

L'estratto che stai consultando
fa parte del volume in vendita
su **ShopWKI**,
il negozio online di **Wolters Kluwer**

[Torna al libro](#)



CEDAM

IPSOA

UTET[®]
GIURIDICA

il fisco

 ALTALEX

SOMMARIO

Introduzione	p. XII
Autore	XIV

CAPITOLO 1

IL FENOMENO DELL'ESPLOSIONE NELL'INDUSTRIA

1.1	Le esplosioni nel luogo di lavoro	»	2
1.2	Le esplosioni delle polveri combustibili	»	5
1.3	Le esplosioni di gas, vapori e nebbie infiammabili	»	9
1.4	Asfissia e prevenzione dell'ATEX	»	11
1.5	Case History	»	11
1.5.1	Esplosione di vapori infiammabili: Umbria Olii (Italia), Novembre 2006	»	12
1.5.2	Esplosione di vapori infiammabili: Barton Solvents Wichita (USA), Luglio 2007 ..	»	13
1.5.3	Esplosione di gas infiammabili: Manutenzione su cisterna (Italia), 2007	»	14
1.5.4	Esplosione di vapori infiammabili: Feyzin (Francia), Gennaio 1966	»	14
1.5.5	Esplosione di vapori infiammabili: Paloma Condensate (USA), Luglio 1952	»	15
1.5.6	Esplosione di vapori infiammabili: Impianto petrolchimico (Italia), 2004	»	16
1.5.7	Esplosione di vapori infiammabili: Azienda di produzione di carrelli elevatori (Italia), 2003	»	16
1.5.8	Esplosione di vapori infiammabili: Azienda del settore legno (Italia), 2008	»	17
1.5.9	Esplosione di nebbie e spray: ThyssenKrupp (Italia), Dicembre 2007	»	18
1.5.10	Esplosione di nebbie e spray: Ingersoll-Rand & Co (USA), 1959	»	22
1.5.11	Esplosione di polveri combustibili: SEMABLA (Francia), 1997	»	23
1.5.12	Esplosione di polveri combustibili: DeBruce Grain Co. (USA), 1998	»	25
1.5.13	Esplosione di polveri combustibili: Fabbricazione accessori per abbigliamento (Italia), 2003	»	25
1.5.14	Esplosione di polveri combustibili: Operazioni di caricamento delle polveri nell'industria farmaceutica	»	26
1.5.15	Esplosione di polveri combustibili: Molino Cordero di Fossano (Italia), 2007	»	27
1.5.16	Asfissia dovuta a gas inerti: Valero Energy Corporation (USA), 2005	»	28
1.5.17	Corrosione per correnti vaganti: l'esplosione di via Chiasserini a Milano (10/06/1952)	»	30
1.6	L'incidente di Flixborough e il nuovo approccio alla sicurezza nell'industria di processo	»	31
1.6.1	Il sito industriale	»	32
1.6.2	Il ciclo produttivo	»	33
1.6.3	Un disastro annunciato	»	33
1.6.4	Il giorno dell'esplosione	»	36
1.6.5	La valutazione del rischio	»	39
1.7	Conclusioni	»	40

CAPITOLO 2

L'ESPLOSIONE, LE SOSTANZE E I PARAMETRI

2.1	I parametri di esplosione	»	45
2.1.1	I limiti di esplosione	»	45
2.1.2	Concentrazione limite di ossigeno (LOC)	»	48
2.1.3	Temperatura di accensione	»	48
2.1.4	Minima energia di accensione	»	49
2.1.5	Punto di infiammabilità (Flash Point) e temperature limite di infiammabilità	»	54
2.1.6	Velocità di combustione	»	60
2.1.7	Granulometria delle polveri	»	61
2.1.8	I parametri caratteristici di esplosione	»	62
2.1.9	Le caratteristiche di caricamento elettrostatico	»	67
2.1.10	Le incompatibilità tra le sostanze	»	69
2.1.11	Test di combustibilità delle polveri	»	73
2.1.12	Test di screening di esplosibilità (US Bureau of Mines Report of Investigations 5624, Laboratory Equipment and Test Procedure for Evaluating Explosibility of Dusts) ..	»	74
2.1.13	Polveri combustibili e scelta dei metodi di prova	»	75
2.2	Le miscele ibride	»	77
2.3	Le miscele infiammabili in atmosfere arricchite d'ossigeno	»	78

2.4	Esempi applicativi ed approfondimenti.....	p.	79
2.4.1	Ampliamento del campo di infiammabilità conseguente ad un aumento di pressione	»	79
2.4.2	Calcolo del LOC dell'esano	»	79
2.4.3	Le condizioni atmosferiche secondo la Direttiva 2014/34/UE	»	80
2.4.4	Calcolo della MIE dell'ATEX della polvere di latte disidratato a 100 °C	»	81
2.4.5	Calcolo delle temperature limite per uno stoccaggio di acetone	»	81
2.4.6	Calcolo della modifica del punto di infiammabilità in una miscela metanolo-acqua..	»	82
2.4.7	Caratterizzazione statistica di un campionamento di polveri	»	83
2.4.8	Calcolo del valore di K_g dell'acetone	»	84
2.4.9	Approfondimento: Proprietà particolari di alcuni gas e vapori infiammabili	»	84
2.4.10	Confronto tra l'ATEX dovuta a gas naturale e a GPL.....	»	85
2.4.11	Le polveri marginalmente esplosive	»	89
2.5	Parametri caratteristici di alcune sostanze.....	»	92

CAPITOLO 3

SCENARI INCIDENTALI DI RIFERIMENTO

3.1	Tipologie di esplosione.....	»	105
3.1.1	Deflagrazione e detonazione.....	»	105
3.2	Le principali tipologie di incidente.....	»	108
3.3	Esplosioni causate dal rilascio di gas e vapori infiammabili	»	111
3.3.1	Esplosione di vapori, VCE.....	»	112
3.3.2	Flash Fire	»	113
3.4	Alberi degli eventi per rilascio di liquidi e gas infiammabili	»	114
3.4.1	Scenari connessi al rilascio di gas infiammabili in fase singola	»	114
3.4.2	Scenari connessi al rilascio di liquidi che non evaporano all'emissione	»	115
3.4.3	Scenari connessi al rilascio di liquidi che evaporano all'emissione.....	»	116
3.5	Esplosioni confinate di gas e vapori infiammabili e polveri combustibili.....	»	117
3.5.1	Esplosioni confinate di gas e vapori infiammabili.....	»	117
3.5.2	Esplosioni confinate di polveri combustibili.....	»	121
3.6	Alberi degli eventi per esplosioni confinate in impianti contenenti liquidi infiammabili o polveri combustibili	»	126
3.6.1	Scenari connessi ad impianti contenenti liquidi infiammabili con presenza o meno di venting ed isolamento	»	127
3.6.2	Scenari connessi ad impianti contenenti liquidi infiammabili con presenza o meno di soppressione chimica ed isolamento	»	128
3.6.3	Scenari connessi ad impianti contenenti polveri combustibili con presenza o meno di venting ed isolamento	»	129
3.6.4	Scenari connessi ad impianti contenenti polveri combustibili con presenza o meno di soppressione chimica ed isolamento	»	129
3.6.5	Le misure di prevenzione e protezione	»	130
3.7	Esempi applicativi ed approfondimenti.....	»	132
3.7.1	Scenario prevedibile per rilascio di liquidi infiammabili.....	»	132

CAPITOLO 4

LA PROBABILITÀ E LA DURATA DELL'ATEX

4.1	Analisi degli scenari di emissione catastrofica di ATEX.....	»	137
4.2	Introduzione alla classificazione delle zone a rischio di esplosione.....	»	139
4.3	Classificazione delle zone a rischio di esplosione per gas e vapori infiammabili ..	»	147
4.3.1	EN 60079-10-1: in mezzo al guado tra la Seconda e la Terza Edizione	»	147
4.3.2	Le metodologie di classificazione	»	153
4.3.3	Classificare con le sorgenti di emissione.....	»	154
4.3.4	La classificazione delle zone a rischio di esplosione dovute a gas, vapori e nebbie ed il D.Lgs. n. 81/2008.....	»	175
4.3.5	La classificazione delle zone a rischio di esplosione dovute a gas, vapori e nebbie e la Direttiva 2014/34/UE	»	179
4.4	Classificazione delle zone a rischio di esplosione per polveri combustibili.....	»	179
4.4.1	Le sorgenti di emissione	»	180
4.4.2	La procedura di classificazione delle zone a rischio di esplosione	»	182

4.5	Esempi applicativi ed approfondimenti.....	p.	194
4.5.1	Approfondimento: il sisma ed il rischio di esplosione	»	194
4.5.2	Scenari di emissione catastrofica	»	194
4.5.3	Domande su polveri e gas	»	196
4.5.4	Esempi di sorgenti di emissione di gas, liquidi infiammabili e polveri combustibili	»	201
4.5.5	Classificazione della zona a rischio di esplosione dovuta alla presenza di una bombola di metano compresso all'interno di un laboratorio chimico	»	202
4.5.6	Rilascio di liquido infiammabile in ambiente aperto	»	208
4.5.7	Interpretazione dell'art. 4.4.2, EN IEC 60079-10-1:2021 sulla non estensione delle zone ATEX	»	214
4.5.8	Classificazione derivante dall'azionamento di una valvola di sicurezza (PSV) in serbatoio contenente propano	»	215
4.5.9	Pozze di infiammabili: affidabilità sul calcolo delle distanze a rischio di esplosione	»	221
4.5.10	La classificazione delle zone a rischio di esplosione in presenza di fluidi viscosi	»	226
4.5.11	Calcolo dei ricambi d'aria naturale	»	229
4.5.12	Classificazione dello sfiato di respirazione di un serbatoio destinato allo stoccaggio di etanolo alimentare	»	231
4.5.13	Classificazione derivante dal guasto ad una tenuta di una pompa centrifuga in ambiente chiuso	»	235
4.5.14	Classificazione della zona a rischio di esplosione dovuta alla presenza di una PSV di boil off in un serbatoio criogenico contenente LNG destinato al trasporto stradale	»	240
4.5.15	Nebbie e spray infiammabili	»	248
4.5.16	Classificazione della zona a rischio di esplosione causata da idrogeno supercritico in un impianto di rifornimento	»	250
4.5.17	Sistemi di controllo e sicurezza funzionale in ambito ATEX	»	258
4.5.18	I sistemi di controllo dell'esplosibilità	»	262
4.5.19	Classificazioni di ambienti chiusi e presenza di campo lontano di classificazione ..	»	263
4.5.20	Classificazione interna di un silos di stoccaggio polveri	»	264
4.5.21	Classificazione interna in tubazioni dedicate al trasporto pneumatico di zucchero ..	»	264
4.5.22	Esempi di classificazione delle zone per presenza di polveri (CEI EN 60079-10-2:2016)	»	265
4.5.23	Determinazione dell'effetto dell'aspirazione localizzata in una lavorazione del settore legno (CEI EN 60079-10-2:2016)	»	270
4.5.24	Classificazione di un sistema di depolverazione dell'aria di processo secondo la Guida VDI 2263-6:2017	»	274

CAPITOLO 5

LA PREVENZIONE DELLA FORMAZIONE DI ATEX

5.1	Inertizzazione.....	»	278
5.1.1	Possibili configurazioni impiantistiche	»	281
5.1.2	Purgaggio in pressione.....	»	283
5.1.3	Purgaggio sottovuoto	»	284
5.1.4	Flussaggio	»	285
5.1.5	Interruzione del servizio di inertizzazione.....	»	286
5.1.6	Affidabilità del sistema di monitoraggio e controllo	»	286
5.1.7	Classificazione delle zone a rischio di esplosione	»	288
5.1.8	Il rischio per la sicurezza dei lavoratori	»	289
5.1.9	L'inertizzazione e il D.Lgs. n. 81/2008	»	291
5.1.10	L'inertizzazione e la Direttiva 2014/34/UE	»	293
5.2	Concentrazione delle miscele infiammabili esterne al campo di esplosione LEL-UEL.....	»	295
5.3	Sostituzione o riduzione della quantità di sostanze in grado di formare ATEX	»	295
5.3.1	Diluizione di liquidi infiammabili con acqua.....	»	295
5.3.2	Inumidimento delle polveri	»	296
5.4	Esempi applicativi ed approfondimenti	»	296
5.4.1	Calcolo dei cicli di purgaggio a pressione e sottovuoto	»	296
5.4.2	Esempio di calcolo di un impianto a inertizzazione	»	297
5.4.3	Infiammabilità dei vapori contenuti in recipienti atmosferici	»	300
5.4.4	Infiammabilità di una miscela etanolo-acqua	»	301

CAPITOLO 6
LA PREVENZIONE DELLE SORGENTI DI ACCENSIONE

6.1	Apparecchi elettrici e non elettrici secondo il D.Lgs. n. 85/2016 e la norma EN 60079-0.....	p. 304
6.1.1	Apparecchi non elettrici.....	» 305
6.1.2	Apparecchi elettrici.....	» 306
6.2	Gli assiemi, i componenti, i dispositivi di sicurezza, i luoghi di impiego previsti e le installazioni secondo il D.Lgs. n. 85/2016.....	» 309
6.2.1	Assiemi.....	» 309
6.2.2	Componenti.....	» 309
6.2.3	Dispositivi di sicurezza, di controllo e di regolazione.....	» 310
6.2.4	Luogo di impiego previsto.....	» 311
6.2.5	Installazioni.....	» 311
6.3	La valutazione del rischio dovuto alla presenza di sorgenti di accensione ai sensi del Titolo XI, D.Lgs. n. 81/2008.....	» 312
6.4	Sorgenti di accensione e misure di prevenzione e protezione.....	» 316
6.4.1	Superfici calde.....	» 316
6.4.2	Fiamme e gas caldi.....	» 319
6.4.3	Scintille di origine meccanica.....	» 331
6.4.4	Materiale elettrico.....	» 335
6.4.5	Elettricità statica.....	» 335
6.4.6	Fulmini.....	» 351
6.4.7	Onde elettromagnetiche.....	» 351
6.4.8	Reazioni esotermiche, inclusa l'autoaccensione delle polveri.....	» 354
6.5	Gli apparecchi installati precedentemente al 30 giugno 2003.....	» 355
6.5.1	Le sorgenti di accensione e il D.Lgs. n. 81/2008.....	» 357
6.6	Esempi applicativi ed approfondimenti.....	» 363
6.6.1	Il contenuto della marcatura CE-ATEX.....	» 363
6.6.2	Il contenuto delle istruzioni per l'uso.....	» 363
6.6.3	Il contenuto della dichiarazione di conformità.....	» 364
6.6.4	Marcatura.....	» 365
6.6.5	Marcatura supplementare specifica.....	» 365
6.6.6	La procedura CE-ATEX di marcatura degli apparecchi e dei sistemi di protezione autonoma.....	» 367
6.6.7	Analisi funzionale di un ciclo di verniciatura a spruzzo in cabina.....	» 368
6.6.8	Esempio di compilazione del modulo di registrazione del rischio di accensione.....	» 369
6.6.9	Valutazione dell'efficacia di accensione di un ventilatore in caso di guasto.....	» 375
6.6.10	Il rischio di accensione in caso di surriscaldamento di una pompa centrifuga.....	» 376
6.6.11	I DPI ed il rischio di innesco elettrostatico.....	» 376
6.6.12	Calcolo del caricamento elettrostatico per strofinio.....	» 377
6.6.13	L'applicazione della Direttiva 2014/34/UE a silos e filtri.....	» 378
6.6.14	Tipizzazione dei gruppi e delle classi di temperatura di un campione di sostanze infiammabili.....	» 380
6.6.15	Valutazione dell'efficacia delle scintille di origine meccanica nell'innesco di un'ATEX dovuta a polveri combustibili.....	» 381

CAPITOLO 7
LA PROTEZIONE E L'ISOLAMENTO CONTRO LE ESPLOSIONI

7.1	La sicurezza intrinseca ed i sistemi di protezione.....	» 384
7.1.1	La sicurezza intrinseca nell'industria.....	» 384
7.1.2	I sistemi di protezione.....	» 387
7.2	L'adozione delle misure di protezione ed isolamento.....	» 388
7.3	La progettazione resistente all'esplosione.....	» 390
7.3.1	La progettazione delle strutture EPR/EPSR.....	» 398
7.3.2	I materiali utilizzabili e le loro resistenze di progetto.....	» 398
7.3.3	Analisi e progetto delle strutture.....	» 399
7.4	Lo sfogo dell'esplosione.....	» 406
7.4.1	Sistemi per lo sfogo delle esplosioni.....	» 409
7.4.2	Calcolo delle superfici di minima resistenza in contenimenti isolati.....	» 414
7.4.3	Marcatura e manutenzione.....	» 421

7.5	La soppressione dell'esplosione	p. 422
7.5.1	Rilevatori di pressione	» 424
7.5.2	Soppressori pressurizzati HRD	» 425
7.5.3	Agenti estinguenti	» 426
7.5.4	Centraline di monitoraggio e controllo	» 428
7.5.5	Calcolo dei sistemi di soppressione HRD	» 428
7.5.6	I limiti di applicazione dei sistemi di soppressione HRD	» 430
7.5.7	Marcatura e manutenzione	» 431
7.6	I sistemi di isolamento contro le esplosioni	» 431
7.6.1	Sensori di rilevazione	» 432
7.6.2	Dispositivi di isolamento	» 432
7.6.3	Centraline di monitoraggio e controllo	» 434
7.6.4	Sistemi di rilevazione di braci e scintille	» 434
7.7	I sistemi di protezione installati precedentemente al 30 giugno 2003	» 437
7.8	L'emergenza e l'evacuazione in caso di esplosione	» 439
7.8.1	Le misure di protezione ed il D.Lgs. n. 81/2008	» 441
7.9	Esempi applicativi ed approfondimenti	» 445
7.9.1	Tipologia di sollecitazione in un contenimento protetto con venting	» 445
7.9.2	Calcolo della pressione ridotta in un ciclone depolveratore	» 446
7.9.3	Test di validazione dell'eq. 7.18 relativa alla deformazione plastica di una membrana di forma rettangolare (ICChemE, 2000)	» 448
7.9.4	Fattori che influenzano il dimensionamento dei sistemi di venting	» 449
7.9.5	Calcolo delle superfici di venting in un silos di stoccaggio	» 451
7.9.6	Valutazione economica nell'adozione di un sistema di sfogo dell'esplosione in un silos d'acciaio	» 457
7.9.7	Esempi di calcolo del rapporto L/D	» 459
7.9.8	Esempi di calcolo di un sistema di protezione HRD	» 462
7.9.9	Esempio di protezione ed isolamento contro l'esplosione	» 462
7.9.10	Esempi di misure di prevenzione e protezione da adottare in impianti industriali... ..	» 464

CAPITOLO 8

GLI EFFETTI PREVEDIBILI DELLE ESPLOSIONI

8.1	L'esposizione agli effetti dell'esplosione	» 472
8.1.1	Gli effetti del Flash Fire sulle persone	» 472
8.1.2	Gli effetti di una VCE sulle persone	» 474
8.1.3	I limiti di esposizione agli effetti dell'esplosione	» 474
8.2	La valutazione quantitativa degli effetti dell'esplosione	» 477
8.2.1	Il metodo del Tritolo Equivalente (TNT _{eq})	» 481
8.2.2	Il metodo TNO-Multienergy modificato	» 483
8.2.3	Il metodo CEI 31-35 modificato	» 486
8.2.4	Il metodo NFPA 68	» 486
8.2.5	Il metodo INERIS modificato	» 487
8.3	Esempi applicativi ed approfondimenti	» 488
8.3.1	Applicazione del metodo TNT _{eq}	» 488
8.3.2	Applicazione del metodo TNO-Multienergy modificato	» 489
8.3.3	Applicazione della funzione di PROBIT	» 489
8.3.4	Effetti prevedibili nell'esplosione di un silos	» 490

CAPITOLO 9

LA VALUTAZIONE DEI RISCHI ED IL DOCUMENTO SULLA PROTEZIONE CONTRO L'ESPLOSIONE

9.1	La valutazione del rischio di esplosione	» 494
9.1.1	Parte 1: Sicurezza dell'impianto, del processo, delle sostanze e delle possibili interazioni	» 494
9.1.2	Parte 2: Valutazione della mansione esposta al rischio di esplosione	» 496
9.2	Il documento sulla protezione contro le esplosioni	» 501
9.3	Informazione e formazione dei lavoratori	» 502
9.3.1	L'art. 294-bis, D.Lgs. n. 81/2008	» 503
9.4	L'installazione, i controlli, le verifiche e la manutenzione degli apparecchi e dei sistemi di protezione	» 505
9.4.1	Il controllo iniziale degli impianti	» 506
9.4.2	Controlli degli impianti	» 508

9.4.3	La manutenzione	p.	512
9.4.4	Le verifiche		513
9.4.5	Il coordinamento e la gestione delle modifiche.....	»	514
9.5	Esempi applicativi ed approfondimenti.....	»	516
9.5.1	Valutazione del rischio di esplosione di una polvere combustibile.....	»	516
9.5.2	Il programma di manutenzione preventiva “Leak Detection and Repair” (LDAR e/o smart LDAR) di ISPRA.....	»	518
9.5.3	La manutenzione correttiva in zone a rischio di esplosione, i permessi di lavoro e l’utilizzo di esplosimetri portatili.....	»	519

CAPITOLO 10 LA LEGISLAZIONE ATEX

10.1	Testo e sanzioni del Titolo XI, D.Lgs. n. 81/2008.....	»	526
10.2	Allegati del Titolo XI, D.Lgs. n. 81/2008.....	»	533

CAPITOLO 11 IL RISCHIO INCENDIO E IL RISCHIO D’ESPLOSIONE

11.1	Il Codice di Prevenzione Incendi e la sua applicabilità.....	»	539
11.1.1	G.1.4, Normazione volontaria	»	540
11.1.2	G.1.6, Soggetti.....	»	541
11.1.3	G.1.18, Atmosfere esplosive.....	»	541
11.2	La valutazione del rischio d’incendio ed esplosione nel Codice.....	»	542
11.2.1	G.2.6.1, Valutazione del rischio d’incendio per l’attività	»	542
11.2.2	G.2.6.2, Attribuzione dei profili di rischio in presenza di esplosioni	»	543
11.2.3	Altri Paragrafi del Codice di Prevenzione Incendi ricollegabili alla RTV.2.....	»	544
11.3	Scopo e campo di applicazione della RTV.2	»	545
11.4	La valutazione del rischio di esplosione nella RTV.2.....	»	547
11.4.1	Individuazione delle condizioni generali di pericolo di esplosione	»	547
11.4.2	Identificazione delle caratteristiche delle sostanze infiammabili o polveri combustibili che possono dar luogo ad atmosfere esplosive.....	»	548
11.4.3	Classificazione delle zone con pericolo di esplosione, tramite stima della probabilità di presenza, della durata e dell’estensione delle atmosfere esplosive....	»	548
11.4.4	Identificazione dei potenziali pericoli di innesco	»	550
11.4.5	Valutazione dell’entità degli effetti prevedibili di un’esplosione	»	552
11.4.6	Quantificazione del livello di protezione.....	»	552
11.5	Misure per la riduzione del rischio di esplosione	»	553
11.5.1	Le misure di prevenzione contro il rischio di esplosione	»	553
11.5.2	Le misure di protezione contro il rischio di esplosione.....	»	555
11.5.3	Le misure gestionali contro il rischio di esplosione.....	»	556
11.6	Prodotti ed impianti	»	557
11.7	Opere da costruzione progettate per resistere alle esplosioni.....	»	558
11.8	Esempi applicativi ed approfondimenti.....	»	560
11.8.1	Classificazione delle zone di tipo quantitativo.....	»	560
11.8.2	Mezzi di protezione indipendenti, esempi applicativi.....	»	568

ALLEGATI

Allegato A	Analisi statistiche.....	»	571
Allegato B	Calcolo della tensione di vapore.....	»	579
Allegato C	Punti della distribuzione t-Student	»	580
Allegato D	Principali eventi incidentali che possono essere causa o effetto di un’esplosione	»	581
Allegato E	Punti di infiammabilità di alcune miscele acquose.....	»	582
Allegato F	Sostanze con tendenza al riscaldamento spontaneo.....	»	586
Allegato G	Classificazione sostanze secondo lo standard IP 15	»	587

<i>Bibliografia</i>	»	589
---------------------------	---	-----

L'estratto che stai consultando
fa parte del volume in vendita
su **ShopWKI**,
il negozio online di **Wolters Kluwer**

[Torna al libro](#)



CEDAM

IPSOA

UTET[®]
GIURIDICA

il fisco

 ALTALEX