

# Se

SEGURIDAD

## Aplicación de la Directiva ATEX 100 a una línea de envasado de líquidos inflamables

*Después de repasar cómo se origina una explosión y la normativa existente sobre seguridad, se expone un análisis práctico de los pasos seguidos para determinar la clasificación y protecciones necesarias para el envasado de productos líquidos inflamables en una planta química de acuerdo con la Directiva Comunitaria para atmósferas explosivas (ATEX 100).*



**J. P. Baquer Lacuela**  
Director Técnico  
TEYMASA

**PARA EL ENVASADO DE** líquidos inflamables, existen varias máquinas con las que se puede trabajar, dependiendo del tamaño del envase y de la producción deseada. En las Figuras 1 a 4 pueden verse diferentes tipos de máquinas envasadoras.

En todos los casos, la adaptación a la Directiva ATEX 100 es posible.

Con las directivas de seguridad en máquinas y las directivas de equipos y sistemas de protección para uso en atmósferas potencialmente explosivas, la Unión Europea (UE) ha sentado las bases para la unificación total de los requisitos de seguridad en instalaciones industriales (Tabla 1).

En España hay que tener en cuenta además, que, según el Real Decreto 842/2002, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (R.E.B.T.), se debe considerar la ITC-BT 29, donde se especifican las prescripciones particulares para las instalaciones eléctricas de los locales con riesgo de incendio y explosión.

Atmósfera explosiva (ATEX) se define como una mezcla:

- De sustancias inflamables en forma de gases, vapores, nieblas o polvos.
- con el aire.
- En las condiciones atmosféricas (normalmente  $-20^{\circ}\text{C}$  hasta  $+60^{\circ}\text{C}$  y un intervalo de presiones de 0,8 bar a 1,1bar).
- En la que, tras una ignición, la combustión se propaga a la totalidad de la mezcla no quemada.

### 1. La explosión y las medidas de protección en general

La reacción química espontánea entre una sustancia inflamable y el oxígeno, con gran liberación de energía, provoca una explosión. Las sustancias inflamables pueden estar presentes en forma de gas, niebla, vapor o polvo. Una explosión sólo puede desarrollarse si coinciden los tres factores mostrados en la Figura 5.

#### 1.1. Protección contra explosión primaria y secundaria

El principio de la protección integrada contra explosiones exige prever todas las medidas de protección contra explosiones siguiendo un orden predeterminado.

Para ello se hace la diferencia

Figura 1 Envasadora de garrafas



Figura 2 Envasadora de bidones



Figura 3 Envasadora automática de bidones



Figura 4 Envasadora sobre palet



entre las medidas de protección primarias y secundarias.

Bajo la denominación de protección primaria contra explosiones se entienden todas las medidas que evitan la aparición de una atmósfera explosiva.

¿Qué medidas de protección primaria pueden tomarse para reducir el riesgo de explosión al mínimo posible?:

- Evitar sustancias inflamables.
- Inertizar (adición de nitrógeno...)
- Limitar las concentraciones.
- Mejorar la ventilación.

La protección secundaria contra explosiones es necesaria cuando la primaria no es suficiente o es imposible:

1. Evitar la formación de atmósferas explosivas

2. Evitar la ignición de atmósferas explosivas.

3. Limitar las consecuencias de una explosión.

### 1.2. Terminología

- Temperatura de ignición. Es la temperatura más baja a la que se produce la ignición de una sustancia inflamable cuando se aplica el método de ensayo normalizado.

- Temperatura superficial máxima. Es la mayor temperatura alcanzada en servicio y en las condiciones más desfavorables por cualquier pieza o superficie del material eléctrico que pueda producir la ignición de la atmósfera circundante (Tabla 2).

- Energía mínima de ignición: Para la ignición de una atmósfera explosiva, se requiere el aporte de una energía determinada.

¿Y cómo puede producirse una ignición?:

- Superficies calientes.
- Llamas y gases calientes.
- Chispas por rozamiento o impacto de origen mecánico.
- Material eléctrico (chispas y arcos voltaicos).
- Corrientes eléctricas parasitarias.
- Electricidad estática.
- Rayo.
- Campos electromagnéticos.
- Radiación óptica.
- Reacciones químicas.

### 1.3. Clasificación de aparatos en grupos y categorías

Según donde se encuentren los aparatos, se clasifican en los siguientes grupos:

TABLA 1		
LEGISLACIÓN UE Y ESPAÑOLA CORRESPONDIENTE		
Directiva europea	Contenido	Legislación española
98/37/CE	Seguridad en máquinas	R.D. 1435/1992 y R.D. 56/1992 (Directivas anteriores)
94/9/CE (ATEX 100)	Equipos y sistemas de protección destinados a ser utilizados en atmósferas potencialmente explosivas	R.D. 400/1996
1999/92/CE (ATEX 137)	Prescripciones mínimas para el mejoramiento de la seguridad y la salud de los trabajadores expuestos al riesgo de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo	R.D. 681/2003

**BAJO LA DENOMINACIÓN DE PROTECCIÓN PRIMARIA CONTRA EXPLOSIONES SE ENTIENDEN TODAS LAS MEDIDAS QUE EVITAN LA APARICIÓN DE UNA ATMÓSFERA EXPLOSIVA**

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 puede haber peligro de formación de atmósferas explosivas.

Según las medidas de protección necesarias, los aparatos se clasifican en categorías.

En el caso de un gas, el número de la categoría irá seguido de una G, y en el de polvo, de una D. Por ejemplo, 2G y 1D grupo I.

- Categoría M1 (Minas):

En los aparatos de esta categoría,

en caso de fallo de una de las medidas integradas, al menos una segunda medida garantiza un nivel de seguridad suficiente; o bien, en caso de que se produzcan dos fallos independientes uno de otro, se garantiza un nivel de seguridad suficiente.

- Categoría M2 (Minas):

Las medidas de protección relativas a los productos de esta categoría ofrecen un nivel de seguridad suficiente durante el funcionamiento normal, incluso en condiciones de funcionamiento más problemáticas, en particular las que se derivan de un uso intenso del aparato y de un ambiente variable.

- Categoría 1G (Gas):

Los aparatos de esta categoría se caracterizan por integrar un medio de protección contra las explosiones leves que, en caso de fallo de uno de los medios integrados, al menos un segundo medio independiente asegure un nivel de seguridad suficiente; o bien, en caso de que se produzcan dos fallos independientes el uno del otro, se garantice un nivel de seguridad suficiente.

- Categoría 2G (Gas):

La protección contra explosiones relativa a los aparatos de esta categoría garantizará un nivel de seguridad suficiente, aún en caso de que se produzcan anomalías de funcionamiento o se trabaje en condiciones peligrosas que deban tenerse habitualmente en cuenta.

- Categoría 3G (Gas):

El diseño de los productos de esta categoría debe garantizar un nivel de seguridad suficiente durante su funcionamiento normal.

Figura 5 Factores de explosión



**1.4. Clasificación de áreas de riesgo**

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

Clasificación de las zonas para gases (con gases y vapores):

**ZONA 0:** Abarca aquellas zonas en las cuales hay presente de forma permanente o durante un largo tiempo una atmósfera peligrosa, que puede explotar.

**ZONA 1:** Abarca aquellas zonas en las cuales es probable, en condiciones normales de explotación, la formación ocasional de una atmósfera peligrosa, capaz de explotar.

**ZONA 2:** Comprende aquellas

zonas en las cuales no es probable, en condiciones normales de explotación, la formación de una atmósfera peligrosa capaz de explosionar, pero en caso de formarse, dicha atmósfera explosiva solo permanece durante breves periodos de tiempo.

**Modos de protección**

Las medidas aplicadas en el diseño y construcción del material eléctrico para evitar que éste provoque la ignición de la atmósfera circundante se recogen en la Tabla 3.

**Limites de explosividad**

En caso de sustancias inflamables, la atmósfera explosiva se forma cuando la concentración de dichas sustancias se sitúa dentro de un rango de concentración determinado.

En caso de concentraciones demasiado bajas (mezcla pobre) o altas (mezcla grasa), no se produce ninguna explosión, sino que tiene lugar una acción de combustión lenta o incluso nula.

Sólo en el rango comprendido entre los límites de explosividad superior e inferior, la mezcla reacciona con una explosión en caso de ignición.

En un recinto cerrado, incluso una atmósfera explosiva de escaso volumen puede provocar explosiones peligrosas (Fig. 6).

**2. Clasificación de áreas de envasado**

En base a la norma EN-60079-10, de agosto de 2003, sobre clasificación de áreas, se pueden distinguir las siguientes zonas en una instalación de envasado:

Zona 0: en el interior del envase, bidón o contenedor.

Zona 1: en un radio de la máquina entre 0,5 – 1m de la boca del envase, bidón/contenedor, dependiendo del caudal.

Zona 2: en las demás áreas de la envasadora.

De acuerdo con las hojas de especificaciones del producto en cada caso concreto, se utilizará para la clasificación, el producto con menor temperatura de autoignición.

En la planta de envasado se deberán tener en cuenta otras fuentes de escape que pueden modificar la clasificación de la propia llenadora.

TABLA 2

**CLASES DE TEMPERATURA**

Clase de temperatura	Temp. superficial máxima admisible	Temperatura de inflamación
T1	450°C	> 450°C
T2	300°C	> 300°C
T3	200°C	> 200°C
T4	135°C	> 135°C
T5	100°C	> 100°C
T6	85°C	> 85°C

TABLA 3

**CLASES DE PROTECCIÓN PARA EL MATERIAL ELÉCTRICO**

Clase de protecc.	Standard europeo	Descripción	Área de aplicación
EEXd	EN50018	Encapsulado antideflagante	ZONAS 1 Y 2
EEXq	EN50017	Protección en aislante pulverulento	ZONAS 1 Y 2
EEXe	EN50019	Seguridad aumentada	ZONAS 1 Y 2
EEXp	EN50016	Seguridad por presurización	ZONAS 1 Y 2
EEXo	EN50015	Inmersión en aceite	ZONAS 1 Y 2
EEXm	EN50028	Protección encapsulado en resina	ZONAS 1 Y 2
EEXia	EN50020	Seguridad intrínseca doble protección	ZONAS 0 1 Y 2
EEXib	EN50020	Seguridad intrínseca simple protección	ZONAS 1 Y 2

Las fuentes de escape asociadas a las operaciones son:

- Envasado de líquidos en envases, bidones y contenedores: Fuente de escape del tipo 1.

- Tapado de envases, bidones y contenedores en la zona de espera: Fuente de escape del tipo 2.

- Colocación y transporte de envases: Fuente de escape del tipo 3.

**2.1. Resumen de la clasificación de zonas**

Las fuentes de escape del tipo 1 y 2 generarán a su alrededor una zona 1 (II 2 G) y el marcado mínimo de los aparatos a instalar será CE xxxx Ex II2G (ia, ib, d, e, m) IIB T, a determinar según el producto.

Las fuentes de escape del tipo 3 generarán a su alrededor una zona 2 (II 3 G) y el marcado mínimo de

Figura 6 Rango de explosión



Figura 7 Envasadora para bidones sobre palet y contenedores

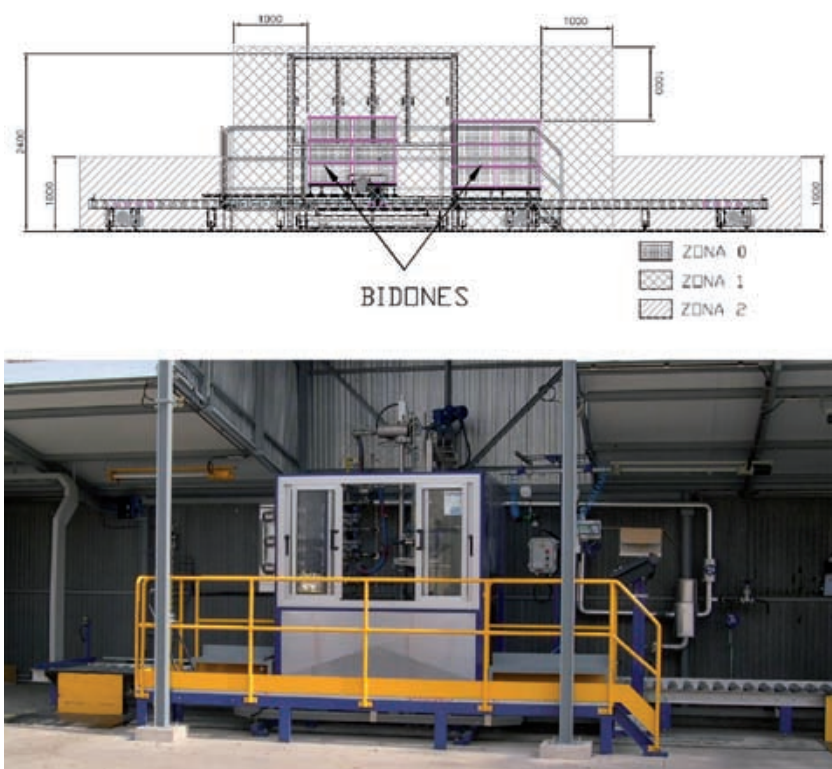


Figura 8 Envasadora sobre palet



los aparatos a instalar será CE xxxx Ex II3G Ex (ia, ib, d, e, m) IIB T, a determinar según el producto.

En las Figuras 7 y 8 se muestran detalles de una envasadora sobre palet.

### 3. Medidas adoptadas para la limitación del riesgo

Se deben utilizar materiales y aparatos eléctricos marcados según la clasificación de área realizada.

tos eléctricos marcados según la clasificación de área realizada.

#### 3.1. Control de la electricidad estática en el llenado de recipientes

Se generan cargas electrostáticas a causa de las circunstancias siguientes:

- Movimiento del producto por

el interior de la tubería, incluyendo filtros, válvulas y bombas (antes de llegar a la máquina de envasado, el producto se ha cargado electrostáticamente).

- Salpicaduras y turbulencias durante el llenado del recipiente.
- Rozamiento exterior del envase con el aire.

Precauciones destinadas a disminuir la generación de carga estática:

- Evitar salpicaduras durante el llenado, bajando la caña al máximo. La distancia desde el extremo del tubo hasta el fondo no debe ser mayor de 250 mm.

- Limitar la velocidad de carga: máximo 5m/s (con impurezas 1m/s) y según fórmula  $V \cdot d \leq 0,5$ , donde V está expresado en m/s y d es el diámetro interior de la tubería en m.

Precauciones para evitar el salto de chispa:

- El conjunto de la tubería de llenado deberá ser eléctricamente continuo desde el punto de la conexión hasta la caña de envasado incluida la manguera flexible. La resistencia total de la puesta a tierra debe ser inferior a  $10^6$  ohmios.

- El envase y el conjunto de la tubería deben conectarse entre sí y ambas a tierra; dicha conexión debe realizarse antes de la apertura de la caña y, hasta la finalización del envasado, dicha conexión se realizará alejada de la boca de llenado para distanciar el punto de emanación de vapores inflamables.

- Trazear toda la máquina para conseguir una unión equipotencial y poner a tierra dichas partes metálicas (Fig. 9).

Para los bidones, existe un sistema automático (Figs. 10 y 11) accionado neumáticamente para la conexión a tierra de los cuatro bidones, y además se realiza un control de la continuidad eléctrica mediante un sistema electrónico de tipo sensitivo que mide y controla la continuidad y el valor óhmico del circuito conectado.

#### 3.2. Limitación de las concentraciones y mejora de la ventilación

Siempre que se pueda, la instalación hay que instalarla en un lugar don-

de exista ventilación natural. De esta manera se reducen las concentraciones de los gases inflamables.

Otros parámetros a considerar:

a) Condiciones climáticas

La tasa de dispersión del gas o vapor en la atmósfera se incrementa con la velocidad del viento, pero se requiere una velocidad mínima de 2m/s – 3m/s para iniciar una difusión turbulenta; por debajo, el gas o vapor forma capas y la distancia hasta alcanzar un valor de dilución seguro se incrementa significativamente.

b) Ventilación

- Ventilación natural:

Se trata de un tipo de ventilación que es realizada por el movimiento del aire causado por el viento y/o los gradientes de temperatura. Al aire libre, la ventilación natural será a menudo suficiente para asegurar la dispersión de la atmósfera de gas explosiva que aparezca en el emplazamiento.

Para instalaciones al aire libre la evaluación de la ventilación debe basarse asumiendo una velocidad mínima del viento de 0,5 m/s de forma prácticamente continua. La velocidad del viento frecuentemente está por encima de 2 m/s; sin embargo, en situaciones particulares, puede ser inferior a 0,5 m/s (por ejemplo, en una superficie próxima al suelo).

Figura 9 Puesta a tierra de las partes metálicas de la máquina

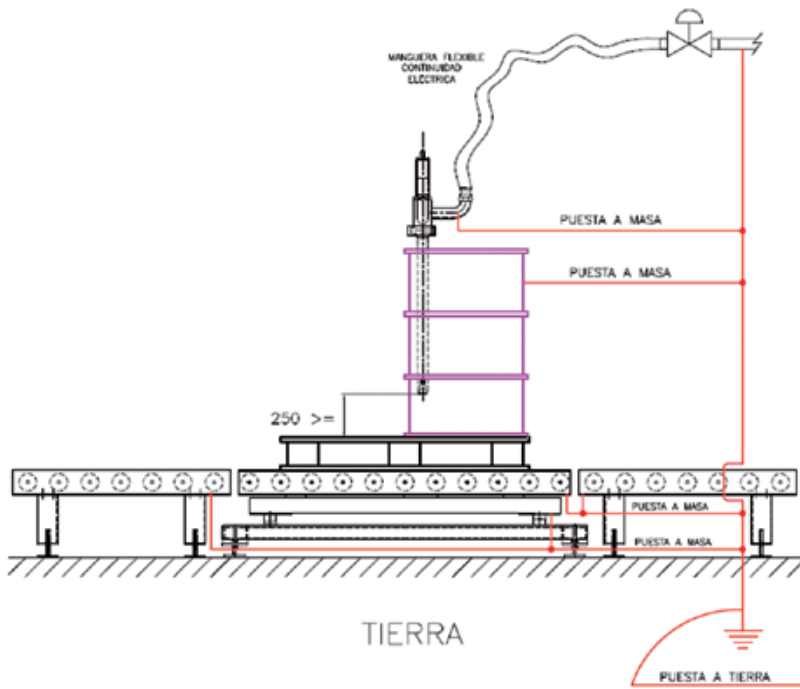
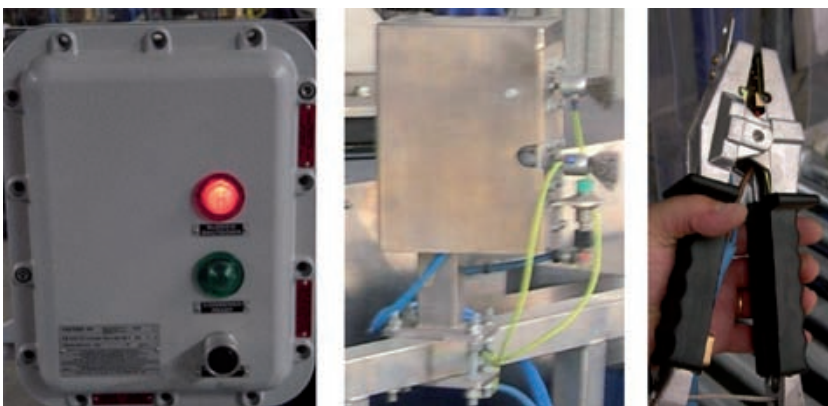


Figura 10 Sistema automático patentado por Teymasa



Dispositivo electrónico de control

Pinza manual

Figura 11 Detalle de acción de toma a tierra automático

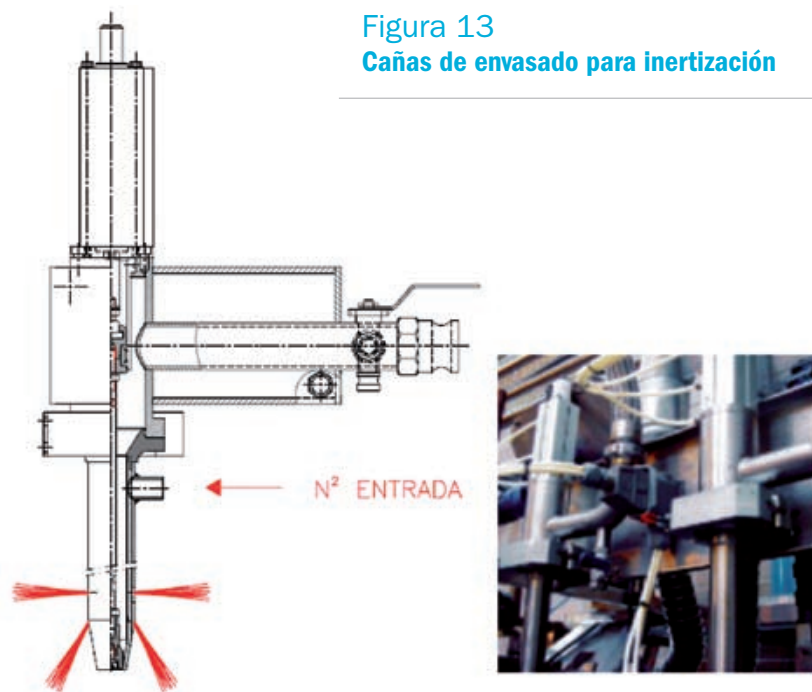


Figura 12 Campanas de aspiración de gases en la zona de envasado



**PARA LOS BIDONES EXISTE UN SISTEMA AUTOMÁTICO ACCIONADO NEUMÁTICAMENTE PARA LA CONEXIÓN A TIERRA**

Figura 13  
Cañas de envasado para inertización



cámara en el tubo de envasado por donde se puede hacer pasar nitrógeno (Fig. 13).

Dependiendo del producto que se esté envasando, se escoge el modo de aportar nitrógeno. La caña permite introducir el nitrógeno en el extremo de la caña, por lo que se puede introducir desde la parte baja del envase y así el oxígeno queda por encima de la cámara del interior del envase y es desplazado al exterior del envase por la entrada del nitrógeno.

Existen cuatro modos de funcionamiento de la inertización:

- “Ninguno”: En este modo nunca introducirá nitrógeno en el llenado.
- “Inicio”: En este modo únicamente se introduce nitrógeno al inicio del envasado, justo antes de abrir la caña.
- “Final”: En este modo se introduce nitrógeno al final del envasado, justo después de cerrar la caña.
- “Inicio y llenando”: En este modo se introduce nitrógeno al inicio y mientras se está llenando el envase; cuando en el envase le faltan pocos kg para finalizar, se deja de introducir nitrógeno.

- Ventilación forzada:

La instalación dispone de una campana de captación de gases que se encuentra alrededor de la caña que se debe conectar mediante un flexible de continuidad eléctrica a una

red de captación de gases, cuyo estudio dependerá del caso concreto.

### 3.3. Inertización

La instalación está dotada de una caña de envasado con una doble

Figura 14 Ejemplo de análisis de riesgos




## ANÁLISIS DE RIESGOS

PROYECTO: EXPEDIENTE TÉCNICO SOBRE LA MÁQUINA LLENADORA SOBRE PALET  
MODELO: PST-1000

Identificación del peligro	Estimación de riesgo	Probabilidad	Gravedad	Evaluación del riesgo	Análisis de la opción de reducción de riesgo.
PARADA DE EMERGENCIA.	IDENTIFICACIÓN, ACCESIBILIDAD, SUPERVISIÓN DEL ORGANISMO DE PARO.	BAJA	ALTA	RIESGO MODERADO	EN LA ZONA DE TRABAJO DEL OPERARIO EXISTE UN PARO DE EMERGENCIA, OTROS PAROS ESTÁN SITUADOS EN LOS EXTREMOS DE LA INSTALACIÓN. LOS PAROS ESTÁN SUPERVISADOS POR UN RELÉ DE SEGURIDAD CATEGORÍA 4 LOS PAROS ESTÁN CLARAMENTE IDENTIFICADOS DE FORMA INEQUÍVOCA.
PROYECCIÓN DE LÍQUIDO DEL PRODUCTO QUE SE ENVASA.		BAJA	ALTA	RIESGO MODERADO	COLOCACION DE PROTECCIONES EN EL FRONTAL DE LA MÁQUINA Y PUERTA CORREDERA. EN EL MANUAL SE INDICA LA NECESIDAD DE UTILIZAR LOS EPIS.
RIESGO DE HERIDAS DEBIDA A SUPERFICIES, ARISTAS Y ÁNGULOS.		BAJA	BAJA	RIESGO TRIVIAL	EN TODA LA MÁQUINA SE HAN ELIMINADO LAS ARISTAS Y ÁNGULOS VIVOS.
CADENAS DE LOS PIÑONES Y PIÑONES.		BAJA	ALTA	RIESGO MODERADO	EXISTEN RESGUARDOS FIJOS PARA LA PROTECCIÓN DE LAS CADENAS Y PIÑONES. EN LOS RODILLOS Y CONJUNTO DE MANDO MOTOR DE LOS TRANSPORTADORES.
APLASTAMIENTO DE MIEMBROS CON LA CAÑA O EJE "Z"		BAJA	MEDIA	RIESGO MODERADO	COLOCACION DE PROTECCIONES EN EL FRONTAL DE LA MÁQUINA Y PUERTA CORREDERA. LA CAÑA DESCIENDE A VOLUNTAD DEL OPERARIO POR ACCIONAMIENTO DE PULSADOR.

PROBABILIDAD	GRAVEDAD		
	BAJA (LIGERAMENTE DAÑINO)	MEDIA (DAÑINO)	ALTA (EXTREMADAMENTE DAÑINO)
BAJA	RIESGO TRIVIAL (T)	RIESGO TOLERABLE (TO)	RIESGO MODERADO (MO)
MEDIA	RIESGO TOLERABLE (TO)	RIESGO MODERADO (MO)	RIESGO IMPORTANTE (I)
ALTA	RIESGO MODERADO (MO)	RIESGO IMPORTANTE (I)	RIESGO INTOLERABLE (IN)

Figura 15 Ejemplo de análisis de riesgos de incendio y explosión

 <b>ATEX ANÁLISIS DE RIESGOS DE INCENDIO Y EXPLOSIÓN.</b>					
PROYECTO: EXPEDIENTE TÉCNICO SOBRE LA MÁQUINA LLENADORA SOBRE PALET MODELO: PST-1000 DESIGNACIÓN: ESTACIÓN DE LLENADO					
Identificación del peligro	Estimación de riesgo	Probabilidad	Gravedad	Evaluación del riesgo	Análisis de la opción de reducción de riesgo.
ROZAMIENTO ENTRE TUBO CUADRADO MÓVIL DEL EJE "Z" Y TUBO CUADRADO FIJO.	INCREMENTO DE TEMPERATURA.	1	4	IMPOSIBLE	LA PROBABILIDAD TIENE UN VALOR 1 PORQUE ENTRE LAS DOS SUPERFICIES HAY INTERPUESAS UNAS PLETINAS DE MATERIAL ARNITE. ADEMÁS LAS ESTRUCTURAS SON DE INOXIDABLE. EXAMEN VISUAL UNA VEZ AL AÑO.
	PRODUCCIÓN DE CHISPAS.	1	4	IMPOSIBLE	
RODAMIENTOS EN POLEA DENTADA.	PRODUCCIÓN DE CHISPAS.	1	4	IMPOSIBLE	LA PROBABILIDAD TIENE UN VALOR 1 PORQUE LOS LATERALES DE LA ESTRUCTURA DE SOPORTACIÓN SON DE INOXIDABLE Y LA VELOCIDAD DE GIRO DEL RODAMIENTO ES MUY BAJA.
	INCREMENTO DE TEMPERATURA.	1	4		
ROZAMIENTO ENTRE POLEA DENTADA Y CORREA DENTADA.	INCREMENTO DE TEMPERATURA.	1	4	IMPOSIBLE	LA CORREA DENTADA ES DE MATERIAL PLÁSTICO.
	PRODUCCIÓN DE CHISPAS.	1	4		
ROZAMIENTO ENTRE PATINES Y GUÍA DE RECIRCULACIÓN DE BOLAS.	INCREMENTO DE TEMPERATURA.	1	4	IMPOSIBLE	LA PROBABILIDAD TIENE UN VALOR 1 PORQUE LOS LATERALES DE LA ESTRUCTURA DE SOPORTACIÓN SON DE INOXIDABLE. DEBEN SER ENGRASADOS CON GRASA DE TEMPERATURA DE IGNICIÓN SUPERIOR A 135°C. EXAMEN VISUAL UNA VEZ AL AÑO.
	PRODUCCIÓN DE CHISPAS.	1	4		
CHOQUE EJE "Z" CON ENVASES.	PRODUCCIÓN DE CHISPAS.	2	4	SEGUIR ESTRICTAMENTE LAS INSTRUCCIONES DEL MANUAL.	EL OPERARIO NO DEBE CONFUNDIRSE AL POSICIONAR EL EJE "Z". SI SE CONFUNDIERA, EL EJE "Z" ES DE INOXIDABLE Y ADEMÁS LA MÁQUINA DETECTARÍA EL CHOQUE Y DETENDRÍA LA MANIOBRA.
CHOQUE CUCHARA CON ENVASES.	PRODUCCIÓN DE CHISPAS.	4	4	SEGUIR ESTRICTAMENTE LAS INSTRUCCIONES DEL MANUAL.	EL OPERARIO NO DEBE MANIPULAR LA MÁQUINA SIN CONOCIMIENTO DE LA MISMA. SI SE CONFUNDIERA, LA CUCHARA ES DE INOXIDABLE Y ADEMÁS LA MÁQUINA DETECTARÍA EL CHOQUE Y DETENDRÍA LA MANIOBRA.
COLISIÓN EN LÍMITE METÁLICO DE LOS EJES "X" "Y".		2	4		SE HAN COLOCADO UNOS TOPES DE GOMA EN TODOS LOS LÍMITES MECÁNICOS.

### 3.4. Evaluación de riesgos

La evaluación del riesgo consta de cuatro etapas:

- Identificación de peligro:  
Procedimiento sistemático para descubrir todos los peligros.
- Estimación del riesgo:  
Determinación de la probabilidad de que se produzcan los peligros y especificación de la gravedad de los posibles daños.
- Evaluación de riesgos:  
Decidir si el riesgo es aceptable o es preciso modificar el diseño.
- Análisis de la opción de reducción de riesgos:  
Modificación de los cambios de diseño para reducir los riesgos.

### 4. Expediente técnico

Para poder acreditar el cumplimiento de los requisitos esenciales de seguridad, salud y ATEX, Teymasa ha realizado un expediente técnico de las máquinas, en el cual se muestra la sistemática en la identificación de los riesgos asociados al uso de la máquina y las soluciones adoptadas. Además se hace mención a las normas armonizadas utilizadas.

### 5. Normas y análisis de riesgo

#### 5.1. Requisitos esenciales, normas y especificaciones técnicas utilizadas

La máquina de envasado se analiza para cumplir con las normas armonizadas y directivas siguientes:

- Directiva de máquina 98/37/CE.
- Directiva de material eléctrico (baja tensión) 73/23/CE.
- Directiva electromagnética 93/68/CE.
- Real Decreto RD 1215/97 que establece las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- EN 292-1. Seguridad de las máquinas. Conceptos básicos. Principios generales para el diseño. Terminología básica. Metodología.
- EN 292-2. Seguridad de las máquinas. Conceptos básicos. Principios generales para el diseño. Principios y especificaciones técnicas.
- EN 294. Seguridad de las máquinas. Distancias de seguridad para impedir el acceso a zonas peligrosas.
- EN 614-1. Seguridad de las máquinas. Principios de diseño ergonómico. Parte 1: Terminología y principios generales.
- EN 953. Resguardos. Requisitos generales.

- EN 954-1. Partes de los sistemas de mando relativas a la seguridad.
- EN 1037. Prevención de una puesta en marcha intempestiva.
- EN 1050. Principios para análisis y evaluación del riesgo.
- EN 1088. Dispositivos de enclavamiento asociados a resguardos.
- EN 60204-1 Seguridad de las máquinas. Equipo eléctrico de las máquinas. Parte 1: Reglas generales.

#### 5.2. Análisis de riesgos

Pueden verse dos ejemplos de tablas (Figs. 14 y 15) utilizadas para el análisis de los riesgos derivados de la utilización de la máquina por los operarios y de los riesgos de incendio y explosión. En dichas tablas se puede observar la sistemática seguida para la identificación y la solución de los riesgos.

#### Bibliografía

- Directiva de máquina 98/37/CE
- Directiva de material eléctrico (baja tensión) 73/23/CE
- Directiva electromagnética 93/68/CE
- Directiva contra explosiones ATEX 94/9 CE
- Control de la electricidad estática UNE 109-100-90 y UNE 109-101-1
- Clasificación de áreas EN-60079-10 