
CONTENIDO

Prólogo	xiii
Introducción	xix

Volumen I

Parte I

BASES Y FUNDAMENTOS DE LA SEGURIDAD INDUSTRIAL QUÍMICA

Capítulo 1. Accidentes: Tipos, estadísticas y bancos de datos	3
1.1. Tipología de accidentes	4
1.1.1. Fugas: escapes y derrames	4
1.1.2. Incendios	4
A) De líquidos en disposición abierta (de charco/«pool-fire»)	4
B) De líquidos con rebosamientos violentos («boil-over» y «slop-over»)	7
C) De gases o vapores en nube abierta (bola de fuego/«fireball») ...	7
D) De gases o vapores en fuga local presurizada (dardo/«jet fire»).	7
1.1.3. Explosiones	8
A) Iniciadoras de fugas	8
B) Como consecuencia de fugas	11
C) Como consecuencia de incendios	11
D) Como consecuencia de otras explosiones	12
1.2. Estadísticas de accidentes	12
1.3. Bancos de datos	12
Capítulo 2. Bases fisicoquímicas de los accidentes y de la extinción	21
2.1. Definiciones y conceptos básicos	22
2.1.1. Conceptos básicos	22
2.1.2. Definiciones según normas UNE	38
2.1.3. Otras definiciones	49
2.2. Explosiones con efecto «BLEVE»	51

2.3.	Fisicoquímica del fuego y de las explosiones	55
2.3.1.	Inflamación e ignición por reacciones en cadena	58
2.3.2.	Ignición térmica. Condiciones de ignición	62
2.3.3.	Influencia del entorno sobre el fuego y las explosiones	66
2.4.	Fisicoquímica de la extinción de incendios y explosiones	68
2.4.1.	Extinción por enfriamiento	68
2.4.2.	Extinción por retirada y/o dilución de oxígeno: sofocación	69
2.4.3.	Extinción por eliminación del combustible	69
2.4.4.	Extinción por inhibición de la llama	69
2.5.	Emisiones inflamables o tóxicas	70
2.5.1.	Emisiones de gases o vapores	70
2.5.2.	Emisiones de líquidos y nieblas	78
2.6.	Cuantificación y alcance de las consecuencias	78
2.6.1.	Emisiones tóxicas y/o inflamables	80
2.6.2.	Incendios	81
2.6.3.	Explosiones	84
2.7.	Unidades	90
2.8.	Bibliografía	91
 Capítulo 3. Gestión de la seguridad en la industria química y del petróleo		95
3.1.	Seguridad industrial y gestión de la empresa	95
3.1.1.	Introducción	96
3.1.2.	Seguridad y diseño	98
3.1.3.	Seguridad en la construcción de instalaciones	101
3.1.4.	Seguridad en la operación	102
3.1.5.	Mantenimiento y seguridad	104
3.1.6.	Prevención y actuación frente a siniestros	106
3.1.7.	Responsabilidad y aseguramiento	108
3.1.8.	Seguridad industrial y gestión general de la empresa	110
3.1.9.	Colofón	112
3.1.10.	Bibliografía	112
3.2.	La recomendación API-RP-750: «Gestión de riesgos en procesos»	115
3.3.	Gestión de la seguridad: una función del director de proyecto	116
3.3.1.	Seguridad y equipos humanos en los proyectos de ingeniería y construcción	116
3.3.2.	Seguridad en la ingeniería de diseño	119
3.3.3.	Seguridad en los acopios	125
3.3.4.	Seguridad en la construcción	126
3.3.5.	Seguridad en la entrega, puesta en marcha y operación	128
3.4.	Bibliografía	129
 Capítulo 4. Legislación para la seguridad industrial		133
4.1.	Introducción	133
4.2.	Panorama legislativo	133
4.3.	Guía para navegantes	136
4.4.	Índices de disposiciones legales	140

Parte II

ESTUDIOS PARA EL ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

Capítulo 5. Introducción y generalidades	193
5.1. Términos y siglas	195
5.2. Obligaciones legales relacionadas con los estudios de riesgos	198
5.3. Conceptos estadísticos y probabilísticos en los estudios de riesgos	209
5.4. Equipo profesional para análisis y evaluación de riesgos	214
5.5. Documentación requerida y medios informáticos auxiliares	215
5.6. Documentación resultante	219
5.7. Riesgos a considerar en los estudios	220
5.8. Planteamiento general de los estudios de riesgos	220
Capítulo 6. Métodos cualitativos para el análisis de riesgos	227
6.1. Análisis histórico de riesgos (AHR)	228
6.2. Análisis preliminar de riesgos (APR/PHA)	230
6.3. Análisis «¿qué pasa si...?» (QPS/WHAT IF...?)	232
6.4. Análisis mediante listas de comprobación (ALC/CHECK LIST)	234
6.5. Análisis de los modos de fallos y sus efectos (AMFE/FMEA)	236
6.6. Análisis funcional de operabilidad (AFO/HAZOP)	239
6.7. Análisis cualitativo mediante árboles de fallos (AAF/FTA)	246
6.8. Análisis cualitativo mediante árboles de sucesos (AAS/ETA)	256
6.9. Análisis de causas y consecuencias (ACC)	260
Capítulo 7. Métodos semicuantitativos para el análisis de riesgos	263
7.1. Análisis de riesgos con evaluación del riesgo intrínseco	263
7.2. Análisis de los modos de fallos, efectos y criticidad (AMFEC/FMEAC)	273
7.3. Método de Dow: índice de fuego y explosión (IFE/FEI)	278
7.4. Método de ICI: índices de Mond	290
7.5. Método de UCSIP	298
Capítulo 8. Métodos cuantitativos para el análisis de riesgos	301
8.1. Análisis cuantitativo mediante árboles de fallos (ACAF/FTA)	302
8.2. Análisis cuantitativo mediante árboles de sucesos (ACAS/ETA)	309
8.3. Análisis cuantitativo de causas y consecuencias (ACCC)	311
8.4. Datos para los métodos cuantitativos	312
8.4.1. Tipología de los componentes	313
8.4.2. Tipología de los fallos o averías	315
8.4.3. Expresión de los datos	318
8.4.4. Fuentes de datos y reglas orientativas	320
8.4.5. Bancos de datos	325
8.4.6. Ejemplos	326
8.4.7. Variación con el tiempo o con el uso	332
8.4.8. Fallos en modo común	333

Capítulo 9. Determinación de riesgos para el entorno	335
9.1. Método de la vulnerabilidad del entorno: factor de vulnerabilidad	336
9.2. Relación entre intensidades en los destinos y severidad. Método Probit	337
9.3. Riesgos individuales. Curvas isorriesgo	344
9.4. Riesgos colectivos. Curvas F-N	346
9.5. Otros índices de riesgo	352
9.6. Percepción psicológica de los riesgos	354
9.7. Criterios de aceptabilidad	357
Capítulo 10. Criterios para elegir métodos para identificación y evaluación de riesgos	367
Bibliografía	370

Volumen II

Parte III

SEGURIDAD Y DISEÑO

Capítulo 11. Introducción	375
11.1. Consideraciones iniciales previas al diseño	377
Capítulo 12. Seguridad, emplazamiento y distribución de planta	381
Capítulo 13. Seguridad en el diseño de proceso	385
13.1. Presiones de diseño: protección frente a sobrepresiones (alivio y venteo) y vacío	386
13.1.1. Definiciones y terminología	394
13.1.2. Diseño de las presiones	396
13.1.3. Protección frente al vacío	400
13.2. Temperaturas de diseño: protección frente a sobrecalentamientos y frío	400
13.3. Alivios controlados para escapes eventuales de proceso y ante incendio	402
13.3.1. Criterios y cálculos para establecer la capacidad requerida	402
13.3.2. Equipo: válvulas de seguridad, válvulas P/V, discos de ruptura y apagallamas	423
13.3.3. Equipo: tuberías y colectores para recogida	428
13.3.4. Equipo: sistemas para recogida, evacuación y/o destrucción	431
13.4. Operaciones en circuitos cerrados	444
13.5. Operaciones con atmósferas inertes: barridos e inertizaciones	444
13.5.1. Criterios básicos de instalación	447
13.5.2. Tipos de gases inertes	448
13.5.3. Concentración máxima permisible de oxígeno	450
13.5.4. Fuentes de gases inertes	451
13.6. Protección mediante instrumentación	452
13.6.1. Control, alarma y anillos redundantes	452
13.6.2. Parada de emergencia	457

13.7. Fuentes de peligro y prevención por tipos de equipo	460
13.8. Seguridad inherente de los procesos	478
Capítulo 14. Protección de sistemas eléctricos	485
14.1. Protección para evitar la ignición de mezclas inflamables en la operación de conducciones y aparatos eléctricos por chispas y por calentamiento de los mismos	486
14.2. Protección frente a la electricidad estática como fuente de inflamación	498
14.3. Protección frente a descargas atmosféricas	507
14.4. Protección frente a corrientes eléctricas errantes	509
14.5. Protección frente al riesgo de electrocución	509
Capítulo 15. Sistemas para defensa contra incendios	511
15.1. Clasificaciones	512
15.2. Acciones extintoras	513
15.3. Tipos de incendio	513
15.4. Idoneidad de los agentes extintores	515
15.5. Sectorización y carga de fuego	517
15.6. Riesgo intrínseco de incendio	521
15.7. Dotación de medios mínimos para DCI	522
15.8. Reglamentación de la defensa contra incendios	524
15.9. Sistemas para detección y alarma de incendios	526
15.10. Diseño de sistemas fijos para defensa contra incendios: general	530
15.11. Extinción y protección mediante agua	532
15.11.1. Bocas de incendio equipadas (BIE) en el interior de edificios	532
15.11.2. Columna seca	533
15.11.3. Columna hidrante exterior (CHE)	533
15.11.4. Monitores fijos o cañones	536
15.11.5. Cortinas de agua	537
15.11.6. Rociado	537
15.11.7. Pulverización	540
15.11.8. Nebulización	543
15.12. Extinción y protección mediante espumas	546
15.12.1. Tipos de espumógenos y de espumas	546
15.12.2. Características y especificaciones de los espumógenos y de las espumas	548
15.12.3. Elección del tipo de espumógeno	549
15.12.4. Preparación de la espuma	550
15.12.5. Aplicación	553
15.13. Fuentes de suministro y bombeo de agua	555
15.14. Extinción mediante polvo químico	559
15.14.1. Tipos de polvos extintores	559
15.14.2. Características y especificaciones	560
15.14.3. Aplicación	560
15.15. Extinción y protección mediante gases	563
15.15.1. Tipos de gases extintores	563
15.15.2. Características y especificaciones	564
15.15.3. Aplicación	566

Capítulo 16. Sistemas para la defensa contra explosiones	575
16.1. Recipientes resistentes a las explosiones	576
16.2. Supresión de explosiones	577
16.3. Venteo de explosiones.....	580
16.3.1. Recintos de resistencia alta	581
16.3.2. Recintos de resistencia baja	583
Capítulo 17. Medios de protección pasiva	585
17.1. La distancia como protección	586
17.2. Contención de derrames: cubetos y bandejas	587
17.3. Conducción de derrames: drenajes y balsas	588
17.4. Muros protectores: cortafuegos para contención y desviación de explosiones	591
17.5. Protección de elementos soportantes: calorifugado e ignifugado	591
17.6. Ventilación	593
17.7. Vías de acceso y escape	594
Capítulo 18. Protección de las unidades y equipo de proceso	597
18.1. Protección pasiva	597
18.2. Protección en el proceso y su control.....	606
18.3. Protección activa	607
Capítulo 19. El borrador ISO/DIS 13702.....	609
Capítulo 20. Diseño para la seguridad y salud en el trabajo	615
Bibliografía	621
Índice alfabético de materias	645