



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID  
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE  
INGENIEROS DE MINAS  
-----

Ríos Rosas, 21  
28003 MADRID.

**DEPARTAMENTO DE**  
**INGENIERÍA QUÍMICA Y COMBUSTIBLES**

**PROGRAMA DE LA ASIGNATURA**

***SEGURIDAD INDUSTRIAL EN ATMÓSFERAS EXPLOSIVAS***

**Curso** : 5º  
**Cuatrimestre** : 1º  
**Carácter** : Libre elección

**Créditos totales**  
Teóricos : 2,2  
Prácticos : 2,3

**PLAN DE ESTUDIOS 1996**

Edición 2: 2002-09-23

## SEGURIDAD INDUSTRIAL EN ATMÓSFERAS EXPLOSIVAS: PROGRAMA

### a) OBJETIVOS Y CONTENIDOS

#### BLOQUE 1: Introducción a la seguridad industrial

##### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1.1 *Comprender la metodología y fundamentos de la seguridad industrial.*
- 1.2 *Aplicar los recursos de la seguridad industrial a los accidentes relacionados con atmósferas explosivas.*
- 1.3 *Conocer los diversos tipos de riesgos industriales.*
- 1.4 *Comprender los principios del análisis de riesgos.*
- 1.5 *Conocer los diferentes métodos de evaluación de riesgos.*
- 1.6 *Aplicar los fundamentos de la evaluación de riesgos a situaciones industriales en las que se puedan formar atmósferas explosivas.*

##### CONTENIDOS

###### 1.1: ACCIDENTES EN LA INDUSTRIA. SEGURIDAD INDUSTRIAL

- Tipificación de accidentes. Índices de accidentabilidad.
- Accidentes relacionados con atmósferas explosivas. Datos y estadísticas.
- Metodología y actuaciones previstas en seguridad industrial.
- Planteamiento de un plan de seguridad.
- Nociones sobre gestión de la seguridad industrial.

###### 1.2: IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

- Definiciones y conceptos.
- Tipos de riesgos y su clasificación.
- Metodología para la identificación de riesgos.
- Metodología para el análisis de riesgos.
- Evaluación general del riesgo.

###### 1.3: TÉCNICAS PARA LA VALORACIÓN DE RIESGOS

- Análisis sistemático de los riesgos.
- Revisión de los métodos cualitativos, cuantitativos y semicuantitativos de evaluación de riesgos.
- Comparación de métodos para la evaluación de riesgos en la industria.
- Criterios para la selección de métodos de identificación y evaluación de riesgos.

## **BLOQUE 2: Generación de atmósferas explosivas**

### *OBJETIVOS ESPECÍFICOS*

- 2.1 *Conocer los modelos de ignición y sus características.*
- 2.2 *Interpretar los resultados obtenidos mediante técnicas experimentales para evaluar la propensión a la autoignición.*
- 2.3 *Comprender el fenómeno de la explosión y reconocer los tipos de explosiones*
- 2.4 *Discutir las características de las reacciones y procesos que pueden generar una explosión.*
- 2.5 *Comprender las características de las explosiones de gases y vapores inflamables.*
- 2.6 *Conocer la clasificación de sustancias gaseosas inflamables.*
- 2.7 *Analizar las condiciones para la explosión de polvos y fibras combustibles.*
- 2.8 *Aplicar los parámetros de explosividad para caracterizar la sensibilidad a la ignición y la severidad de explosión.*

### CONTENIDOS

#### 2.1: LA IGNICIÓN

- Introducción y fundamentos.
- Ignición. Teorías y modelos de ignición.
- Autocalentamiento y autoignición.
- Técnicas experimentales. Métodos clásicos.
- Métodos para la evaluación de la propensión a la autoignición.

#### 2.2: EL FENÓMENO DE LA EXPLOSIÓN

- Definiciones y tipos de explosión.
- Propagación de la explosión.
- Mecanismos de reacción en fase gaseosa.
- Reacciones en fases condensadas.
- Reacciones fuera de control.

#### 2.3: EXPLOSIONES DE GASES Y VAPORES INFLAMABLES

- Inflamación de gases.
- Caracterización de las mezclas gaseosas inflamables.
- Efectos dinámicos de la explosión.
- Clasificación de sustancias gaseosas.

#### 2.4: EXPLOSIONES DE POLVOS Y FIBRAS COMBUSTIBLES

- Características particulares de la ignición de sólidos.
- Condiciones para la explosión.
- Caracterización de la sensibilidad a la ignición.
- Caracterización de la severidad de explosión.
- Factores que afectan a los parámetros de explosividad.

## 2.5: ÍNDICES DE EXPLOSIVIDAD

- Aplicación de los parámetros de explosividad.
- Índices de explosividad.
- Clasificación de sustancias.

## **BLOQUE 3: Exigencias reglamentarias de equipos e instalaciones**

### *OBJETIVOS ESPECÍFICOS*

- 3.1 Conocer las directivas de nuevo enfoque, los reglamentos y normativa aplicables a atmósferas explosivas.*
- 3.2 Comprender los procedimientos de marcado y certificación de equipos e instalaciones.*
- 3.3 Comprender los fundamentos de la clasificación de instalaciones industriales en zonas.*
- 3.4 Aplicar los principios de clasificación de zonas a instalaciones con gases o vapores inflamables.*
- 3.5 Aplicar los principios de clasificación de zonas a instalaciones con polvos o fibras combustibles.*

### CONTENIDOS

#### 3.1: MARCO LEGAL ACTUAL. REQUISITOS DE EQUIPOS E INSTALACIONES

- Directivas comunitarias de nuevo enfoque.
- Reglamentos nacionales significativos.
- Normativa armonizada.
- Marcado y certificación.
- Aplicación a instalaciones industriales con riesgo de atmósfera explosiva.

#### 3.2: CLASIFICACIÓN DE ZONAS PARA GASES Y VAPORES INFLAMABLES

- Fundamento y justificación.
- Fuentes de escape.
- Tipos de zonas.
- Clasificación de los fluidos combustibles por su punto de destello.
- Ventilación.
- Extensión de las zonas.

#### 3.3: CLASIFICACIÓN DE ZONAS PARA POLVOS Y FIBRAS COMBUSTIBLES

- Fuentes de escape.
- Tipos de zonas.
- Extensión de las zonas.
- Aplicación a equipos e instalaciones de procesamiento de sólidos.

## **BLOQUE 4: Técnicas de control y prevención de explosiones**

### *OBJETIVOS ESPECÍFICOS*

- 4.1 *Comprender los conceptos de grado de protección y modo de protección.*
- 4.2 *Conocer los diversos modos de protección y sus aplicaciones a atmósferas con gases inflamables y atmósferas con polvos combustibles.*
- 4.3 *Comprender las peculiaridades de los modos de protección aplicados a equipos no eléctricos.*
- 4.4 *Establecer las etapas prioritarias de un sistema de prevención.*
- 4.5 *Analizar las diversas fuentes de ignición y establecer su método de control.*
- 4.6 *Comprender los sistemas de inertización y discutir su aplicabilidad*
- 4.7 *Comprender los principios básicos de la electricidad estática y analizar los riesgos y problemas asociados..*

### CONTENIDOS

#### 4.1: EQUIPOS ELÉCTRICOS PARA ATMÓSFERAS POTENCIALMENTE EXPLOSIVAS

- Grados de protección.
- Modos de protección.
- Exigencias reglamentarias para los equipos eléctricos.
- Equipos eléctricos en atmósfera de polvos combustibles.

#### 4.2: EQUIPOS NO ELÉCTRICOS PARA ATMÓSFERAS POTENCIALMENTE EXPLOSIVAS

- Metodología y requisitos básicos.
- Modos de protección desarrollados para equipos no eléctricos.

#### 4.3: MEDIDAS DE PREVENCIÓN

- Planteamiento de un sistema de prevención.
- Organización de medidas encaminadas a eliminar fuentes de escape.
- Análisis de fuentes de ignición.
- Control de la ignición. Mantenimiento.
- Medidas aplicables a los equipos de proceso.
- Sistemas de inertización.
- Sistemas de detección de gases.

#### 4.4: PROBLEMAS DERIVADOS DE LA ELECTRICIDAD ESTÁTICA

- Principios básicos.
- Riesgos de explosión.
- Problemas asociados al manejo de líquidos.
- Riesgos en ambientes pulverulentos.
- Técnicas de medida.

## BLOQUE 5: Medidas de protección

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 5.1 Comprender el fundamento de los distintos métodos de protección contra explosiones.
- 5.2 Discutir las ventajas e inconvenientes de los tipos de diseño resistente a la explosión.
- 5.3 Conocer las técnicas de los sistemas de aislamiento de explosiones.
- 5.4 Comprender el fundamento de la supresión de explosión y definir sus parámetros críticos.
- 5.5 Aplicar los parámetros de explosión al diseño de una protección mediante venteo.
- 5.6 Conocer los diferentes tipos de elementos y sistemas de venteo empleados.
- 5.7 Establecer los límites de aplicabilidad de los sistemas de venteo.

### CONTENIDOS

#### 5.1: SISTEMAS DE PROTECCIÓN CONSTRUCTIVOS

- Diseño resistente a la explosión.
- Confinamiento y aislamiento de explosiones.
- Técnicas de supresión de la explosión.

#### 5.2: DISPOSITIVOS Y SISTEMAS DE VENDEO DE LA EXPLOSIÓN

- Diseño de la protección.
- Elementos empleados.
- Enfoque probabilístico y límites de aplicabilidad.

### b) BIBLIOGRAFÍA

#### BASICA:

- BARTKNECHT, W. *Explosions. Course, Prevention, Protection*. Springer-Verlag. Berlin, 1981
- ECKHOFF, R.K. *Dust Explosions in the Process Industries*. Butterworth Heinemann. Oxford, 1991
- FERNÁNDEZ RAMÓN, C.; GARCÍA TORRENT, J.; GONZÁLEZ GALLEGO, C.; VEGA, A. *Técnicas de prevención y protección contra explosiones*. LOM-FGP. Madrid, 1997
- LEWIS, B.; VON ELBE, G. *Combustion, Flames and Explosions of Gases*. Academic Press. Nueva York, 1961
- STORCH DE GRACIA, J.M. *Manual de seguridad industrial en plantas químicas y petroleras*. McGraw-Hill Interamericana de España. Madrid, 1998

#### COMPLEMENTARIA:

- BAKER, W.E.; COX, P.A.; WESTINE, P.S.; KULESZ, J.J.; STREHLOW, R.A. *Explosion Hazards and Evaluation*. Elsevier. Amsterdam, 1983
- BODURTHA, F.T. *Industrial Explosion Prevention and Protection*. McGraw-Hill. Nueva York, 1980
- KING, R.; HIRST, R. *King's Safety in the Process Industries*. Wuerz Publishing Ltd. Londres, 1998
- MEDARD, L.A. *Accidental Explosions*. Ellis Horwood Limited. Chichester, 1989

- VARIOS. *Fundamentos, análisis y aplicaciones de la seguridad industrial*. ETS Ingenieros Industriales. Madrid, 1995

**c) PRÁCTICAS EN GRUPOS REDUCIDOS**

Nº de prácticas por curso y alumno: 3

Nº de alumnos por grupo: 5 (máximo)

Relación de contenidos:

Práctica Nº 1: Caracterización de sólidos.

" Nº 2: Medidas electrostáticas.

" Nº 3: Ensayos de equipos eléctricos.

Lugar de realización:

Laboratorio de sólidos (LOM)

Laboratorio de electrotecnia

Laboratorio de electrotecnia

**d) PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN**

La evaluación no se limita a considerar la mera reproducción de contenidos, sino que se centra sobre la capacidad de aplicación de los conceptos y recursos expuestos en las clases y en el texto.

Las prácticas de laboratorio se podrán aprobar por evaluación continuada a lo largo del curso. El aprobado de las prácticas de laboratorio es indispensable para la admisión al examen final de la asignatura o para el aprobado por curso.

El examen final consiste en preguntas y ejercicios teórico-prácticos sobre los contenidos del programa y su aplicación.

Puede obtenerse el aprobado por curso mediante la evaluación continuada de ejercicios y trabajos personales de los alumnos y de pruebas orales o escritas que se realizarán durante el curso en horas normales de clase, sin previo aviso, sobre la materia del día y los inmediatamente anteriores.