Instrucciones de servicio

Hay que hacerla (Directiva 89/391/CEE):

- a. A la contratación del personal
- b. Al trasladar o modificar las tareas del personal
- c. Al modificar o introducir mejoras en los equipos de trabajo
- d. Al introducir nueva tecnología

Se debe hacer en intervalos apropiados (ej, anual), e impartida por personal capacitado.

5.11.2.7. Vigilancia de los trabajadores

En los ámbitos de trabajo en que puedan formarse atmósferas explosivas en cantidades que amenacen la seguridad y salud de los trabajadores, debe asegurarse la vigilancia apropiada durante la presencia de trabajadores, de conformidad con la evaluación de riesgos, mediante la utilización de los medios técnicos apropiados.

5.11.2.8. Sistema de permisos de trabajo

Si se van a realizar trabajos que puedan dar lugar a explosión.

Autorización por responsable.

Firmado por todos los participantes.

Debe de incluir, como mínimo:

- a) Lugar exacto en el que se hagan los trabajos
- b) Trabajo a efectuar
- c) Riesgos
- d) Precauciones
- e) EPI's necesarios
- f) Inicio y fin de los trabajos (previsión)
- g) Aceptación, confirmación y comprensión
- h) Procedimiento de extensión o relevo de turno
- i) Retorno de la instalación para comprobación y reanudación del servicio
- j) Cancelación, instalación probada y reanudación del servicio
- k) Parte de anomalías detectadas

Al finalizar, hay que comprobar si se mantiene o se ha restablecido la seguridad de la instalación. Además, hay que informar a todos los participantes sobre la finalización del trabajo.

5.11.2.9. Mantenimiento

- Operaciones de reparación, conservación, inspección o verificación.
- Debe haber información a todos los participantes y autorización firmada.
- Personal capacitado para ello.
- Entrañan riesgo elevado de accidentes. Adoptar medidas de protección antes, durante y después de su realización
- A ser posible, separar mecánica y/o eléctricamente los aparatos o partes de la instalación que pudieran provocar una explosión al conectarse involuntariamente éstos.
- Si hay riesgo de ignición en atmósferas explosivas, deberá excluirse la presencia de una atmósfera explosiva peligrosa.

- Vaciar, salvo circunstancias excepcionales y adoptando otras medidas, las partes de la instalación objeto del trabajo. Limpiarlas y enjuagarlas para que estén libres de sustancias inflamables.
- Con chispas: apantallamiento de las zonas.
- Al finalizar: asegurarse de que las medidas preventivas están activadas.

5.11.2.10. Señalización atmósferas potencialmente explosivas

Directiva 1999/92/CE: Accesos a zonas con riesgo de atmósferas explosivas.



La señalización puede completarse con otras explicaciones.
Pueden colocarse otras señales de advertencia.

5.12. Marcado de los equipos

Los equipos se dividen en diferentes grupos y categorías, en función del uso previsto y del nivel de protección que ofrecen respectivamente.

De acuerdo con el tipo de zona se instalarán en función del modo de protección que resulte adecuado, categoría, grupo de gas y temperatura superficial máxima que pueda alcanzar en funcionamiento normal.

A. GRUPOS DE APARATOS

En base al uso previsto, y de acuerdo a la norma UNE-EN 60079-0 y UNE-EN 60079-14, los aparatos se dividen en los siguientes grupos:

- **Grupo I:** incluye aquellos aparatos destinados a utilizarse en trabajos subterráneos en las minas y en las partes de sus instalaciones de superficie en las que exista peligro debido al grisú o a polvos explosivos.
- **Grupo II:** incluye aquellos aparatos destinados al uso en otros lugares en los que pueda haber peligro de formación de atmósferas explosivas por presencia de gases.
- **Grupo III:** incluye aquellos aparatos destinados al uso en otros lugares en los que pueda haber peligro de formación de atmósferas explosivas por presencia de polvo.

B. CATEGORÍAS DE LOS EQUIPOS

Según el R.D. 400/1996, los equipos del grupo II y III a su vez, en función del grado de seguridad que ofrecen, se dividen en las siguientes categorías:

- **Categoría 1:** comprende los aparatos diseñados para poder funcionar dentro de los parámetros operativos fijados por el fabricante y asegurar un nivel de protección muy alto para su uso previsto en emplazamientos donde sea muy probable que se produzcan de forma constante, duradera o frecuente atmósferas explosivas debidas a mezclas de aire con gases, vapores, nieblas o mezclas aire/polvo.
- **Categoría 2:** comprende los aparatos diseñados para poder funcionar dentro de los parámetros operativos fijados por el fabricante y asegurar un nivel de protección alto para su uso previsto en emplazamientos donde sea probable que se produzcan atmósferas explosivas debidas a mezclas de aire con gases, vapores, nieblas o mezclas aire/polvo.
- **Categoría 3:** comprende los aparatos diseñados para poder funcionar dentro de los parámetros operativos fijados por el fabricante y asegurar un nivel de protección normal para su uso previsto en emplazamientos donde sea poco probable que se produzcan atmósferas explosivas debidas a mezclas de aire con gases, vapores, nieblas o mezclas aire/polvo, y donde, con arreglo a toda probabilidad, su formación sea infrecuente y su presencia sea de corta duración.

6. Conclusiones

A la vista del presente informe podemos concluir:

- a) La empresa utiliza harina de trigo, siendo ésta una sustancia inflamable.
- b) El nivel de riesgo en la empresa es el C, por lo que es aconsejable la adopción de medidas de protección adicionales.
- c) Deben de ponerse en marcha las medidas técnicas preventivas identificadas en el documento.

7. Referencias bibliográficas

- Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales.
- RD 400/1996 sobre disposiciones de aplicación de la Directiva del Parlamento Europeo y del consejo 94/9/CE relativa a los aparatos y sistemas de protección para uso en atmósferas explosivas.
- Directiva 94/9/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, relativa a los aparatos y sistemas de protección para uso en atmósferas explosivas.
- Real Decreto 1215/1997 disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 216/1999 sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 842/2002 Reglamento electrotécnico de baja tensión
- R.D. 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.
- Guía técnica R.D. 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.
- Directiva 1999/92/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, 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 atmósferas explosivas.

- R.D. 171/2004 por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales.
- R.D. 1644/2008 por el que se establecen las normas de comercialización y puesta en servicio de las máquinas.
- Directiva 2006/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 17 de mayo de 2006, relativa a las máquinas y por la que se modifica la Directiva 95/16/CE.
- Norma UNE-EN 60079-10-1 Atmósferas explosivas. Parte 10-1: Clasificación de emplazamientos peligrosos. Atmósferas explosivas gaseosas.
- Norma UNE-EN 60079-10-1 Atmósferas explosivas. Parte 10-2: Clasificación de emplazamientos peligrosos. Atmósferas explosivas de polvo.
- Norma UNE-EN 60079-14 Atmósferas explosivas. Parte 14: Diseño, elección y realización de las instalaciones eléctricas.
- Norma UNE-EN 2020003-20 IN Parte 20: Datos de gases y vapores inflamables en relación con el uso de material eléctrico.
- Norma UNE-EN 60079-17, Material eléctrico para atmósferas de gas explosivas – Parte 17: Inspección y mantenimiento de instalaciones eléctricas en áreas peligrosas (con excepción de las minas).
- Norma UNE-EN 60079-19. Atmósferas explosivas. Parte 19: Reparación, revisión y reconstrucción de material.
- Guía de buenas prácticas de carácter no obligatorio para la aplicación de la Directiva 1999/92/CE del Parlamento Europeo y del Consejo 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 atmósferas explosivas.
- Escuer Ibars, Francesc. García Torrent, Javier. Clasificación de zonas en atmósferas explosivas. Colegio de Ingenieros Técnicos Industriales de Barcelona; 2005.
- UNE 202003-20. Material eléctrico para atmósferas de gas explosivas. Parte 20: Datos de gases y vapores inflamable en relación con uso de material eléctrico.
- Informe UNE 202007:2006 IN. Guía de aplicación de la norma UNE-EN 60079-10. Material eléctrico para atmósferas de gas explosivas. Clasificación de emplazamientos peligrosos.

- UNE-EN 1127-1. Atmosferas explosivas. Prevención y protección contra la explosión. Parte 1: Conceptos básicos y metodología.
- UNE-EN 14373. Sistemas de supresión de explosiones.
- UNE-EN 14460. Equipos resistentes a las explosiones.
- UNE-EN 14491. Sistemas de protección por venteo de explosiones.
- UNE-EN 14797. Dispositivos de venteo de explosiones.
- UNE-EN 14994. Sistemas de protección por venteo contra las explosiones de gas.
- UNE-EN 15089. Sistemas de aislamiento de explosión.
- UNE-EN 60079-0. Material eléctrico para atmósferas de gas explosivas. Parte 0: Requisitos generales.
- EN 600-20-1. Atmósferas explosivas. Características de los materiales. Clasificación de los gases y vapores, métodos y datos de ensayo.
- UNE-EN 60079-26. Atmósferas explosivas. Material con nivel de protección de material (EPL) Ga.
- IEC 60079-12. Material eléctrico para atmósferas explosivas. Parte 12: clasificación de las mezclas de gases o vapores y aire de acuerdo a su intersticio máximo experimental de seguridad y corriente mínima de ignición.
- NTP 330. Sistema simplificado de evaluación de riesgos de accidente.
- NTP 826 EI. Documento de protección contra explosiones (DPCE).
- NTP 876 Evaluación de los riesgos específicos derivados de las atmósferas explosivas (ATEX).