



Palazzoli

ATEX

Soluzioni per atmosfera esplosiva



EDIZIONE 2013



Presentazione

Il libro “Progettare e Installare in ATEX” si rivolge soprattutto a progettisti, installatori e manutentori degli impianti elettrici che devono essere installati in un’atmosfera potenzialmente esplosiva.

Sono ampiamente illustrati e approfonditi gli elementi fondamentali per individuare le sorgenti di innesco e prevenire l’esplosione dovuta a cause elettriche.

Numerose tabelle riassuntive aiutano il lettore nella corretta applicazione delle nuove disposizioni legislative e regolamentari.

Un’impostazione generale della materia sul piano legislativo e tecnico, utile anche a quanti, elettrici o non elettrici, devono occuparsi del pericolo di esplosione.

Questo libro è stato redatto utilizzando l'omonimo testo dell'ing. Mirko Martina, membro del CT31. Si ringrazia l'ing. Maurizio D'Addato, Dirigente superiore del Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco, per la gentile concessione gratuita ed a titolo non esclusivo, degli unici dati statistici ufficiali che analizzano l'entità dei danni causati alle persone dalle esplosioni.

Progettare e
installare in

ATEX

INDICE

1. LE ORIGINI E LE NORME	pag.	52
1.1 Introduzione	pag.	52
1.2 Studio sugli incendi e le esplosioni in Italia	pag.	52
1.3 Breve storia normativa	pag.	53
1.4 Direttive Atex	pag.	54
1.4.1 Direttiva 1999/92/EC	pag.	54
1.4.2 Direttiva 94/9/EC	pag.	55
2. GLI ASPETTI TECNICI	pag.	56
2.1 L'esplosione	pag.	56
2.2 Le aree a rischio	pag.	57
2.3 Atmosfera esplosiva per la presenza di gas, vapori o nebbie	pag.	58
2.4 Atmosfera esplosiva per la presenza di polveri	pag.	60
2.5 Sorgenti di Innesco	pag.	63
2.5.1 L'arco elettrico	pag.	63
2.5.2 La temperatura superficiale dell'apparecchiatura	pag.	63
2.5.3 La scarica elettrostatica	pag.	63
2.5.4 Altre possibili forme di innesco	pag.	65
2.6 Valutazione della probabilità di presenza dell'atmosfera esplosiva	pag.	65
2.7 La classificazione di Gas e Polveri	pag.	67
2.8 Livello di sicurezza di un'apparecchiatura elettrica destinata all'installazione in atmosfera esplosiva	pag.	67
2.9 Le costruzioni elettriche "Ex" (IEC/EN 60079)	pag.	69
2.9.1 Norma IEC/EN 60079: Regole Generali	pag.	71
2.9.2 Modi di protezione	pag.	72

3. LE MODALITA' INSTALLATIVE	pag.	79
3.1 Gli impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione	pag.	79
3.2 Approccio iniziale: la raccolta dei dati e delle informazioni necessari al progetto	pag.	80
3.3 Le responsabilità	pag.	81
3.4 La marcatura	pag.	82
3.5 La dichiarazione di conformità	pag.	86
3.6 Verifica e manutenzione	pag.	87
3.6.1 Le verifiche	pag.	87
3.6.2 Documentazione di verifica	pag.	88
3.6.3 Procedura per verifiche di nuovi impianti	pag.	89
3.6.4 Qualifica del personale	pag.	90
3.7 Schede di verifica	pag.	92
3.7.1 Verifiche indipendenti dal modo di protezione dell'apparecchiatura	pag.	92
3.8 Panorama Normativo Europeo e Americano	pag.	98
4. I PARAMETRI INSTALLATIVI DEI PRODOTTI	pag.	100
4.1 Scelta delle apparecchiature	pag.	101
4.1.1 Informazioni e Dati necessari	pag.	101
4.1.2 Scelta in relazione alla Zona pericolosa	pag.	102
4.1.3 Scelta in relazione al gruppo delle apparecchiature Ex	pag.	102
4.1.4 Scelta in relazione alla temperatura ambiente	pag.	103
4.1.5 Scelta in relazione alla temperatura di accensione dei gas	pag.	104
4.1.6 Scelta in relazione alla temperatura di accensione delle polveri	pag.	104
4.2 Influenze esterne	pag.	107

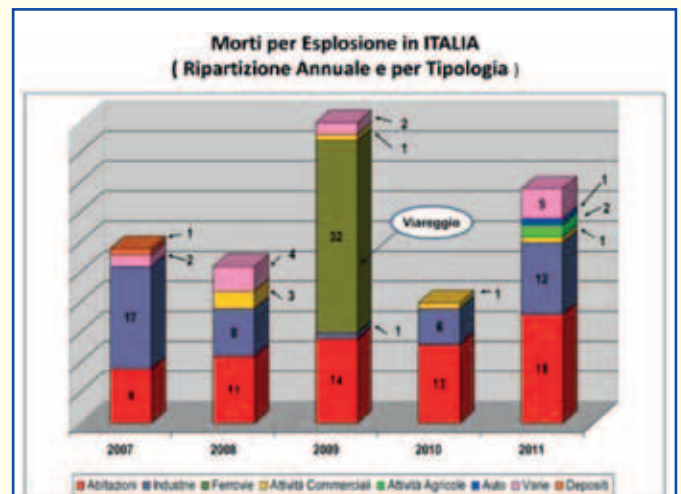
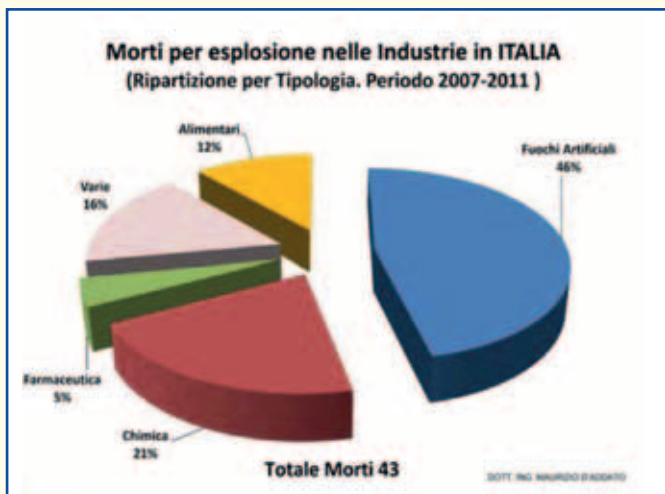
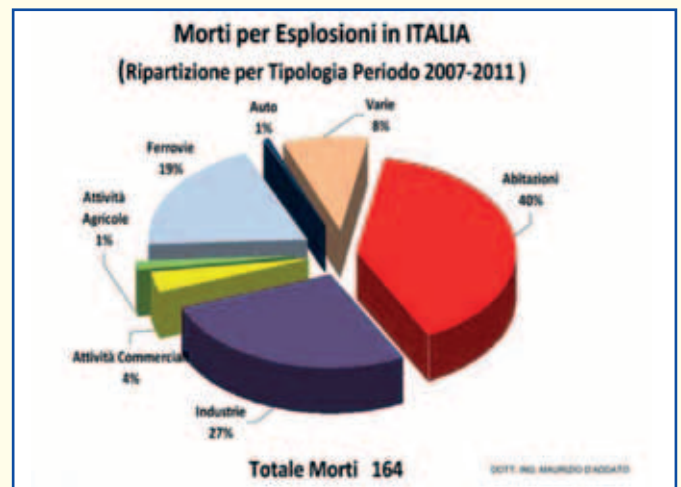
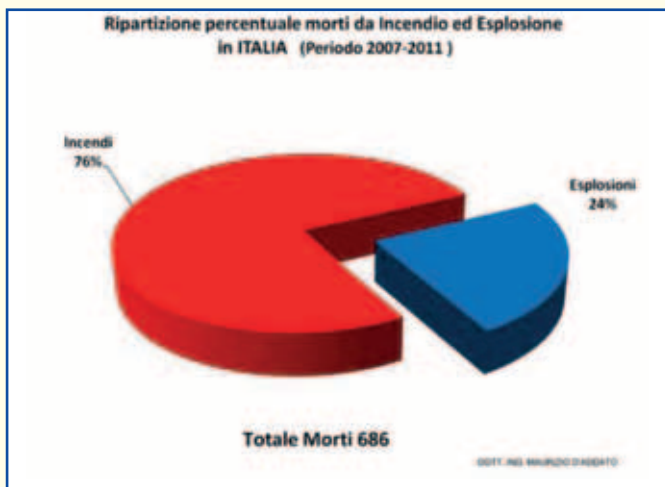
1. LE ORIGINI E LE NORME

1.1 Introduzione

Storicamente si fa risalire ai disastri provocati dalla formazione di grisou nelle miniere di carbone e zolfo, all'inizio del 1900, l'esame dei rischi nei luoghi di lavoro connessi alla presenza di apparati elettrici. In particolare, un'esplosione di gas metano (grisou, detto anche gas di miniera, o firedamp nel mondo anglosassone) in una miniera di carbone causò la morte di circa mille minatori. L'indagine compiuta per stabilire le cause dell'incidente evidenziò che il sistema di segnalazione a bassa tensione, col quale, dal fondo della miniera, si segnalava alla superficie che i carrelli di carbone erano pronti per salire, aveva innescato l'esplosione. Questo sistema, composto da batterie e da una sirena, veniva attivato cortocircuitando, a mano o con uno strumento metallico, due conduttori non protetti che correvano lungo le gallerie ed era considerato sicuro in funzione della bassa tensione e della corrente i cui valori rimanevano all'interno dei parametri ritenuti innocui. Risultò chiaro che senza i necessari metodi di protezione, l'energia induttiva immagazzinata nella sirena e nel cablaggio aveva prodotto livelli di energia sufficienti a generare una scintilla che fu in grado di innescare la pericolosa mistura di aria e gas, causando l'innescò dell'esplosione. L'apparato elettrico e i circuiti ad esso associati dovevano quindi essere costruiti in modo tale da "gestire", anche in caso di guasto dell'apparecchiatura stessa, scintille, effetti termici o archi elettrici, insomma tutti quegli eventi legati al loro funzionamento e in grado di innescare una sostanza esplosiva.

Ovviamente queste tipologie di rischio non sono proprie solo del settore minerario, questo settore però ha rappresentato un campo di prova decisamente impegnativo. Le industrie petrolifere, per rimanere in ambito "estrazioni", e quelle chimiche, ma anche le alimentari, le agricole e molti ambienti delle manifatturiera, sono direttamente interessate alla gestione di attività in presenza di atmosfere potenzialmente esplosive.

1.2 Studio sugli incendi e le esplosioni in Italia



Una misura della tragica rilevanza dei temi affrontati nella presente trattazione tecnica è data dalle statistiche ufficiali che analizzano lo storico dal 2007 al 2011 dei morti e feriti per esplosione in Italia.

Queste statistiche sono frutto dell'approfondita ricerca del Dott. Ing. Maurizio D'Addato, Dirigente Superiore del Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco, ed hanno carattere di ufficialità presso tutti i Comandi Provinciali dei Vigili del Fuoco Italiani e, nondimeno, saranno messi a disposizione del CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano) per i suoi fini istituzionali. Va aggiunto che questa ricerca è il primo e l'unico documento ufficiale e compiuto in grado di fornire una dimensione certa del problema delle esplosioni e delle loro conseguenze, proprio perché redatta dal rappresentante del Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco.

I Vigili del Fuoco infatti sono l'Ente preposto a prevenire (tramite attività di controllo delle infrastrutture ed impianti a rischio) e gestire (interventi di soccorso) gli eventi calamitosi qui trattati.

Lo studio sugli incendi e le esplosioni in Italia sono realizzati dal Dott. Ing. Maurizio D'Addato in forma grafica e fanno capire con immediatezza l'entità e la dimensione del problema nella sua totalità per poi approfondirlo con dei focus per settori e tipologie.

Questi dati, per la loro completezza ed unicità, sono in corso di divulgazione anche nelle competenti sedi Nazionali ed Europee.

1.3 Breve storia normativa

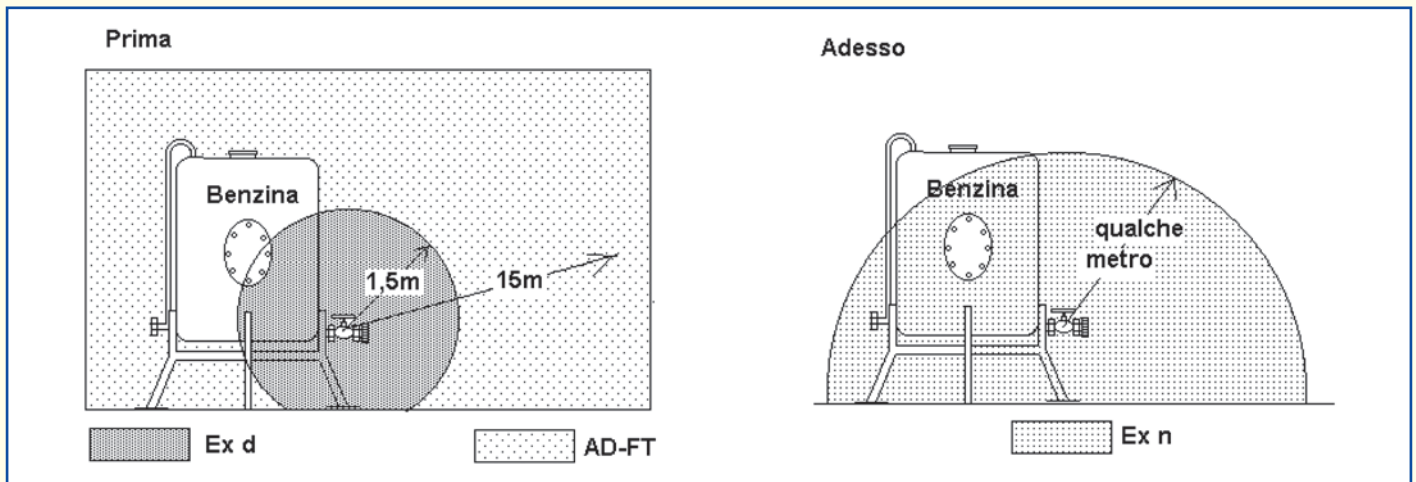
La prima normativa italiana per gli impianti elettrici antideflagranti è del 1955 (il D.P.R. 547). L'anno successivo con la Norma CEI 23-4 veniva praticamente recepito solo il modo di protezione mediante custodie a prova di esplosione, confermato, tredici anni dopo, dalla CEI 31-1, prima Norma del Comitato 31 allineata con le raccomandazioni IEC e CENELEC. Questa scelta primordiale, seguita da quasi 40 anni di immobilismo normativo, ha condizionato l'impiantistica elettrica antideflagrante italiana che , fino al 1994, è rimasta inchiodata al sillogismo: antideflagrante = custodie a prova di esplosione, pur avendo recepito, ma solo a livello formale e per obbligo comunitario, gli altri modi di protezione che si andavano consolidando nel nord Europa e negli Stati Uniti. La direttiva ATEX, pubblicata nel 1994, ma definitivamente operante solo dal 1 Luglio 2003 ha rotto definitivamente con il passato stabilendo quattro punti fermi:

1. La direttiva stessa stabilisce i requisiti minimi di sicurezza , che pur essendo coerenti con la normativa vigente, non sono più rigidamente vincolati ad essa.
2. In tutti i luoghi classificati pericolosi sotto l'aspetto del rischio di esplosione per presenza di gas o di polveri, si devono impiegare costruzioni rispondenti ai suddetti requisiti di sicurezza.
3. Il pericolo è suddiviso in tre livelli a ciascuno dei quali si addice una particolare categoria di costruzioni: la categoria 1 copre il livello di massimo pericolo (zone 0 e 20), la categoria 2 il livello di pericolo elevato (zone 1 e 21), la categoria 3 che quantitativamente è di gran lunga la più importante, il livello di pericolo definito "normale" (zone 2 e 22). La definizione "normale" non è casuale; infatti tutte le leggi comunitarie impongono i massimi livelli possibili di prevenzione contro la formazione di atmosfere esplosive, sicché in condizioni normali dovrebbero esistere solo zone 2 e 22.
4. La dichiarazione di conformità ai requisiti di sicurezza deve riferirsi al modo di protezione standard o nuovo e alle categorie suddette e deve, in ogni caso, essere accompagnata da un modulo di controllo di fabbricazione che garantisca la continuità della rispondenza a tali requisiti durante la produzione.

Per effetto del punto 1 non è più necessario attendere che nuove norme recepiscano nuovi modi di protezione per ottenere la certificazione in quanto la stessa direttiva contiene indicazioni sufficientemente dettagliate. Per effetto del punto 2 non sono più ammessi i vecchi impianti AD-T e AD- FT basati sull'impiego di costruzioni stagne IP55 e IP44, ora sostituite da quelle con modo di protezione Ex n G e D. Per effetto del punto 3 la vecchia Norma CEI 64-2 ha dovuto lasciare il posto alla nuove CEI 31-30 e 31-34 che introducono un più razionale criterio di determinazione delle zone 2 ampliando notevolmente il campo di impiego delle costruzioni di categoria 3 alla quale appartengono i tipi Ex n.

Per effetto del punto 4 la garanzia è estesa alla produzione e non più solo al prototipo sottoposto all'ente verificatore; in particolare il modulo di controllo fabbricazione, da mettere a disposizione delle autorità addette alla sorveglianza, per le aziende con certificazione ISO 9000 diventa un impegno certificato anche nei confronti del cliente. Si può concludere che il nuovo approccio ATEX offre maggiori garanzie di sicurezza all'utente unitamente alla possibilità di graduare la spesa per la protezione antideflagrante alla effettiva entità del pericolo; nel contempo libera la ricerca tecnologica dall'asservimento rigido alla normativa che ha tempi di preparazione e di recepimento sovente eccessivi e scoraggianti.

In questo nuovo approccio si collocano le costruzioni Ex n G e D presentate da Palazzoli, idonee ad abbondanza ai requisiti della direttiva ATEX e delle norme costruttive CEI EN riferite alla tecnologia antideflagrante di III generazione



Differenza tra vecchia normativa e ATEX

1.4 Direttive Atex

I principi di sicurezza contro l'esplosione sono tradotti in norma giuridica da due direttive comunitarie note come *Direttive Atex: Direttiva 1999/92/EC e Direttiva 94/9/EC*.

Il conseguimento di un livello accettabile di sicurezza, è il risultato dell'analisi del rischio ed in particolare della minimizzazione dei due fattori che influiscono sulla probabilità che avvenga una esplosione, ovvero: la probabilità di formazione di atmosfera esplosiva e la probabilità della presenza di un innesco.

La valutazione della probabilità di formazione esplosiva determina una suddivisione in Zone (aree) pericolose a seconda dell'origine dell'atmosfera esplosiva per la presenza di gas o polveri (Direttiva 1999/92/EC). La valutazione della probabilità di innesco dell'atmosfera esplosiva determina la protezione contro l'innesco dell'atmosfera esplosiva mediante l'uso di apparecchiature elettriche e/o componenti, costruiti con un modo di protezione che garantisca un livello di sicurezza corrispondente al tipo di zona pericolosa (Direttiva 94/9/EC). Le prescrizioni di sicurezza delle apparecchiature da installare nelle zone pericolose, sono rivolte anche a costruzioni non elettriche.

Di seguito sono illustrati i punti fondamentali delle due direttive.

1.4.1 Direttiva 1999/92/EC

La direttiva 1999/92/EC è una direttiva di carattere sociale, in cui gli obiettivi dei requisiti minimi di sicurezza sono incentrati sulla tutela della salute e della sicurezza dei lavoratori esposti al rischio di atmosfere esplosive.

Tali obiettivi sono perseguiti tramite la valutazione del rischio di esplosione e delle misure tecniche per minimizzare la presenza di atmosfera esplosiva e la probabilità di innesco. In estrema sintesi, possiamo dire che è una specie di sottodirettiva della 89/391/CEE (recepita in Italia attraverso il famoso DLgs 626/94), solo che invece di occuparsi di luoghi di lavoro in genere, detta le disposizioni specifiche da seguire nei luoghi esposti al rischio di atmosfere potenzialmente esplosive.

La direttiva 99/92/EC è stata recepita in Italia con il Decreto legislativo 233/03 e si applica solo per i luoghi in superficie, sia con pericolo gas che con pericolo polvere.

La direttiva prevede la classificazione in zone, da parte del datore di lavoro, dei luoghi di lavoro in cui possono prodursi atmosfere esplosive e determina i gruppi e le categorie di apparecchi da utilizzare in ogni zona. La classificazione dei luoghi viene effettuata in base alla frequenza e alla durata della presenza di atmosfere esplosive.

Nella direttiva sono stabilite le prescrizioni minime per il miglioramento della protezione della sicurezza e della salute dei lavoratori, che possono essere esposti al rischio di atmosfere esplosive. Queste prescrizioni vengono esplicitate attraverso determinati obblighi che devono essere assolti dal datore di lavoro. In particolare, il datore di lavoro deve effettuare una valutazione dei rischi di esplosione, tenendo conto dei seguenti elementi:

- probabilità e durata della presenza di atmosfere esplosive
- probabilità della presenza, dell'attivazione e dell'efficacia di fonti di ignizione, comprese scariche elettrostatiche

- caratteristiche dell'impianto, sostanze utilizzate, processo e loro possibili interazioni
- entità degli effetti prevedibili
- valutazione anche dei luoghi non pericolosi, ma che sono in collegamento tramite aperture con luoghi pericolosi

Il datore di lavoro, inoltre, ai fini della prevenzione ai sensi della direttiva 89/391/CEE (ex DLgs 626/94 ora DLgs 81/08) ha il dovere di mettere in atto alcuni principi fondamentali per prevenire la formazione di atmosfere esplosive, per evitare l'ignizione di atmosfere esplosive e attenuare i danni di un'esplosione in modo da garantire la salute e la sicurezza dei lavoratori. A questo fine il datore di lavoro deve prendere provvedimenti necessari affinché dove possono svilupparsi atmosfere esplosive in quantità tale da mettere in pericolo la sicurezza e la salute dei lavoratori, gli ambienti siano strutturati in modo da permettere di svolgere il lavoro in condizioni sicure e ci sia un adeguato controllo per limitare il rischio durante il lavoro.

Il datore di lavoro deve inoltre procedere a ripartire in zone le aree in cui si possono formare atmosfere esplosive e deve assicurare che in queste aree siano garantite le prescrizioni minime di sicurezza. Se necessario, queste aree vengono segnalate da un apposito segnale che contraddistingue un'area in cui può formarsi un'atmosfera esplosiva.



Cartello che identifica un'area in cui può formarsi un'atmosfera esplosiva

1.4.2. Direttiva 94/9/EC

La direttiva 94/9/EC, in Italia è stata recepita dal DPR 126/98 è in vigore dal 1 luglio 2003. E' una direttiva di prodotto in cui gli obiettivi dei Requisiti Essenziali di Sicurezza (ESR) riguardano la costruzione delle apparecchiature elettriche e non elettriche, in modo che non costituiscano una fonte di innesco per l'atmosfera esplosiva, a seconda della probabilità di presenza dell'atmosfera stessa. I destinatari principali della direttiva sono il Costruttore (fabbricante) o Importatore di un apparecchio, comunque colui che immette sul mercato della Comunità Europea, un prodotto destinato ad essere installato in atmosfera esplosiva.

La direttiva 94/9/EC interessa tutti gli apparecchi destinati ad essere installati in luoghi con pericolo di esplosione, sia che siano apparecchi elettrici sia non elettrici (apparecchiature meccaniche).

E' una direttiva di "nuovo approccio" in quanto non fornisce specifiche tecniche, ma requisiti essenziali di sicurezza, in allegato agli articoli del testo principale.

Nel campo di applicazione rientrano:

- apparecchi: si intendono le macchine, i materiali, i dispositivi fissi o mobili, gli organi di comando, la strumentazione e i sistemi di rilevazione e di prevenzione che, da soli o combinati, sono destinati alla produzione, al trasporto, al deposito, alla misurazione, alla regolazione e alla conversione di energia ed alla trasformazione di materiale e che, per via delle potenziali sorgenti di innesco che sono loro proprie, rischiano di provocare un'esplosione;
- sistemi di sicurezza: dispositivi di sicurezza, di controllo e di regolazione destinati ad essere utilizzati al di fuori di atmosfere potenzialmente esplosive ma necessari o utili per il funzionamento sicuro degli apparecchi e sistemi di protezione, per quanto riguarda i rischi di esplosione (barriere Ex "I");
- sistemi di protezione: i dispositivi, diversi dai componenti degli apparecchi sopra definiti, la cui funzione è bloccare sul nascere le esplosioni e/o circoscrivere la zona da esse colpita, che sono immessi separatamente sul mercato come sistemi con funzioni autonome;
- componenti: i pezzi essenziali per il funzionamento sicuro degli apparecchi e dei sistemi di protezione, privi tuttavia di funzione autonoma (esempio raccordo di bloccaggio).

2. GLI ASPETTI TECNICI

2.1 L'esplosione

Una esplosione è di fatto una reazione di ossidazione. La reazione di ossidazione che si può anche definire come combustione provoca formazione di calore, solitamente accompagnata da fiamma visibile. La combustione è una ossidoriduzione esotermica, ovvero un composto si ossida mentre un altro si riduce con rilascio di energia e formazione di nuovi composti, principalmente anidride carbonica ed acqua. Ad esempio, nel caso degli idrocarburi, il carbonio si ossida e l'ossigeno si riduce.

I principali prodotti della combustione sono:

- Elevato sviluppo di calore (reazione fortemente esotermica);
- Elevato sviluppo di gas ad alta temperatura.

Affinché avvenga la reazione è necessaria la presenza contemporanea (nello stesso luogo e nello stesso momento) di tre componenti ben definiti:

- il **combustibile**: sostanze nella forma di gas, vapori, nebbie oppure polveri;
- il **comburente**: è l'agente ossidante, di solito l'ossigeno presente nell'aria;
- l'**innescò**: qualsiasi evento (scintilla, fiamma, temperatura, ecc.) sorgente di energia.

Il combustibile ed il comburente (ossidante) sono i reagenti della reazione di ossidoriduzione; l'innescò è la sorgente che fornisce l'energia necessaria a far iniziare la reazione (*energia di attivazione*).

La necessaria presenza contemporanea di combustibile, comburente ed innescò è rappresentata dal Triangolo del Fuoco (*o della combustione*).

Una volta innescata, la reazione sviluppa calore che viene ceduto agli strati di miscela combustibile adiacente, che a loro volta si riscaldano e reagiscono con maggiore velocità. Si viene così a formare un fronte di reazione, comunemente chiamato fronte di fiamma, che si muove dalla miscela combusta verso la miscela incombusta, propagando l'accensione alla restante miscela combustibile. La velocità con cui il fronte di fiamma si muove è la velocità di propagazione della combustione. Il fenomeno "**esplosione**" si verifica quando l'energia rilasciata dalla combustione e la velocità di propagazione sono troppo elevate per essere assorbite dall'ambiente circostante e, di conseguenza, **si sviluppa un aumento di temperatura in un tempo breve ed in uno spazio sufficientemente limitato, che genera un'onda di pressione che si propaga nello spazio circostante**. Non tutte le miscele combustibile-comburente, se innescate, danno come reazione una esplosione. Le condizioni che determinano se un'atmosfera è esplosiva sono le caratteristiche fisico/chimiche del combustibile (proprietà esplosive). Inoltre con il termine "atmosfera esplosiva" si deve intendere una miscela caratterizzata da:

- sostanze infiammabili allo stato di gas, vapori, nebbie, oppure polveri o fibre con determinate proprietà ed in determinate concentrazioni in volume rispetto all'aria;
- aria in condizioni atmosferiche;
- a seguito di un innescò, la combustione si propaga alla miscela non bruciata.

Le condizioni atmosferiche di riferimento sono quelle per le quali la concentrazione di ossigeno nell'atmosfera è approssimativamente del 21% e che includono variazioni di pressione e temperatura al di sopra ed al di sotto dei livelli di riferimento di 1 atm e 20°C, denominati condizioni atmosferiche normali, purché tali variazioni abbiano un effetto trascurabile sulle proprietà esplosive delle sostanze. Un'atmosfera suscettibile di trasformarsi in atmosfera esplosiva a causa delle condizioni locali e/o operative viene chiamata "atmosfera potenzialmente esplosiva".

Anche l'innescò necessario a iniziare la reazione di esplosione deve avere determinate proprietà, infatti l'energia di accensione, misurata in Joule, deve superare un determinato valore di soglia (minimo) che è diverso per ogni sostanza combustibile, al di sotto del quale non si origina alcuna reazione.



Il triangolo del fuoco

2.2 Le aree a rischio

Molti processi industriali necessitano dell'uso di sostanze infiammabili o combustibili, che vengono stoccate, manipolate, trasportate ed infine utilizzate all'interno del processo produttivo. A parte le sostanze esplosive, o chimicamente instabili, per le quali il pericolo è noto, vi è un elevato numero di sostanze che possiedono la caratteristica, in certe condizioni, di generare una esplosione. Le sostanze che possono originare miscele esplosive sono utilizzate in numerose operazioni che fanno parte delle normali attività lavorative. Ad esempio nelle operazioni di verniciatura, nella macinatura, nelle operazioni di ricarica delle batterie, nelle operazioni di stoccaggio e trasporto delle sostanze gassose, ecc.

Risulta intuitivo riconoscere il rischio di esplosione in ambienti di lavoro quali le industrie chimiche e/o petrolchimiche. Tuttavia si deve considerare che in molte altre attività (come ad esempio falegnamerie, mulini, reparti di verniciature, distillerie, ecc.) la presenza di miscele infiammabili è altrettanto probabile e va valutata e prevenuta. Molte delle lavorazioni che coinvolgono sostanze pericolose, sono parte integrante delle normali operazioni all'interno di ambienti di lavoro che potremmo definire "ordinari". In questi ambienti di lavoro non risulta automatico pensare al rischio di esplosione.



Conseguenze di un'esplosione in un'area a rischio

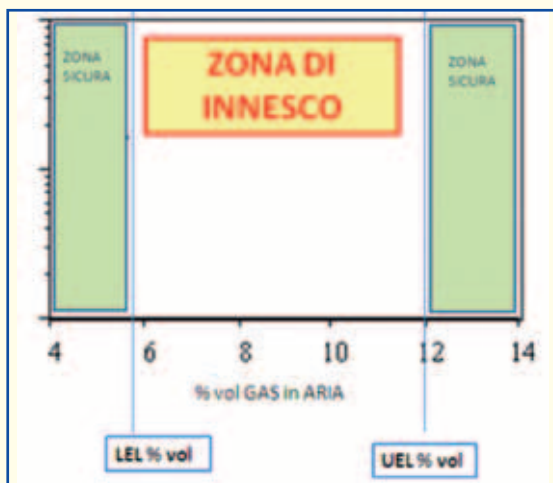
Un esempio eclatante è un incidente registrato nel periodo di fine anno 2011. A Shanghai, presso la Pegatron, sussidiaria di un'azienda di Taipei che lavora per Apple, è avvenuta un'esplosione che ha causato 61 feriti. La causa dell'esplosione è stata imputata alla polvere di alluminio usata per lucidare le custodie dell'iPad. Decisamente più grave è risultato essere l'incidente avvenuto nel maggio del 2011 presso un impianto di Foxconn Technology, il più grande produttore per Apple, ove una esplosione di polveri di alluminio (combustibili) ha causato, il 20 maggio dello scorso anno, nello stabilimento di Chengdu, in Cina, la morte di tre operai e il ferimento di altri 15. Questi episodi sono determinanti per considerare che il pericolo è maggiore nei luoghi di lavoro dove, normalmente, non ci si aspetterebbe la presenza di atmosfera esplosiva, proprio in conseguenza al fatto che si sottovaluta la possibilità di una formazione di miscele esplosive.

2.3 Atmosfera esplosiva per la presenza di gas, vapori o nebbie

Si illustrano di seguito alcune delle proprietà che sono caratteristiche di ogni sostanza infiammabile che può originare una atmosfera esplosiva in forma di gas o vapore miscelato con aria. Dette proprietà sono fondamentali sia per la valutazione del pericolo, sia per la scelta delle apparecchiature elettriche (classificazione dei gas).

- Limiti di infiammabilità

Una sostanza sottoforma di gas, vapore o nebbia miscelata con aria, diventa un'atmosfera esplosiva solo quando la concentrazione in aria della sostanza stessa è sufficiente a farla divenire infiammabile. Miscele combustibile-aria sono infiammabili solo entro un ristretto intervallo di concentrazioni del combustibile in aria, definito da un limite inferiore ed un limite superiore.



I due limiti rappresentano la minima e la massima concentrazione di combustibile che permette la propagazione della fiamma. La concentrazione è solitamente espressa come percentuale in volume. Per determinare l'esplosibilità di una sostanza si definiscono i due limiti come:

- **LEL** (lower explosion level): concentrazione in aria di gas o vapore infiammabile, al di sotto della quale l'atmosfera non è esplosiva (*limite inferiore di esplosibilità*);
- **UEL** (upper explosion level): concentrazione in aria di gas o vapore infiammabile, al di sopra della quale l'atmosfera non è esplosiva (*limite superiore di esplosibilità*);

Rappresentazione grafica dei limiti di infiammabilità

In tabella sono riportati i limiti di esplosibilità di alcuni gas e vapori; alcuni di questi combustibili hanno intervalli di esplosibilità abbastanza ristretti; altri invece presentano un campo di esplosibilità esteso e si possono considerare "più pericolosi", in quanto piccole emissioni formano atmosfera esplosiva. In alcuni casi il limite superiore è talmente elevato che alcune sostanze presentano un UEL pari al 100% in quanto i loro vapori possono esplodere praticamente senza bisogno di aria.

Sostanza	LEL%	UEL%	Sostanza	LEL%	UEL%
idrocarburi			alcoli		
Metano	5	15	A. Metilico	6,7	36
Etano	3	12,4	A. Etilico	3,3	19
Propano	2,1	9,5	A. butilico	1,7	12
Butano	1,8	8,4	inorganici		
Etilene	2,7	37	Ammoniaca	15	28
Propilene	2,4	11	Idrazina	4,7	100
Acetilene	2,5	100	Idrogeno	4,0	75
Benzene	1,3	7,9	chetoni		
Pentano	1,4	7,8	Acetone	2,6	31
Esano	1,2	7,4	Metil chetone	1,9	10

Esempi di limiti di infiammabilità di alcuni gas e vapori (condizioni atmosferiche).

- La temperatura di infiammabilità

Quando l'atmosfera esplosiva è generata da combustibili liquidi, come ad esempio liquido infiammabile in un contenitore aperto, la caratteristica del combustibile che ne esprime le proprietà infiammabili e di attitudine a formare atmosfere esplosive è la temperatura di infiammabilità.

La temperatura di infiammabilità (flash point) è la temperatura più bassa alla quale alla pressione di 760 mmHG (1 atm) si formano vapori in quantità tale che in presenza di ossigeno e di un innesco abbia luogo il fenomeno della combustione. Sono riportati alcuni esempi di sostanze liquide infiammabili e la relativa temperatura di infiammabilità.

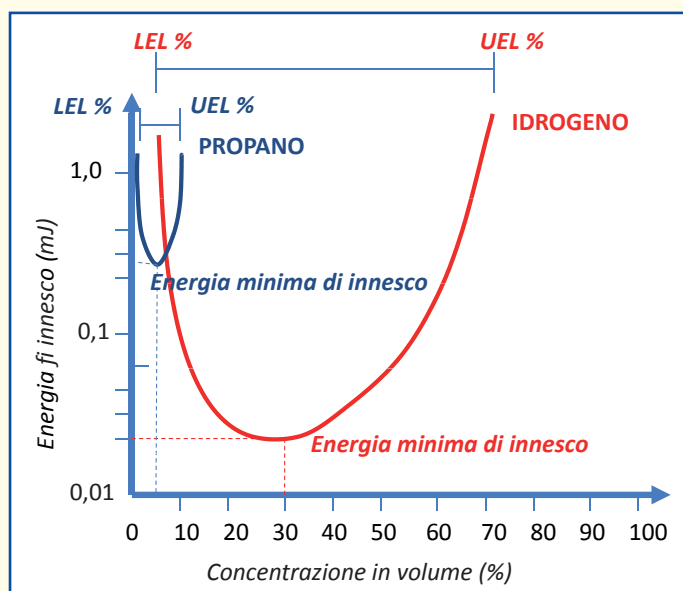
Sostanza	Tinf [°C]	Sostanza	Tinf [°C]
Petrolio	-20	Etere etilico	-45
Gasolio	+55	Acetone	-17
Benzene	-11	Acetato di etile	-4
Alcol etilico	+12	Cicloesano	-20

Esempi di temperature di infiammabilità di alcune sostanze

La temperatura di infiammabilità è una proprietà importante ai fini della sicurezza contro le esplosioni, in quanto è il parametro di riferimento per valutare se in un determinato ambiente di lavoro, con una propria temperatura ambientale, in cui si immagazzina, maneggia, trasporta o produce la sostanza liquida infiammabile, la sostanza possa originare atmosfera esplosiva. Infatti alla temperatura di infiammabilità la concentrazione dei vapori infiammabili in aria corrisponde approssimativamente al LEL.

- L'energia minima di innesco

Affinché l'atmosfera esplosiva sia innescata è necessario fornire alla miscela una quantità di energia detta energia di accensione. Questa varia al variare della concentrazione del combustibile e tende ad un minimo in prossimità della concentrazione stechiometrica detta minima energia di innesco. La minima energia di innesco è una specifica caratteristica di ogni sostanza. Pertanto in letteratura si trovano curve di accensione per ogni sostanza infiammabile. L'energia di accensione aumenta notevolmente in prossimità delle concentrazioni corrispondenti ai limiti di infiammabilità inferiore e superiore.



Curve di innesco di Idrogeno e Propano

Dal grafico si può vedere come la minima energia di innesco sia molto inferiore per l'idrogeno: ovvero serve meno energia per innescare l'atmosfera esplosiva di idrogeno rispetto all'atmosfera esplosiva di propano.

- La temperatura di accensione (autoaccensione)

La temperatura di autoaccensione è la temperatura più bassa a cui una miscela combustibile-comburente deve essere portata perché si accenda spontaneamente. Al di sotto di questa temperatura, per provocare l'accensione della miscela, si deve usare una sorgente esterna (fiamma, scintilla, filamento caldo, arco elettrico ecc.) mentre al di sopra l'accensione avviene spontaneamente.

La temperatura di accensione di una sostanza non è correlata con la minima energia di innesco, pertanto è considerata una grandezza specifica della sostanza. Per tale motivo, per classificare i gas e i vapori sono utilizzati entrambi i parametri.

La temperatura di accensione inoltre è uno dei parametri delle sostanze infiammabili fondamentali per la scelta della costruzione elettrica.

Poiché la determinazione della temperatura di accensione è fortemente influenzata dalle condizioni in cui viene ricavata, in letteratura tecnica si trovano tabelle con riportate le temperature di accensione con elevato margine di sicurezza. È comunque buona norma, nel caso di valori differenti per una stessa sostanza, scegliere il più basso.

2.4 Atmosfera esplosiva per la presenza di polveri

Quando si parla di un fenomeno esplosivo viene naturale pensare all'innesco di atmosfere esplosive aria-gas/vapori infiammabili. Risulta invece meno intuitivo pensare che una esplosione possa essere generata da polveri combustibili, nonostante in moltissimi luoghi di lavoro si manipolino, mantengano e siano presenti polveri combustibili.

La prima esplosione dovuta a polveri di cui si abbia documentazione è avvenuta nel 1785 a Torino in un mulino dove veniva prodotta farina. Per molti anni è stata diffusa la convinzione che le esplosioni di polveri avvenissero per la presenza di gas, al pari delle esplosioni nelle miniere di carbone in cui l'esplosione era imputata solo al gas di grisou.

Faraday dimostrò per primo, nel 1845, che la polvere di carbone poteva innescarsi ed esplodere anche in assenza di gas. Tuttavia ci sono voluti numerosi incidenti esplosivi, anche con morti, per riuscire a capire il fenomeno dell'esplosione di polveri combustibili apparentemente non pericolose, come le polveri agro-alimentari. L'idea che la polvere possa esplodere diventa ancora meno intuitiva se essa è derivata dalla lavorazione di materiali che allo stato solido compatto non sono infiammabili. Ad esempio nel caso di lavorazione dell'alluminio, tale per cui si possano ottenere polveri fini, in certe condizioni di granulometria, concentrazione in aria, la polvere di alluminio genera esplosione.

In generale una polvere è un insieme di particelle solide presenti nell'atmosfera, che tendono a depositarsi per propria massa, ma che possono rimanere sospese nell'aria per un certo periodo di tempo. Una polvere diviene combustibile quando è in grado di reagire con l'ossigeno nell'atmosfera (le particelle si ossidano), di ardere in strati (diventando incandescente) e di formare miscele esplosive con l'aria. In generale questo accade per polveri con granulometria < 0,5 mm. Il pericolo di esplosione aumenta al diminuire delle dimensioni delle particelle di polvere.

Il pericolo correlato alla polvere combustibile, può essere dovuto a:

1. formazione di una nube di polvere.

La polvere in sospensione nell'aria forma una nube di combustibile (polvere) e comburente (aria) in cui la buona miscelazione e le piccole dimensioni delle particelle (granulometria inferiore a 0,5 mm) favoriscono l'ossidazione, che si sviluppa a velocità talmente elevate da assumere carattere esplosivo. La nube di polvere genera pericolo di esplosione.

In genere la formazione di una nube di polvere avviene in conseguenza ad una operazione del ciclo produttivo (svuotamento di sacchi, caricamento del sistema di contenimento, macchina utensile in lavorazione, ecc.). Tuttavia, una nube di polvere si può formare per il sollevamento di uno strato di polvere in precedenza depositato.

2. formazione di uno strato di polvere: quando la polvere si deposita su una superficie per effetto del proprio peso, si accumula e, se non viene rimossa, forma uno strato di spessore (da qualche mm a decine di mm) che dipende dalla frequenza con cui avvengono le operazioni di pulizia (rimozione dello strato).

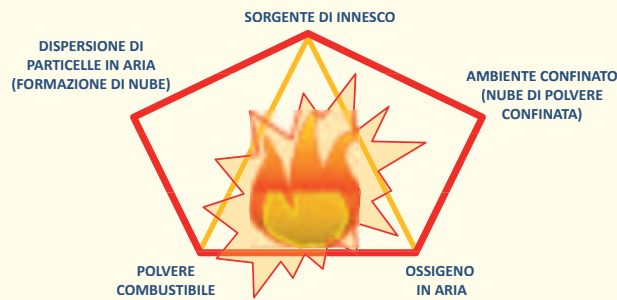
Lo strato di polvere combustibile genera i seguenti pericoli:

1. si può sollevare in nube per azione del vento, di un mezzo di passaggio oppure, caso peggiore, per effetto di una esplosione primaria. In quest'ultimo caso l'onda di pressione di una esplosione, originata da una nube, solleva lo strato che forma una nuova nube che, essendo immersa in una combustione ad alta temperatura, si innesca immediatamente generando una esplosione di potenza superiore alla prima (effetto domino dell'esplosione da polveri).
2. uno strato di polvere che si deposita sulla superficie di componenti elettrici e non viene rimosso frequentemente, peggiora il loro raffreddamento, con conseguente aumento della temperatura superficiale della custodia e pericolo di innesco della polvere in strato per lenta combustione (pericolo di incendio).

In generale, affinché si verifichi una esplosione da polvere, si deve avere la contemporanea presenza dei seguenti fattori:

- che la polvere sia combustibile;
- che la polvere sia dispersa in aria (nube);
- che la granulometria sia tale da propagare la fiamma;
- che la concentrazione di polvere in aria sia nel campo di esplosibilità;
- che la sorgente d'innesco possieda energia sufficiente.

Il triangolo del fuoco ne risulta modificato, per le polveri si parla di “pentagono di esplosione”:



Pentagono di esplosione delle polveri combustibili

Di seguito si riportano alcune delle proprietà fisico/chimiche delle polveri combustibili che sono fondamentali sia per la valutazione del pericolo, sia per la scelta delle apparecchiature elettriche (classificazione delle polveri) da installare nell'area interessata.

- La combustibilità

La combustibilità di una polvere è l'attitudine a bruciare in strato. Viene determinata mediante prove di laboratorio in cui si innesca uno strato di polvere di dimensioni note, mediante un filamento a temperatura di 1000°C. Viene osservata la capacità, o meno, di innescare e propagare la combustione nello strato e ne viene data una valutazione qualitativa, in base alla quale sono definite delle classi di combustibilità.

La prova inoltre viene utilizzata per la determinazione della Temperatura di accensione in strato.

Classe di combustibilità	Valutazione
BZ 1	Non prende fuoco (non combustibile)
BZ 2	Prende fuoco brevemente e poi estingue rapidamente
BZ 3	Diventa incandescente (arde) localmente senza propagazione
BZ 4	Diventa incandescente (arde) con propagazione
BZ 5	Produce fuoco vivo che si propaga
BZ 6	Produce una combustione molto rapida

Classi di combustibilità per le polveri

- L'esplosibilità

L'esplosibilità di una polvere è la sua capacità di esplodere in nube. Viene verificata mediante prove di laboratorio.

Una miscela aria-polvere in nube viene innescata all'interno di un contenitore chiuso e vengono misurate due grandezze che rappresentano la violenza dell'esplosione di una nube in uno spazio confinato: la sovrappressione massima di esplosione ($p_{e_{max}}$) e la velocità massima di aumento di pressione $(dp/dt)_{max}$.

In genere sono esplosibili le polveri che, in questa prova, fanno registrare pressioni di esplosione superiori al valore di 666 Pa (0,0066 bar), oltre il quale si verificano danni permanenti a persone, animali e cose.

È possibile associare ad ogni polvere un "grado" di esplosibilità: in funzione della velocità massima di aumento della pressione $(dp/dt)_{max}$, si determina una costante definita indice di esplosione K_{st} .

A seconda del valore di K_{st} della polvere, viene attribuita alla polvere stessa una Classe di esplosione St.

Classe di esplosione della polvere in aria	Kst [bar m s-1]	Valutazione
St 0	0	Esplosione debole senza percezione visiva di propagazione della fiamma
St 1	>0 fino 200	Esplosione moderata
St 2	>200 fino 300	Esplosione forte
St 3	>300	Esplosione severa (grave)

Classi di esplosione della miscela aria-polvere in nube

Ai fini di una analisi del rischio di esplosione, appare evidente che se in un luogo di lavoro o in un processo/impianto sono presenti polveri di classe St 1, 2 e 3, si deve valutare la probabilità di formazione di atmosfere aria-polvere in nube e su questa base va classificata l'area in relazione dell'impianto elettrico ivi previsto. Polveri di classe St 0 possono essere considerate non esplosive dopo ulteriori indagini di laboratorio.

- I limiti di Esplosibilità: inferiore (LEL) e superiore (UEL)

Anche per le polveri esiste un campo di concentrazioni in miscela con l'aria all'interno del quale se innescate con sufficiente energia, avviene una reazione esplosiva. Le concentrazioni limite sono definite, come per i gas, Limite inferiore di esplosibilità (LEL) e Limite superiore di esplosibilità (UEL).

I limiti di esplosibilità delle polveri sono espressi in termini di massa di polvere per unità di volume di aria, generalmente in g/m³. La Guida CEI 31-56 considera che, in generale, quando la concentrazione di polvere nell'aria non supera i 10 g/m³ in condizioni atmosferiche normali si ha la ragionevole certezza di non raggiungere il LEL (Guida CEI 31-56, art. 4.2.2). Tale valore può essere preso come riferimento per il confronto con le concentrazioni di polvere eventualmente presenti in un impianto/luogo di lavoro, al fine di stabilire in prima battuta se effettuare una valutazione approfondita del pericolo di formazione di atmosfera esplosiva, oppure escludere tale rischio.

- La temperatura di accensione della nube e dello strato

Ai fini del pericolo di esplosione sono importanti due diverse temperature di accensione espresse in °C:

- Temperatura minima di accensione della nube T_{cl}. In inglese viene indicata come ignition temperature IT.
- Temperatura minima di accensione dello strato di polvere (o di lenta combustione) T_l; è la temperatura minima di una superficie calda alla quale si verifica l'innescamento di uno strato di polvere di spessore "l" specificato, depositato su di essa. In genere nella letteratura tecnica sono presi a riferimento strati di spessore 5 mm, perciò nelle tabelle che riportano le proprietà delle polveri più comunemente presenti nelle realtà industriali, viene spesso indicata la temperatura minima di accensione dello strato come T_{5 mm}. In inglese la T_l viene indicata come glowing temperature GT.

Entrambe le temperature di accensione delle polveri sono fondamentali per definire la temperatura massima che la superficie di un'apparecchiatura elettrica può raggiungere senza innescare l'incendio o l'esplosione. Le minime temperature di accensione della nube e dello strato sono alla base dei criteri di scelta delle apparecchiature elettriche in presenza di polvere combustibile.

- L'energia minima di accensione

Ogni polvere combustibile, così come i gas e i vapori infiammabili, richiede un'energia minima per avviare e sostenere il processo di combustione di una miscela aria-polvere in concentrazioni comprese all'interno del campo di esplosibilità. L'energia minima di accensione (M.I.E. – Minimum Ignition Energy), espressa in mJ, dipende da alcune delle proprietà della polvere:

- natura chimica;
- granulometria; l'energia minima dell'innescamento è tanto minore quanto più è alta la percentuale di particelle di dimensioni inferiori a 5 µm nella distribuzione granulometrica della polvere.

L'energia minima di accensione delle polveri è generalmente dell'ordine di qualche decina di mJ.

- La resistività elettrica

Le polveri si formano per la separazione di particelle da materiali solidi compatti, oppure per effetto di operazioni di processo quali ad esempio la macinazione. Il materiale solido da cui sono prodotte può possedere o meno delle caratteristiche di conducibilità elettrica.

La conducibilità elettrica della sostanza solida che costituisce la polvere influisce sulle caratteristiche dielettriche dell'aria e/o delle superfici sulle quali la polvere si deposita. La presenza di particelle di polvere conduttibile sulla superficie o

all'interno di custodie elettriche, può generare fenomeni di tracking, scariche superficiali, formazione di arco elettrico tra parti in tensione, quando la presenza di particelle conduttrici diminuisce il percorso elettrico normalmente necessario a garantire le proprietà dielettriche dell'aria (riduzione delle distanze di isolamento in aria).

Una polvere è considerata conduttrice quando presenta una resistività inferiore o uguale a $10^3 \Omega\text{m}$, determinata in laboratorio.

2.5 Sorgenti di Innesco

Tra le diverse sorgenti di accensione da prendere in considerazione, le apparecchiature elettriche nel loro normale funzionamento sono in grado di sviluppare energie di gran lunga superiori alla minima energia di innesco. Si deve inoltre considerare che la maggior parte delle apparecchiature elettriche sono racchiuse entro custodie, sia per offrire una protezione all'apparecchiatura stessa contro agenti esterni ambientali (sollecitazioni meccaniche, penetrazione solidi e liquidi, ecc.), sia per la protezione delle persone contro i contatti diretti con parti in tensione. La custodia diventa l'interfaccia tra l'apparecchiatura in tensione e l'atmosfera esplosiva: alcune caratteristiche quali la temperatura che raggiunge la custodia nel funzionamento dell'apparecchiatura, oppure il tipo di materiale con cui è realizzata, assumono importanza fondamentale per la scelta dell'apparecchiatura elettrica.

2.5.1 L'arco elettrico

Quando un'apparecchiatura elettrica è progettata per comandare, controllare, sezionare, proteggere i circuiti dell'impianto elettrico, sia nel funzionamento normale, sia in caso di guasto, si può avere la formazione di arco elettrico. In tal caso l'apparecchiatura elettrica è riconosciuta come "scintillante".

L'arco elettrico può essere innescato da:

- Sovratensioni (atmosferiche e di manovra);
- Filo che fonde (si ionizza l'aria e si crea un percorso conduttore);
- Inquinamento superficiale e cedimento dell'isolante (tracking);
- Arco funzionale (fusibili, interruttori);
- Cortocircuito con formazione di arco.

L'energia necessaria ad innescare una miscela esplosiva è nell'ordine di μJ nel caso di gas e di mJ nel caso di polveri combustibili. I fenomeni descritti provocano energie di dimensioni decisamente superiori.

2.5.2 La temperatura superficiale dell'apparecchiatura

Una delle conseguenze del passaggio di una corrente elettrica in un circuito è un aumento della temperatura. L'effetto Joule in un'apparecchiatura elettrica si manifesta a causa di:

- Passaggio della corrente nominale (funzionamento normale);
- Sovracorrenti (Cortocircuito, Sovraccarico);
- Correnti di guasto verso terra (Guasto a Terra);
- Resistenza localizzata (Cattivo Contatto);
- Guasto nelle apparecchiature.

Anche se l'apparecchiatura è protetta da una custodia, parte del calore viene trasferito alla custodia stessa che assume una temperatura che, nel funzionamento normale, si stabilizza quando si raggiunge il regime termico.

Un aumento incontrollato della temperatura diviene causa di innesco dell'atmosfera esplosiva quando il valore di temperatura supera la temperatura di accensione della miscela esplosiva.

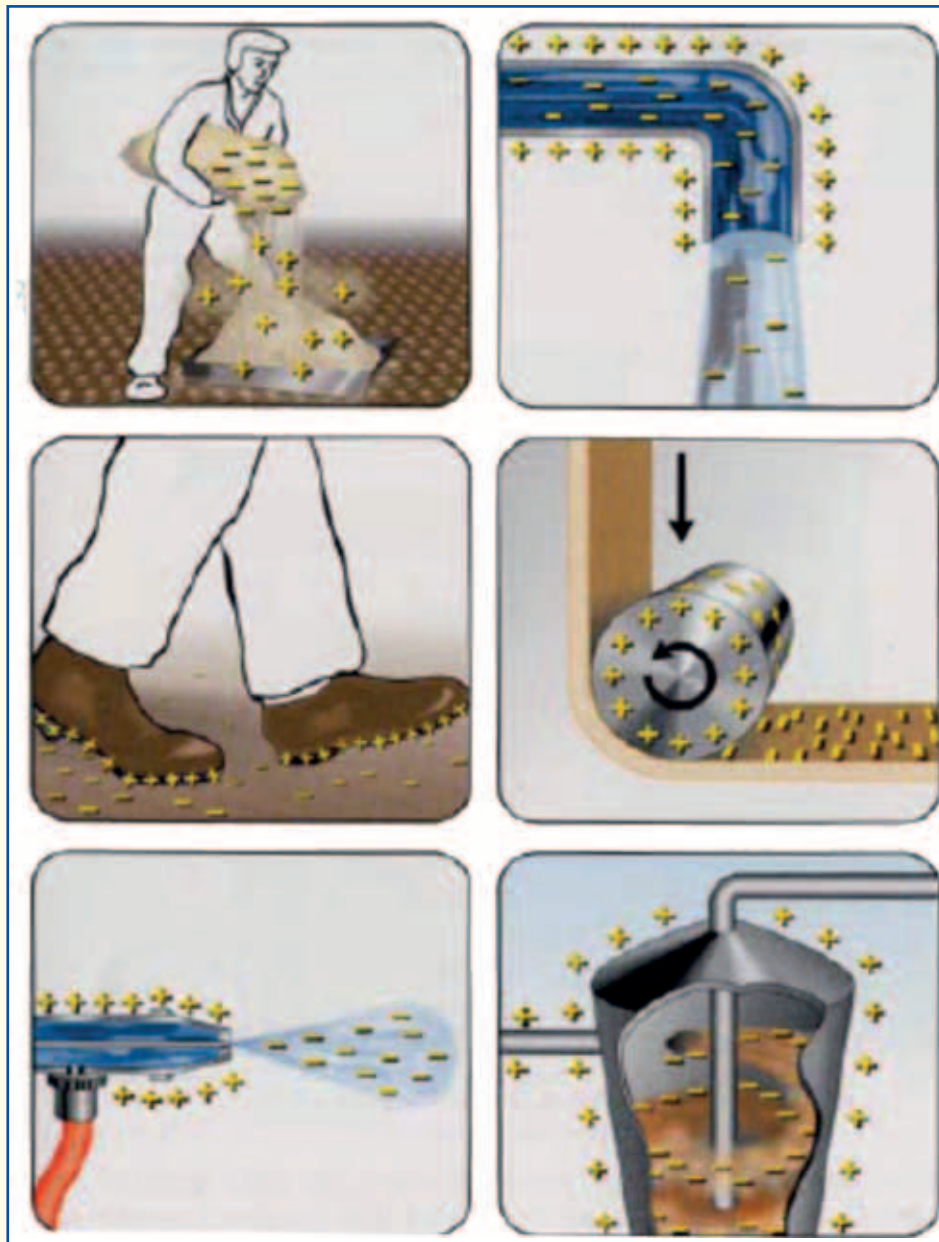
2.5.3 La scarica elettrostatica

Nella costruzione delle apparecchiature elettriche per isolare le parti in tensione dei componenti elettrici vengono utilizzate resine plastiche, mentre per gli involucri che contengono i componenti sono impiegate sia le resine plastiche, sia le leghe metalliche. Il materiale con cui sono realizzati gli involucri delle apparecchiature elettriche diviene di fondamentale importanza per il rischio di accumulo di carica e la relativa scarica elettrostatica che può innescare l'esplosione.

Nel momento in cui il materiale, sulla cui superficie si sia accumulata carica elettrostatica, viene a contatto con parti a diverso potenziale (persone, componenti dell'impianto, parti in movimento del processo, ecc.), si sviluppa la scarica elettrostatica che si manifesta con una scintilla. Il fenomeno libera una quantità di energia che può innescare l'atmosfera esplosiva. Si osserva a proposito **che l'elettricità statica accumulata da una persona può raggiungere i 135 mJ, valore superiore alla maggior parte delle energie minime di innesco di atmosfere esplosive aria-gas/vapore e aria-polvere.**

Nelle normali operazioni svolte in un impianto industriale, vi sono molte situazioni in cui si può accumulare carica elettrostatica, ad esempio:

- nelle operazioni di pulizia dell'interno di serbatoi vuoti in cui sono normalmente contenenti liquidi infiammabili, mediante l'uso di acqua o vapore ad alta pressione, si può verificare accumulo di carica pericolosa per l'innesco dei vapori ancora presenti all'interno dei serbatoi. Per questo motivo i serbatoi vengono in genere riempiti di gas inerte durante le operazioni di pulizia;
- nel processo di sabbiatura dei metalli si accumula una notevole quantità di carica a causa della velocità di movimento della sabbia;
- il carico o lo scarico di un serbatoio contenente liquido infiammabile, così come le operazioni di carico e scarico di silos contenenti polveri combustibili. In tali casi in genere si utilizzano serbatoi e silos metallici in modo tale da poter equipotenzializzare il sistema serbatoi/silos con il sistema di carico/scarico, collegando entrambi i sistemi a terra;
- il movimento di liquidi o polveri, all'interno di sistemi di trasporto, con velocità superiori a 1 m/s generano accumulo di carica elettrostatica (es. trasporto pneumatico di polveri);



Esempi di separazioni di carica che possono dare luogo a scarica elettrostatica

2.5.4 Altre possibili forme di innesco

Esistono inoltre altre possibili sorgenti di innesco, quali:

- **Scintille di origine meccanica:** attriti, urti o abrasioni che possono avere luogo in alcuni processi industriali, come ad esempio la smerigliatura, possono creare particelle che vengono separate da materiali solidi e diventare molto calde a causa dell'energia usata nel processo di separazione. Queste scintille possono innescare gas, vapori o polveri combustibili presenti nell'aria circostante.
- **Fulmini:** se un fulmine colpisce una atmosfera esplosiva genera sempre un innesco. L'elevato flusso di corrente può generare una scintilla anche se il punto di impatto si trova nelle vicinanze. Persino senza la presenza di fulmini, i temporali possono generare alte tensioni indotte nelle apparecchiature elettriche.
- **Onde elettromagnetiche a radio frequenza:** sono emesse da tutti i sistemi che generano e usano energia elettrica con radio frequenza, ad esempio generatori di radiofrequenze per uso medicale o generatori RF industriali per riscaldamento, essiccazione, tempra, saldatura. Se il campo generato ha sufficiente forza e le parti conduttive del sistema sono sufficientemente ampie, queste parti conduttive possono generare innesco. Questa potenza generata dalle frequenze radio può, per esempio, far sciogliere un filo di piccole dimensioni oppure generare un arco tra i contatti o le parti interrotte delle apparecchiature.
- **Radiazioni ionizzanti:** sono le radiazioni che possiedono forza sufficiente per ionizzare gli atomi presenti nell'atmosfera con cui vengono a contatto e creare fenomeni di decomposizione chimica con generazione di composti instabili.
- **Ultrasuoni:** nell'utilizzo degli ultrasuoni, una larga porzione di energia trasmessa dal trasduttore elettroacustico viene assorbita dalle sostanze liquide o solide presenti nell'ambiente. Di conseguenza, le sostanze esposte a ultrasuoni si possono surriscaldare a tal punto da diventare sorgente di innesco.
- **Compressione adiabatica e onde d'urto:** nel caso di una compressione adiabatica o di urti, si possono formare temperature talmente elevate da innescare una atmosfera esplosiva.

2.6 Valutazione della probabilità di presenza dell'atmosfera esplosiva

Ogni punto dell'impianto da cui può essere emessa la sostanza infiammabile e miscelarsi con aria in condizioni ambientali standard, è definito come sorgente di emissione e si indica con "SE". Una particolare SE di atmosfera esplosiva per la presenza di polvere sono i depositi di polvere in strato quando questi possono essere disturbati e sollevarsi in nube. Nella valutazione della probabilità di formazione dell'atmosfera esplosiva, si devono prendere in considerazione le emissioni in atmosfera delle sostanze sia nel funzionamento normale dell'impianto che in condizioni di guasto ragionevolmente prevedibili.

Il primo passo per eseguire una corretta valutazione della probabilità di atmosfera esplosiva, è quello di identificare il pericolo di emissione di sostanze infiammabili in aria alle condizioni ambientali normali.

I metodi utilizzati per la valutazione della presenza di atmosfera esplosiva, sono basati sulla interazione dei fattori che influiscono sull'infiammabilità delle miscele aria-combustibile. In pratica, attraverso modelli matematici, si mettono in relazione le proprietà esplosive delle sostanze con le caratteristiche:

- degli ambienti in cui sono emesse in termini di temperatura, pressione, ventilazione (efficacia e disponibilità), velocità dell'aria, ecc.;
- delle condizioni operative che coinvolgono la sostanza infiammabile in termini di temperatura della sostanza all'emissione, pressione di emissione, modalità di emissione, tempo di emissione, ecc.;

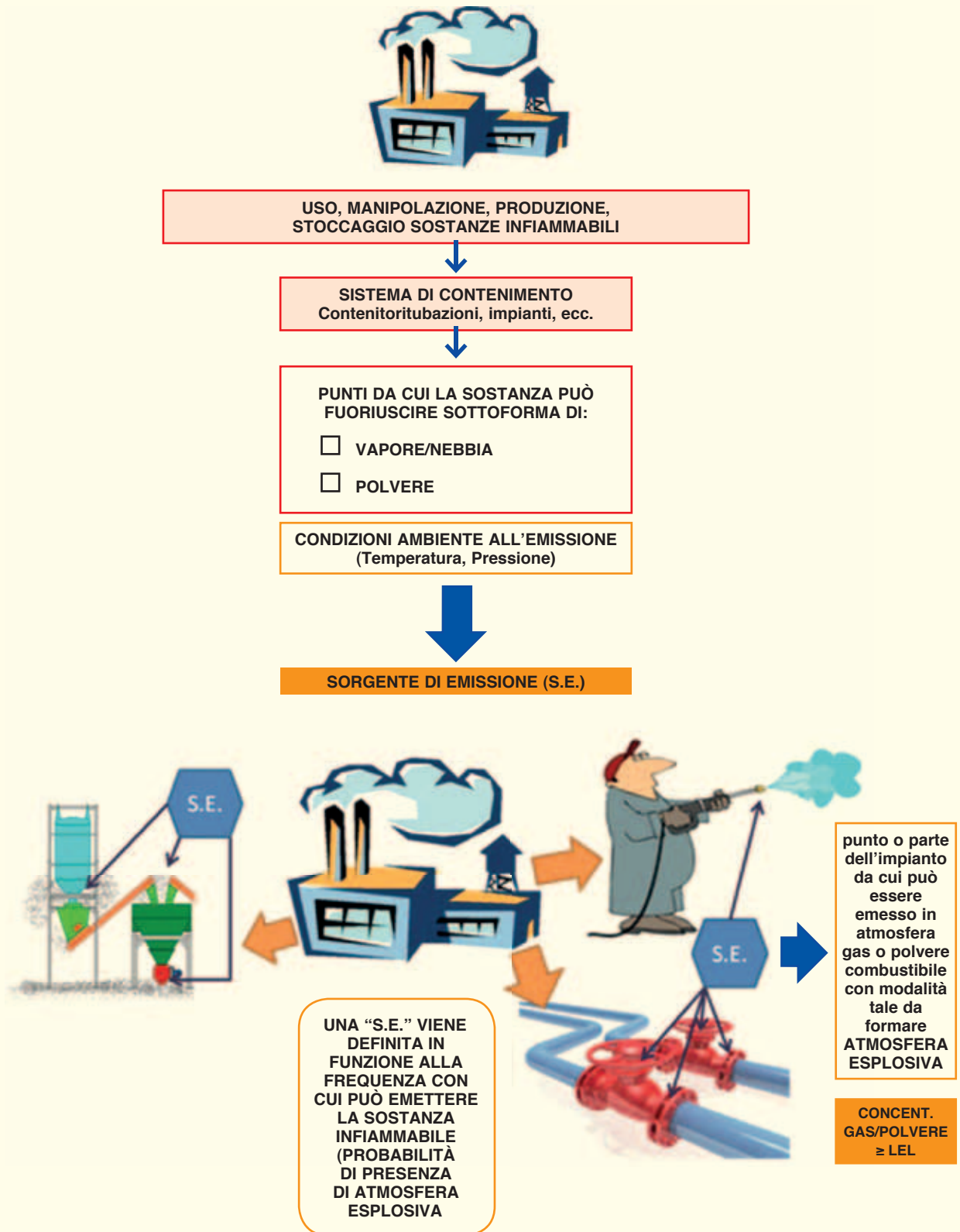
I metodi variano in base alle normative nazionali; ad esempio, in Nord America gli impianti in zone pericolose sono regolamentate da diversi standard, tra cui NEC ("National Electrical Code"), CEC ("Canadian Electrical Code"), NEMA ("National Electrical Manufacturers Association"). I luoghi di pericolo si dividono in tre classi in base alle sostanze presenti e le aree pericolose vengono suddivise in due zone (Divisione 1 – concentrazioni pericolose costantemente presenti; Divisione 2 – non ci sono concentrazioni pericolose di combustibili in funzionamento continuo).

In Italia, il metodo è definito come **IEC zone system ed è basato sulla determinazione della probabilità di formazione e di persistenza negli ambienti (durata). Il risultato del metodo IEC zone system è la suddivisione del luogo in zone pericolose con pericolosità crescente in funzione probabilità di presenza e persistenza di atmosfera esplosiva.**

Le norme che stabiliscono le regole per gli impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione, dal 2007 corrispondono ad un'unica numerazione: la serie IEC 60079; sia per le atmosfere esplosive che si formano per la presenza di gas, vapori o nebbie sia per le atmosfere esplosive che si formano per la presenza di polveri combustibili.

VALUTAZIONE DI PROBABILITA' DI PRESENZA ATMOSFERA ESPLOSIVE:

SORGENTI DI EMISSIONE (IEC/EN 60079-10 PARTI 1 E 2)



2.7 La classificazione di Gas e Polveri

La correlazione tra le caratteristiche dell'atmosfera esplosiva, sia essa formata da gas sia formata da polveri, e le caratteristiche che la costruzione elettrica deve avere per non innescarlo, è rappresentata dalla suddivisione dei gas e delle polveri in gruppi. La suddivisione in gruppi della serie di norme IEC/EN 60079 è la seguente:

Gruppo	Luogo
I	Miniere con presenza di gas grisou
II	Atmosfere esplosive per presenza di Gas, vapori o nebbie diverse dal grisou
III	Atmosfere esplosive per presenza di Polveri combustibili

I gruppi II e III vengono ulteriormente suddivisi in base alla pericolosità dei gas e delle polveri:

Gruppo	Suddivisione	Esempio
II	IIA	Metano, Propano
	IIB	Etilene
	IIC	Acetilene, Idrogeno
III	IIIA	Particelle combustibili
	IIIB	Polvere non conduttrice
	IIIC	Polvere conduttrice

La lettera "A" rappresenta il rischio minore e la lettera "C" il maggiore. La pericolosità viene determinata in base alle caratteristiche dei gas e delle polveri descritte nei paragrafi precedenti.

La parte 10 di questa serie di norme, invece, è dedicata al procedimento per eseguire la classificazione.

Norma IEC/EN	Anno IEC/EN	oggetto	Class. CEI	Norma IEC/EN sostituita
60079-10-1	2008/09	Classificazione Gas	31-87	60079-10 (CEI 31-30)
60079-10-2	2008/09	Classificazione Polveri	31-88	61241-10 (CEI 31-66)

Il Comitato Elettrotecnico Italiano (CEI), ha pubblicato alcune guide per l'applicazione norme di classificazione di cui sopra, che costituiscono un valido strumento di classificazione.

Guida CEI	anno	Oggetto	Norma IEC/EN di riferimento	Note
31-35	2012	Classificazione Gas	60079-10-1 (CEI 31-87)	Sostituisce: 31-35 del 2007 31-35 variante V1 del 2009
31-35/A 31-35/A variante V1	2007	Classificazione Gas esempi di applicazione	60079-10 (CEI 31-30)	Non più in vigore. In preparazione i nuovi esempi in accordo a CEI 31-35 del 2012
31-56	2007	Classificazione Polvere	61241-10 (CEI 31-66)	In vigore fino alla nuova guida in accordo alla norma 60079-10-2, prevista per settembre 2012 (alla stesura del testo, il documento è in inchiesta pubblica [Progetto C. 1104:2012-07 – Scad. 28-08-2012]).

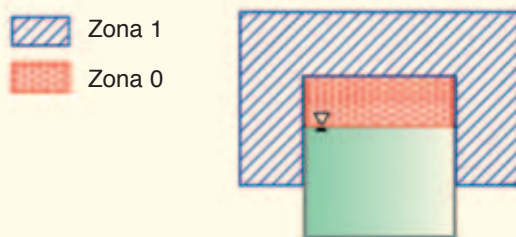
CLASSIFICAZIONE DELLE AREE PERICOLOSE: IEC ZONE SYSTEM

GAS (IEC/EN 60079-10-1)

Classificazione in zone con pericolo di esplosione per presenza di gas, vapori o nebbie infiammabili

ZONA 0	Area in cui è presente in permanenza o per lunghi periodi o spesso (> 1000 ore/anno) un'atmosfera esplosiva consistente in una miscela di aria e di sostanze infiammabili sotto forma di gas, vapore o nebbia.
ZONA 1	Area in cui durante le normali attività è probabile (10 - 1000 ore/anno) la formazione di un'atmosfera esplosiva consistente in una miscela di aria e di sostanze infiammabili sotto forma di gas, vapore o nebbia.
ZONA 2	Area in cui durante le normali attività non è probabile (< 10 ore/anno) la formazione di un'atmosfera esplosiva consistente in una miscela di aria e di sostanze infiammabili sotto forma di gas, vapore o nebbia e, qualora si verifici, sia unicamente di breve durata.

ESEMPIO CLASSIFICAZIONE DI UN CONTENITORE CON LIQUIDO INFIAMMABILE

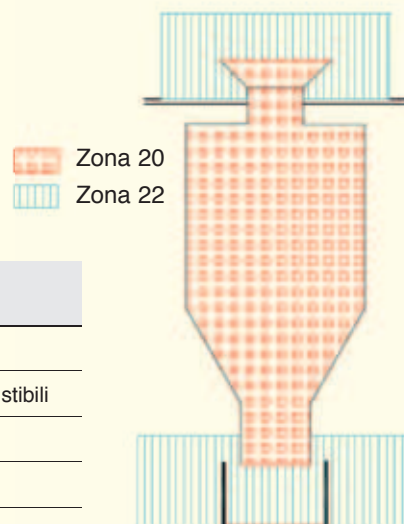


POLVERE (IEC/EN 60079-10-2)

Classificazione in zone con pericolo di esplosione per presenza di polvere combustibile

ZONA 20	Area in cui è presente in permanenza o per lunghi periodi o spesso (> 1000 ore/anno) un'atmosfera esplosiva sotto forma di nubi di polvere combustibile nell'aria.
ZONA 21	Area in cui durante le normali attività è probabile (10 - 1000 ore/anno) la formazione di un'atmosfera esplosiva sotto forma di nubi di polvere combustibile nell'aria.
ZONA 22	Area in cui durante le normali attività non è probabile (< 10 ore/anno) la formazione di un'atmosfera esplosiva sotto forma di nubi di polvere combustibile nell'aria e, qualora si verifici, sia unicamente di breve durata.

ESEMPIO CLASSIFICAZIONE DI UN INSACCATORE DI POLVERE



NORME IEC/EN DI RIFERIMENTO per le ATMOSFERE ESPLOSIVE (CLASSIFICAZIONE – ESECUZIONE IMPIANTI – VERIFICHE – RIPARAZIONI)

60079-10-1	Classificazione dei luoghi. Atmosfere esplosive per la presenza di gas
60079-10-1	Classificazione dei luoghi. Atmosfere esplosive per la presenza di polveri combustibili
60079-14	Progettazione, scelta e installazione degli impianti elettrici
60079-17	Verifica e manutenzione degli impianti elettrici
60079-19	Riparazione, revisione e ripristino delle apparecchiature

2.8 Livello di sicurezza di un'apparecchiatura elettrica destinata all'installazione in atmosfera esplosiva

Per evitare la presenza contemporanea dell'innesco elettrico e dell'atmosfera esplosiva all'interno di una zona, si devono attuare misure tecniche che abbiano dei mezzi di protezione contro tale evento. Il livello di sicurezza di un'apparecchiatura, non è altro che la sua capacità a impedire l'innesco indeterminate condizioni di funzionamento.

Un'apparecchiatura in presenza di atmosfera esplosiva non deve:

- provocare scintille o arco elettrico;
- sviluppare temperature superficiali pericolose;
- essere realizzato con materiali che favoriscano l'accumulo di carica elettrostatica;

questa capacità è valutata nelle condizioni che il costruttore prevede e dichiara, ovvero:

- nel funzionamento normale;
- in presenza di un primo guasto (prevedibile);
- in presenza di un secondo guasto (raro), con origine indipendente dalle cause che hanno originato il primo guasto.

L'apparecchiatura deve mantenere nel tempo le proprietà che le conferiscono un livello di protezione, ovvero essere in grado di resistere alle sollecitazioni ambientali previste che possono compromettere le soluzioni tecniche con cui è realizzata la protezione (ad esempio una custodia con un determinato grado di protezione IP contro l'ingresso di polvere, deve resistere agli urti in modo tale da non subire danni nel servizio, tali da compromettere il grado IP).

Per conseguire il grado di sicurezza equivalente dell'impianto, una costruzione elettrica destinata all'installazione in zona pericolosa deve avere un grado di sicurezza differente a seconda della pericolosità della zona. Per questo motivo vengono definite le categorie dei prodotti:

GRUPPO I (apparecchi destinati all'uso in miniera con gas grisou)		
Categoria	Livello di protezione	Condizioni di funzionamento
M1	- Molto elevato	Alimentati in presenza di atmosfera esplosiva
M2	- Elevato	Non alimentati in presenza di atmosfera esplosiva

GRUPPO II (apparecchi destinati all'uso in atmosfera esplosiva nelle industrie di superficie)				
Categoria	Livello di protezione	Presenza e durata Atmosfera pericolosa	ZONA	
			gas	polveri
1	- Molto elevato	Presente sempre, spesso o per lunghi periodi	0	20
2	- Molto elevato	Probabile	1	21
3	- Normale	Poco probabile	2	22

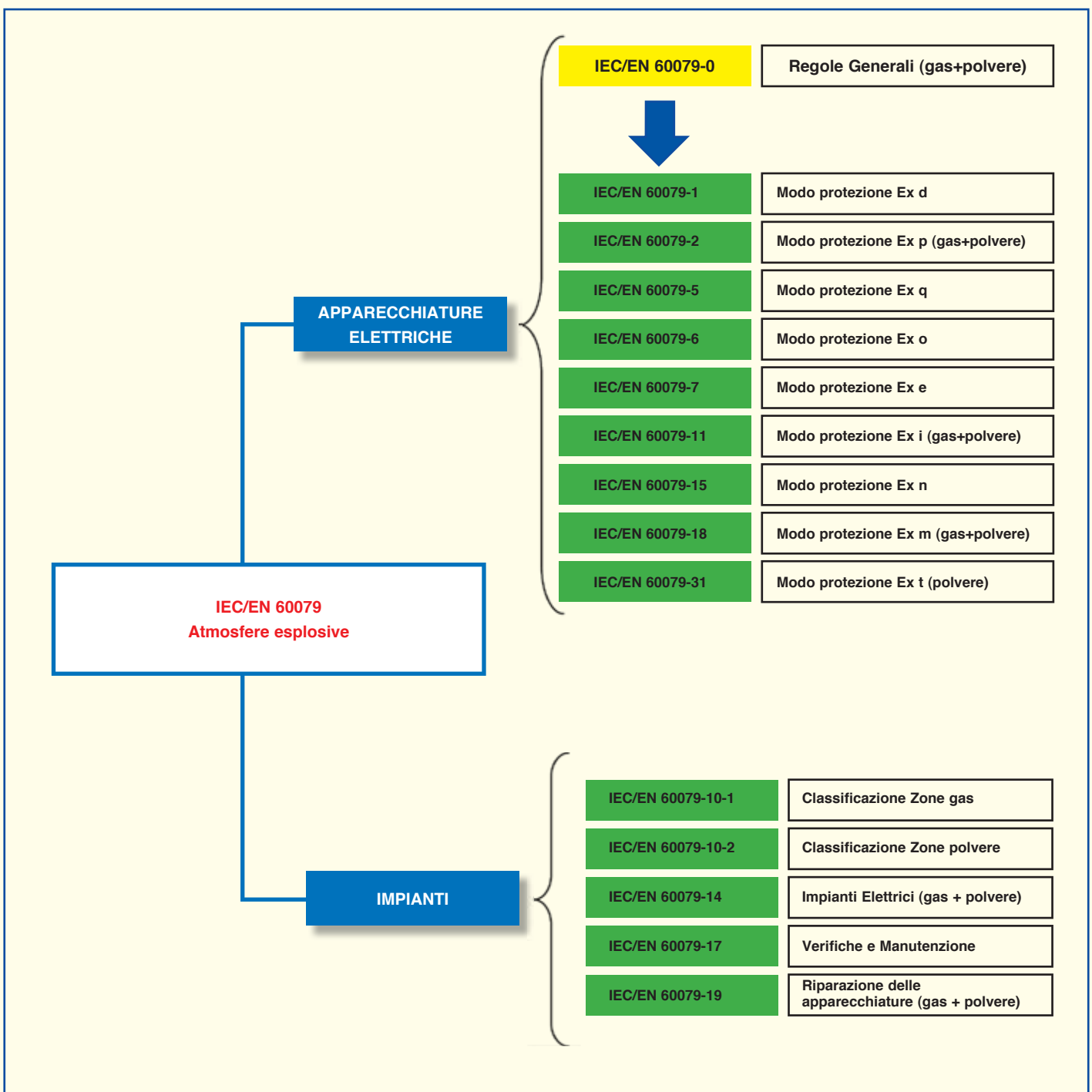
Gruppi e categorie degli apparecchi secondo Direttiva ATEX 94/9/EC

Alla categoria è aggiunta la lettera G, se l'atmosfera esplosiva è dovuta alla presenza di gas, oppure la lettera D, se l'atmosfera esplosiva è dovuta alla presenza di polvere, GD se l'apparecchiatura idonea sia per gas che polvere.

2.9 Le costruzioni elettriche “Ex” (IEC/EN 60079)

La struttura delle norme IEC/EN 60079 è tale per cui la serie è suddivisa in parti. La parte 0 fissa i requisiti generali per tutte le apparecchiature, mentre le parti da 1 in poi riportano i requisiti per ogni specifico modo di protezione.

La conformità dell'apparecchiatura ai requisiti di costruzione e ai criteri di accettazione delle prove di laboratorio, di una specifica norma, implica che l'apparecchiatura sia realizzata con uno specifico modo di protezione e pertanto non sia in grado di innescare un'atmosfera esplosiva nel proprio funzionamento normale, in condizioni di primo guasto e/o in condizioni di guasto raro, a seconda del livello di protezione (EPL) del modo di protezione.



Norme di riferimento per i modi di protezione (IEC/EN 60079)

2.9.1 Norma IEC/EN 60079: Regole Generali

La norma EN 60079 fissa le regole e le prescrizioni generali a cui tutti gli apparecchi elettrici, destinati all'installazione in atmosfere esplosive, devono essere conformi. È in questa norma che le apparecchiature sono suddivise in gruppi in relazione al tipo di atmosfera esplosiva, ovvero in apparecchiature del Gruppo I, Gruppo II e Gruppo III, in accordo alla classificazione di gas e polveri.

Per quanto riguarda le apparecchiature destinate ad atmosfere gas, le apparecchiature vengono classificate in relazione alla temperatura massima superficiale che l'apparecchiatura può sviluppare nel funzionamento previsto dal costruttore (normale, in condizioni di primo guasto e/o in condizioni di secondo guasto), mediante le classi di temperatura con cui sono classificati gli stessi gas.

La norma richiede la valutazione dell'apparecchiatura ai fini delle cause di innesco che questa potrebbe introdurre nel suo funzionamento in atmosfera esplosiva: temperature superficiali, arco elettrico, scariche elettrostatiche, ecc.

A tal fine sono prescritte delle "prove di tipo", a cui un prototipo deve essere sottoposto per verificare la conformità alla norma stessa. Per apparecchiature con modo di protezione che garantiscono la protezione dall'innesco anche in condizioni di guasto, le prove di tipo sono eseguite da un laboratorio terzo che ne attesti la conformità rilasciando un attestato di esame del tipo.

La norma EN 60079 si applica contestualmente alla norma dello specifico modo di protezione. È la stessa norma dello specifico modo di protezione a richiamarne le prescrizioni. Se una prescrizione di una norma di uno specifico modo di protezione fissa prescrizioni differenti da quelle della norma generale, le prescrizioni del modo di protezione sono quelle che hanno validità per la conformità dell'apparecchiatura a quel modo di protezione specifico.

GAS							
RAGGRUPPAMENTO IN BASE ALL'ATMOSFERA IN CUI SONO DESTINATE		RAGGRUPPAMENTO IN BASE ALLA TEMPERATURA MASSIMA SUPERFICIALE			LIVELLO DI PROTEZIONE DELL'APPARECCHIATURA		
GRUPPI APPARECCHIATURE		GRUPPO II			Equipment Protection Level (Epl)	Apparecchiatura Non innesca in condizioni di funzionamento	Zona
		Classe di temperatura apparecchiatura	Temperatura di innesco del gas	Temperatura superficiale massima ammessa			
I	Intese per l'uso in miniere con possibile presenza di grisou.						
II	Intese per l'uso in superficie con possibile presenza di Gas. Il Gruppo si divide in:	T1	> 450 °C	440 °C	Ga	Normale 1° guasto Guasto raro	0
		T2	> 300 °C	290 °C			
IIA	Propano, Metano, Benzene, ecc.	T3	> 200 °C	195 °C	Gb	Normale 1° guasto	1
		T4	> 135 °C	130 °C			
IIB	Etilene	T5	> 100 °C	95 °C	Gc	Normale	2
IIC	Idrogeno, Acetilene	T6	> 85 °C	80 °C			

POLVERE							
RAGGRUPPAMENTO IN BASE ALL'ATMOSFERA IN CUI SONO DESTINATE		TEMPERATURA MASSIMA SUPERFICIALE			LIVELLO DI PROTEZIONE DELL'APPARECCHIATURA		
GRUPPI APPARECCHIATURE		TEMPERATURA MASSIMA SUPERFICIALE			Equipment Protection Level (Epl)	Apparecchiatura Non innesca in condizioni di funzionamento	Zona
		Massima temperatura superficiale determinata senza uno strato di polvere		Esempio T 95 °C			
III	Per l'uso in luoghi con presenza di polvere combustibile:						
IIIA	Particelle combustibili (fibre)	Massima temperatura superficiale determinata per un dato spessore dello strato di polvere, TL in mm, che circonda tutti i lati della costruzione		Esempio T ₅₀₀ 150 °C	Da	Normale 1° guasto Guasto raro	20
IIB	Polvere non conduttrice						
IIIC	Polvere conduttrice	Le apparecchiature intese per atmosfera esplosiva polvere non sono classificate in relazione alla temperatura.			Dc	Normale	22

Classificazione delle apparecchiature secondo IEC/EN 60079-0

2.9.2 Modi di protezione

Il livello di sicurezza di una costruzione elettrica “Ex”, è raggiunto costruendola in modo tale da realizzare un “**modo di protezione**” contro il contatto tra un arco, scintilla o temperatura superficiale elevata e l’atmosfera esplosiva.

A seconda di come viene impedito l’innescò dell’atmosfera esplosiva e a seconda che l’impedimento sia garantito in condizioni di funzionamento normale, in condizioni di guasto prevedibili e in condizioni di guasto raro, si hanno modi di protezione diversi.

I modi di protezione sono metodi per la costruzione delle apparecchiature con l’obiettivo di minimizzare il rischio di innesco in relazione a:

- tipo di atmosfera esplosiva;
- tipo di apparecchiatura (se ha parti in movimento, se è un’apparecchiatura elettronica, di comando, ecc.);
- proprietà termiche;
- selezione dei materiali (soprattutto quando non metallici) da cui dipende la protezione;
- qual è la parte dell’apparecchiatura da cui dipende la protezione (custodia, componenti interni, ecc.) e il metodo usato per la protezione (limitazione di energia, impedire il contatto tra innesco e atmosfera, ecc.);
- il livello di sicurezza che si vuole raggiungere;

I modi di protezione si possono suddividere in tre macro gruppi a seconda dei criteri di base secondo i quali viene realizzato l’impedimento dell’innescò:

- modi di protezione a **Contenimento**;
- modi di protezione a **Prevenzione**;
- modi di protezione a **Segregazione**.

In funzione di dette metodologie, **i modi di protezione sono indicati con delle lettere minuscole** (ad esempio per gas, “d”, “e”, “m”, “i”, “p”, “n”, ecc.). Il prefisso Ex davanti alla lettera del modo di protezione (Ex “d”, Ex “e”, ecc.) indica la conformità alle relative norme IEC/EN 60079.

Le lettere minuscole “a”, “b”, “c”, successive alla lettera minuscola del modo di protezione, indicano il livello di protezione (EPL). Ad esempio Ex “ia” indica il modo di protezione a sicurezza intrinseca con EPL “a”.

Modi di protezione a contenimento

Il contenimento dell’esplosione è la sola metodologia che permette all’esplosione di avvenire, questa tuttavia deve rimanere confinata in un luogo ben definito e non deve propagarsi all’atmosfera circostante. **Si realizza segregando le parti potenzialmente innescanti** (scintillanti) **entro custodie**, in modo da circoscrivere l’esplosione entro la custodia stessa. Inoltre quando avviene l’esplosione, i suoi prodotti (fiamme e gas caldi) non devono propagarsi all’atmosfera circostante.

Esempio - modo di protezione “d” (custodie a prova di esplosione Ex “d”).

Modi di protezione a prevenzione

Si realizzano prendendo provvedimenti per aumentare l’affidabilità dei componenti elettrici in modo tale da limitare il generarsi di punti caldi pericolosi, archi e scintille. Questa tecnica viene realizzata sia eliminando la possibilità di guasti, sia limitando l’energia a valori di entità insufficiente a provocare l’accensione. In quest’ultimo caso è fondamentale il confronto con l’energia minima di innesco della sostanza infiammabile che genera la zona pericolosa.

Esempi - modo di protezione “e” (sicurezza aumentata Ex “e”); modo di protezione “i” (sicurezza intrinseca Ex “i”).

Modi di protezione a segregazione

Si adottano soluzioni tecniche per evitare il contatto tra i punti caldi e l’atmosfera potenzialmente esplosiva mediante interposizione di corpi solidi, liquidi o gassosi, in modo da non permettere mai il contatto con la fonte di innesco. Per le atmosfere esplosive per la presenza di polveri, la segregazione è ottenuta mediante custodie protette contro l’ingresso della polvere (“dust protected” IP5X oppure “dust tight” IP6X).

Esempi - modo di protezione ad incapsulamento “m” (incapsulamento in resina Ex “m”); modo di protezione per immersione in olio “o” (Ex “o”); modo di protezione a sovrappressione “p” (Ex “p”); modo di protezione mediante custodie “t”.

MODI DI PROTEZIONE – EPL – ZONE PERICOLOSE (IEC/EN 60079)

GAS

SIMBOLO	MODO DI PROTEZIONE	EPL	ZONA
ia	Sicurezza intrinseca	Ga	0
ma	Incapsulamento		

SIMBOLO	MODO DI PROTEZIONE	EPL	ZONA
d	Apparecchiature protette mediante custodie a prova d'esplosione	Gb	1
p, px, pz	Apparecchiature con modo di protezione a sovrappressione		
q	Riempimento polverulento		
o	Immersione in olio		
e	Sicurezza aumentata		
ib	Sicurezza intrinseca		
mb	Incapsulamento		

SIMBOLO	MODO DI PROTEZIONE	EPL	ZONA
pz	Apparecchiature con modo di protezione a sovrappressione	Gc	2
ic	Sicurezza intrinseca		
nA	Apparecchiature non scintillanti		
nC	Apparecchiature scintillanti nel normale funzionamento		
nR	Custodie a respirazione limitata		
mc	Incapsulamento		

POLVERE

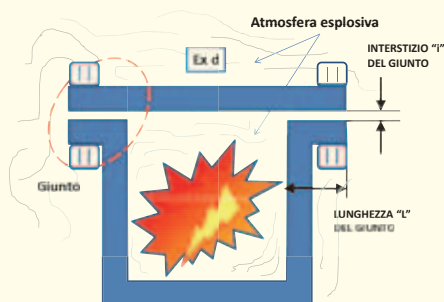
SIMBOLO	MODO DI PROTEZIONE	EPL	ZONA
ia	Sicurezza intrinseca	Da	20
ma	Incapsulamento		
ta	Protezione mediante custodie		

SIMBOLO	MODO DI PROTEZIONE	EPL	ZONA
ib	Sicurezza intrinseca	Db	21
mb	Incapsulamento		
tb	Protezione mediante custodie		
pD	Modo di protezione 'pD'		

SIMBOLO	MODO DI PROTEZIONE	EPL	ZONA
ic	Sicurezza intrinseca	Dc	22
mc	Incapsulamento		
tc	Protezione mediante custodie		
pD	Modo di protezione 'pD'		

GAS	CUSTODIE A PROVA D'ESPLOSIONE "d"	Ex d
------------	--	-------------

Esempio grafico	Caratteristiche principali
------------------------	-----------------------------------



- protezione mediante custodia, apparecchiature e componenti interni alla custodia possono essere standard (sia scintillanti che non scintillanti);
- il gas può entrare all'interno della custodia, se l'atmosfera esplosiva è innescata:
 - la custodia tiene alla pressione senza danneggiarsi;
 - i giunti della custodia sono progettati in modo tale che la fiamma, attraversandoli, si raffreddi e quando arriva all'esterno non è in grado di innescare l'atmosfera.

Materiali

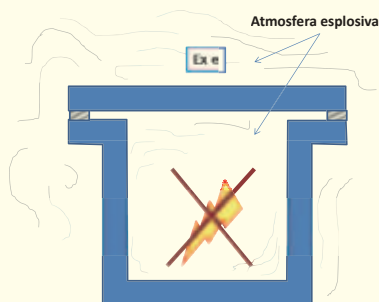
Custodie metalliche per garantire la tenuta alla pressione (es. leghe di alluminio, acciaio, ghisa). Per le parti trasparenti, il vetro borosilicato temperato. Nella pratica, l'uso dei materiali plastici nelle costruzioni Ex "d" è limitato a piccoli apparecchi e/o componenti.

Applicazioni

Apparecchiature principali di bassa tensione, quali armature illuminanti, quadri elettrici, interruttori, unità di comando, controllo e segnalazione, trasformatori, motori di bassa e media tensione.

GAS	SICUREZZA AUMENTATA "e"	Ex e
------------	--------------------------------	-------------

Esempio grafico	Caratteristiche principali
------------------------	-----------------------------------



- si applica alle costruzioni elettriche che non producono archi, scintille, o temperature pericolose nel funzionamento normale (apparecchiature elettriche non innescanti);
- si applicano misure supplementari per fornire una sicurezza aumentata contro archi, scintille o temperature eccessive;
- apparecchiature con tensione nominale fino a 11 kV in c.a. e c.c.;
- è un modo di protezione idoneo per qualsiasi gas;
- la classe di temperatura della costruzione è definita dalla temperatura massima raggiunta da una parte dell'apparecchiatura, quindi anche quella dei componenti interni in tensione;
- è richiesto un grado di protezione IP minimo della custodia per impedire la penetrazione di solidi o acqua che possano inficiare le distanze di isolamento.

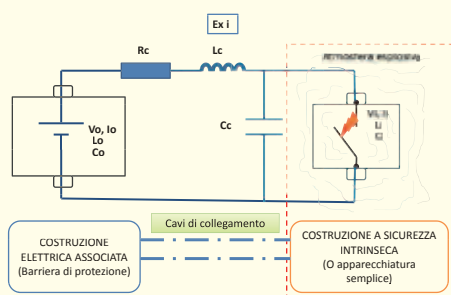
Materiali

Custodie generalmente in materiale plastico, con l'ausilio di guarnizioni per garantire il grado di protezione IP. Il materiale è sottoposto alle verifiche di mantenimento delle caratteristiche di resistenza termica e meccanica. Sono diffuse anche le custodie metalliche, soprattutto quando il modo di protezione Ex e viene abbinato ad altri modi di protezione, ad esempio morsettiere Ex e e di apparecchiature Ex d.

Applicazioni

connessioni elettriche: morsettiere e morsetti delle apparecchiature; avvolgimenti: elettromagneti e bobine; macchine elettriche rotanti (motori con rotor a gabbia); apparecchi di illuminazione; lampade portatili e lampade a casco; apparecchi e trasformatori di misura (ad esclusione di quelli a bobina mobile); trasformatori diversi dai trasformatori di misura; batterie; cassette di derivazione; dispositivi riscaldanti a resistenza (diversi dai cavi scaldanti).

Esempio grafico



$$U_o \leq U_i$$

$$I_o \leq I_i$$

$$C_c = C_o - C_i$$

$$L_c = L_o - L_i$$

Caratteristiche principali

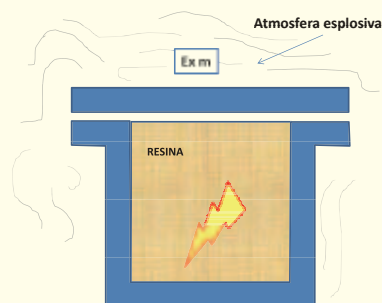
- si basa sulla limitazione dell'energia che il circuito elettrico può rilasciare quando si trova in atmosfera esplosiva;
- l'energia del circuito è mantenuta a livelli talmente bassi da non permettere l'innesco per effetto termico o scintille;
- apparecchiature progettate per uno specifico gruppo di gas;
- il grado di sicurezza è realizzato dall'intero sistema composto da:
 - una costruzione elettrica a sicurezza intrinseca, in zona pericolosa;
 - una costruzione elettrica associata (barriera di protezione) che alimenta la prima con parametri elettrici tali da limitare l'energia. Può essere in zona pericolosa oppure fuori.
 - un cavo di collegamento, in genere bipolare (o multipolare);
- la costruzione elettrica associata (barriera), quando è all'interno della zona pericolosa, deve essere idonea alla zona classificata.
- classificazione secondo i livelli di protezione:

SIMBOLO	APPARECCHIATURA PER ZONA
ia	0 - 20
ib	1 - 21
ic	2 - 22

Applicazioni

La limitazione dei parametri elettrici ne esclude l'applicazione ad apparecchiature di potenza, pertanto si applica, nella maggior parte dei casi, alla strumentazione di misura e controllo e alla regolazione dei processi di produzione, circuiti di controllo, di telecomunicazioni, di comando, di segnalazione, sensori, trasduttori, componenti elettronici, ecc.

Esempio grafico



Caratteristiche principali

- le parti di un'apparecchiatura che possono produrre scintille o temperature elevate sono chiuse in un composto in modo che l'atmosfera esplosiva non possa essere innescata;
- apparecchiature sotto incapsulamento possono essere standard;
- il composto è tale da resistere alle condizioni ambientali in cui opera e viene testato per verificare il mantenimento delle proprietà nel tempo;
- offre buone caratteristiche di isolamento elettrico e meccaniche;
- non è possibile alcun intervento manutentivo o di riparazione e quindi un qualsiasi piccolo guasto obbliga alla sostituzione
- classificazione secondo i livelli di protezione:

SIMBOLO	APPARECCHIATURA PER ZONA
ma	0 - 20
mb	1 - 21
mc	2 - 22

Materiali

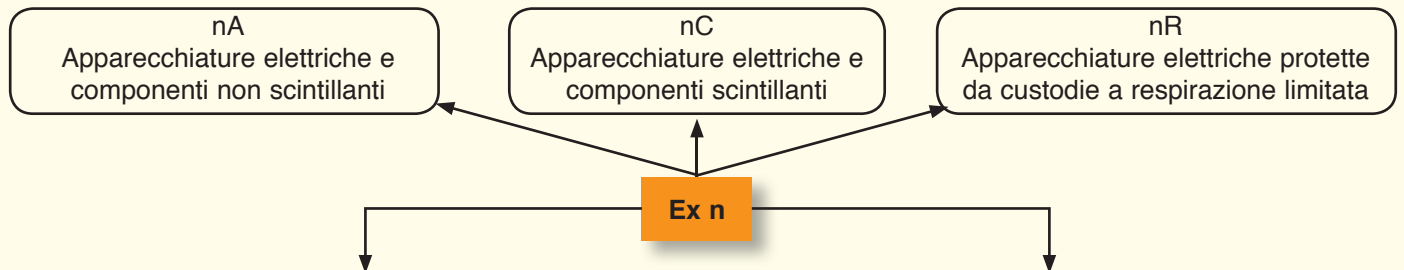
Il composto può essere qualsiasi resina termoindurente, termoplastica o epossidica, o materiali elastomerici, con o senza riempitivi e/o additivi, nel loro stato solido.

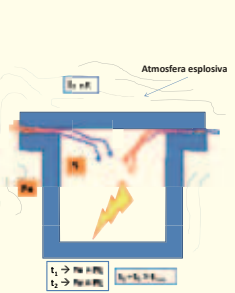

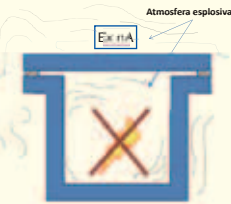
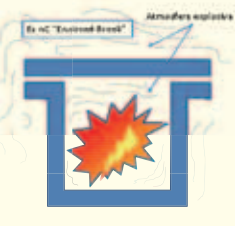
Applicazioni

Il modo di protezione "m" si sta sempre più diffondendo nei componenti elettrici ed elettronici, come ad esempio: fusibili, condensatori, interruttori di prossimità, sensori di livello, accumulatori, ecc.

GAS	MODO DI PROTEZIONE "n"	Ex n
-----	------------------------	------

È l'unico modo di protezione sviluppato per non innescare l'atmosfera esplosiva solo nel funzionamento normale. Le apparecchiature elettriche Ex "n" garantiscono un livello di protezione Gc e sono adatte quindi per Zona 2;



protezione fornita dalla custodia RESPIRAZIONE LIMITATA "nR"	protezione fornita dai componenti interni alla custodia APPARECCHIATURE NON SCINTILLANTI "nA"
 <ul style="list-style-type: none"> - per componenti scintillanti e non; - limitate nella dissipazione di potenza (ΔT limitato), in modo tale che la depressione che si viene a creare quando de-energizzata, sia tale da ritardare l'ingresso di atmosfera esplosiva per un tempo limite indicato dalla norma (compatibile con la definizione di zona 2) - richiede un punto di prova per verifiche in campo - generalmente realizzato con guarnizioni, richiede accurata manutenzione e verifiche 	<ul style="list-style-type: none"> • SOLO per componenti NON scintillanti: • Macchine rotanti • Fusibili • Apparecchi di illuminazione • Cassette di connessione e giunzione • Morsetti • È richiesto che siano protetti con custodie con IP54 minimo, per le parti nude in tensione (per non inficiare le distanze di isolamento con ingresso di corpi estranei e acqua) • Requisiti su materiali, distanze isolamento e temperature (le temperature massime superficiali sono definite sui componenti interni alla custodia) • l'ingresso dell'atmosfera gas NON è impedito
IDONEO PER TUTTI I GAS DEL GRUPPO II (IIA, IIB, IIC)	IDONEO PER TUTTI I GAS DEL GRUPPO II (IIA, IIB, IIC)
ERMETICAMENTE SIGILLATI "nC"  <ul style="list-style-type: none"> - per componenti scintillanti; - custodie sigillate per le quali è verificato non si verifichino perdite - l'ingresso dell'atmosfera gas è impedito - è fondamentale la scelta dei materiali (custodia e sigillante), che devono garantire resistenza termica idonea alle temperature di servizio (caldo umido e freddo) 	
IDONEO PER TUTTI I GAS DEL GRUPPO II (IIA, IIB, IIC)	
INTERRUZIONE IN CELLA CHIUSA "nC"  <ul style="list-style-type: none"> - per componenti scintillanti; - l'ingresso dell'atmosfera gas NON è impedito - devono essere sottoposti a prove di innesco di una miscela esplosiva di prova, definita dalla norma mediante 10 ON-OFF dell'apparecchiatura - è ammesso l'innesco interno, ma la miscela esplosiva che circonda il dispositivo non deve essere innescata 	DISPOSITIVI NON INNESCANTI "nC" <ul style="list-style-type: none"> - l'ingresso dell'atmosfera gas NON è impedito - per componenti scintillanti; - devono essere sottoposti a prove di innesco di una miscela esplosiva di prova, definita dalla norma mediante 50 ON-OFF del componente - la miscela esplosiva che circonda il dispositivo non deve essere innescata
E' DICHIARATO IL GAS DEL GRUPPO II (IIA, IIB,IIC) IN RELAZIONE ALLA MISCELA DI PROVA	E' DICHIARATO IL GAS DEL GRUPPO II (IIA, IIB,IIC) IN RELAZIONE ALLA MISCELA DI PROVA
I requisiti del modo di protezione nC "incapsulato", con la nuova edizione della norma IEC/EN 60079-15 del 2010, sono stati trasferiti nella norma IEC/EN 60079-18 del modo di protezione "m", come incapsulamento con EPL "c" (modo di protezione "mc")	I requisiti del modo di protezione nL "a energia limitata", con la nuova edizione della norma IEC/EN 60079-15 del 2010, sono stati trasferiti nella norma IEC/EN 60079-11 del modo di protezione "i" (sicurezza intrinseca), come apparecchiature a sicurezza intrinseca con EPL "c" (modo di protezione "ic").

GAS	IMMERSIONE IN OLIO “o”	Ex o
------------	-------------------------------	-------------

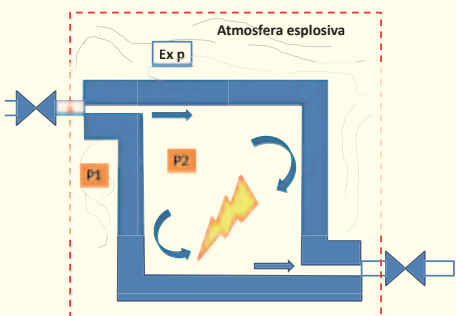
Esempio grafico	Caratteristiche principali
	<ul style="list-style-type: none"> - Le apparecchiature elettriche o parti di esse sono immerse in un liquido di protezione (in genere olio minerale), in maniera tale che un'atmosfera esplosiva che si trovi al di sopra del liquido o all'esterno della custodia non possa essere innescata; - si applica alle apparecchiature elettriche, a parti delle apparecchiature elettriche e a componenti Ex che, in assenza dell'immersione in olio, non sono in grado di provocare l'accensione dell'atmosfera potenzialmente esplosiva durante il funzionamento normale (apparecchiature non innescanti nel loro funzionamento normale, sostanzialmente con modo di protezione “nA” e “ic”); - tali apparecchiature e/o componenti, garantiscono un livello di protezione Gc, ossia idoneo per Zona 2 e con l'immersione in olio raggiungono il livello di protezione Gb (primo guasto) e divengono idonei all'installazione in Zona 1; - necessità di controlli per verificare il livello di olio ed impedire che l'apparecchiatura rimanga scoperta dal liquido di protezione. <p>Applicazioni Scarsa applicazione di questo modo di protezione nelle apparecchiature che necessitano di interventi frequenti di manutenzione. Si applica soprattutto a trasformatori o ad apparecchi che siano dotati di organi in movimento.</p>

GAS	RIEMPIMENTO POLVERULENTO “q”	Ex q
------------	-------------------------------------	-------------

Esempio grafico	Caratteristiche principali
	<ul style="list-style-type: none"> - le parti suscettibili di innescare un'atmosfera esplosiva sono in posizione fissa e sono completamente immerse in un materiale di riempimento in maniera tale da impedire l'innescò dell'atmosfera esplosiva esterna; - non può impedire l'ingresso dell'atmosfera esplosiva esterna nell'apparecchiatura e nei relativi componenti, né l'accensione causata dai relativi circuiti elettrici. È comunque impedita una esplosione esterna per la presenza di piccoli volumi liberi nel materiale di riempimento e per il fatto che la fiamma viene estinta al suo propagarsi attraverso il percorso nel materiale di riempimento; - si applica alle apparecchiature elettriche, a parti di apparecchiature elettriche e a componenti Ex con $I_n \leq 16 \text{ A}$, $V_n \leq 1000 \text{ V}$, $P_n \leq 1000 \text{ W}$. - le custodie devono avere un grado di protezione minimo IP54. Se il grado di protezione è uguale o superiore a IP55, la custodia deve essere dotata di un dispositivo di respirazione; - garantisce un livello di protezione “elevato” (EPL “Gb”) e quindi non costituisce una sorgente di innesco durante il funzionamento normale o in condizioni di guasto previste. <p>Applicazioni Scarsa applicazione di questo modo di protezione nelle apparecchiature che necessitano di interventi frequenti di manutenzione. Il modo di protezione “q” si sta diffondendo nella componentistica, spesso applicata insieme ad un altro modo di protezione, come ad esempio nei condensatori delle apparecchiature di illuminazione Ex “e”.</p>

GAS SOVRAPRESSIONE INTERNA "p" Ex p

Esempio grafico



Caratteristiche principali

- custodie contenenti apparecchiature elettriche, nelle quali l'ingresso di atmosfera esplosiva è impedito dalla presenza di un gas di protezione (aria o gas inerte) mantenuto ad una pressione costante superiore alla pressione atmosferica all'esterno della custodia;
- apparecchiature interne alla custodia possono essere standard;
- una costruzione elettrica a sovrappressione interna, è composta tipicamente dalle seguenti parti:
 - un involucro contenente componenti elettrici/elettronici che possono innescare l'atmosfera esplosiva;
 - un'unità di alimentazione del gas di protezione con la funzione di filtraggio e riduzione della pressione;
 - un'unità di scarico del gas, con funzione di controllo e regolazione della sovrappressione;
 - un'unità di comando e controllo del lavaggio e della pressurizzazione (controllo generale);
- La protezione mediante sovrappressione interna è suddivisa in tre modi di protezione ("px", "py" e "pz"):

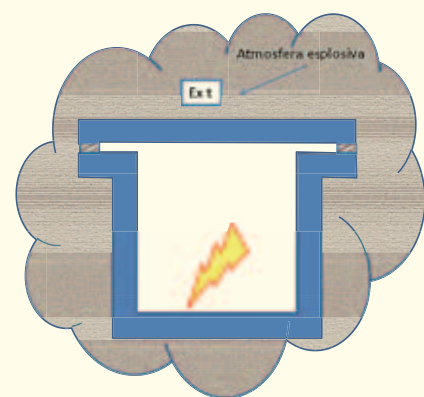
CONDIZIONI PER LE QUALI E' IMPEDITO L'INNESCO	SIMBOLO
sovrappressione interna che riduce la zona all'interno della custodia da Zona 1 a Zona sicura,	px
sovrappressione interna che riduce la zona all'interno della custodia da Zona 1 a Zona 2,	py
sovrappressione interna che riduce la zona all'interno della custodia da Zona 2 a Zona sicura	pz

Applicazioni

macchine elettriche di grandi dimensioni e potenze elevate (motori, generatori, oltre il megawatt e tensioni dell'ordine di kV); quadri di potenza, oppure con funzione di controllo, misura, regolazione supervisione, allarme, ecc; intere cabine elettriche e trasformatori MT/BT; sistemi di controllo di processi industriali; ecc.;

POLVERE PROTEZIONE MEDIANTE CUSTODIE "t" Ex t

Esempio grafico



Caratteristiche principali

- custodie contenenti apparecchiature elettriche, nelle quali l'ingresso di atmosfera esplosiva è impedito;
- apparecchiature interne alla custodia possono essere standard;
- livello di protezione Da, Db o Dc,
- per il livello di protezione Da, sono fissati requisiti aggiuntivi per limitarne la massima temperatura superficiale;
- livelli di protezione raggiunti mediante relativo grado IP, determinato dopo aver sottoposto la custodia ad una prova di pressione:

LIVELLO DI PROTEZIONE	GRUPPO III		
	IIIA	IIIB	IIIC
ta	IP6X	IP6X	IP6X
tb	IP5X	IP6X	IP6X
tc	IP5X	IP5X	IP6X

Materiali

A seconda che la custodia sia metallica oppure non metallica, è fondamentale la scelta dei materiali per garantire la tenuta che devono garantire resistenza termica idonea alle temperature di servizio, resistenza meccanica con lo scopo di non inficiare il grado IP.

Applicazioni

Tutte le apparecchiature protette da una custodia, scintillanti o non.

3 LE MODALITA' INSTALLATIVE

3.1 Gli impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione

Le misure preventive per ridurre il rischio di esplosione si basano sul minimizzare la probabilità della presenza di atmosfera esplosiva, adottando le soluzioni tecniche idonee in funzione dei processi dell'impianto industriale. In primo luogo si opera per verificare la possibilità di sostituire le sostanze infiammabili con sostanze non infiammabili.

Se il processo produttivo non lo consente, si rivolge l'attenzione a:

- ridurre la quantità di infiammabili;
- evitare o minimizzare le emissioni;
- controllare le emissioni;
- prevenire la formazione di un'atmosfera esplosiva;
- convogliare e contenere le emissioni;

tutte azioni di controllo che è possibile implementare al momento della classificazione delle aree pericolose.

Se dopo tali provvedimenti, il risultato della classificazione delle aree pericolose presenta zone definite e con una propria estensione, allora si devono adottare le soluzioni tecniche che impediscano l'innescò dell'atmosfera esplosiva.

Nell'ambito generale di una analisi della probabilità di innesco, l'innescò dovuto ai componenti dell'impianto elettrico si evita mediante l'utilizzo di idonee apparecchiature (le apparecchiature Ex) a seconda del tipo di zona pericolosa.

Le varie apparecchiature Ex correttamente scelte in base al livello di protezione, quando vengono messe in servizio diventano parte integrante di un impianto elettrico, più o meno esteso. Nell'insieme "impianto elettrico", oltre alla corretta scelta delle apparecchiature, anche altri fattori contribuiscono in modo determinante alla sicurezza, ad esempio:

- l'installazione delle apparecchiature stesse;
- come è distribuita l'alimentazione delle apparecchiature (sistema elettrico);
- gli impianti di distribuzione dell'energia alle apparecchiature, costituiti da conduttori/cavi
- le protezioni delle condutture;
- le condizioni ambientali (temperatura, umidità, grado di inquinamento, liquidi, urti, vibrazioni, ecc.);
- ecc.

Per eseguire una corretta progettazione ed installazione dell'impianto elettrico nei luoghi con pericolo di esplosione, secondo i principi di sicurezza fino a qui esposti, il riferimento è parte 14 della IEC/EN 60079, recepita dal CEI nel 2010 come: CEI EN 60079-14:2010 Atmosfere esplosive – parte 14: Progettazione, scelta e installazione degli impianti elettrici.

Questa edizione della IEC/EN 60079-14, comprende le prescrizioni sia per gli impianti elettrici in presenza di gas, sia per gli impianti elettrici in presenza di polveri.

La norma si applica a tutte le costruzioni e agli impianti elettrici nei luoghi pericolosi, permanenti o temporanei, indipendentemente dalla tensione utilizzata e dal fatto che apparecchiature o impianti siano di tipo in istallazione fissa, provvisori o mobili/portatili e personali.

Non si applica invece a:

- impianti elettrici nelle miniere grisutose;
- industrie e/o luoghi di trattamento e produzione esplosivi;
- locali ad uso medico;
- luoghi con presenza di miscele ibride di polveri combustibili e gas/vapori.

La norma IEC/EN 60079-14 stabilisce i requisiti degli impianti elettrici e dei suoi componenti, senza una distinzione tra diverse tipologie impiantistiche, ma fornisce le prescrizioni per una corretta esecuzione degli impianti elettrici in funzione del grado di sicurezza equivalente raggiunto dal sistema zona pericolosa-impianto elettrico. Vengono pertanto fornite prescrizioni generali per tutti gli impianti elettrici e prescrizioni particolari per ogni diverso modo di protezione, consentendo la progettazione e l'installazione di impianti realizzati con più modi di protezione, che permette di ottenere un'ampia scelta di soluzioni impiantistiche a parità di livello di sicurezza.

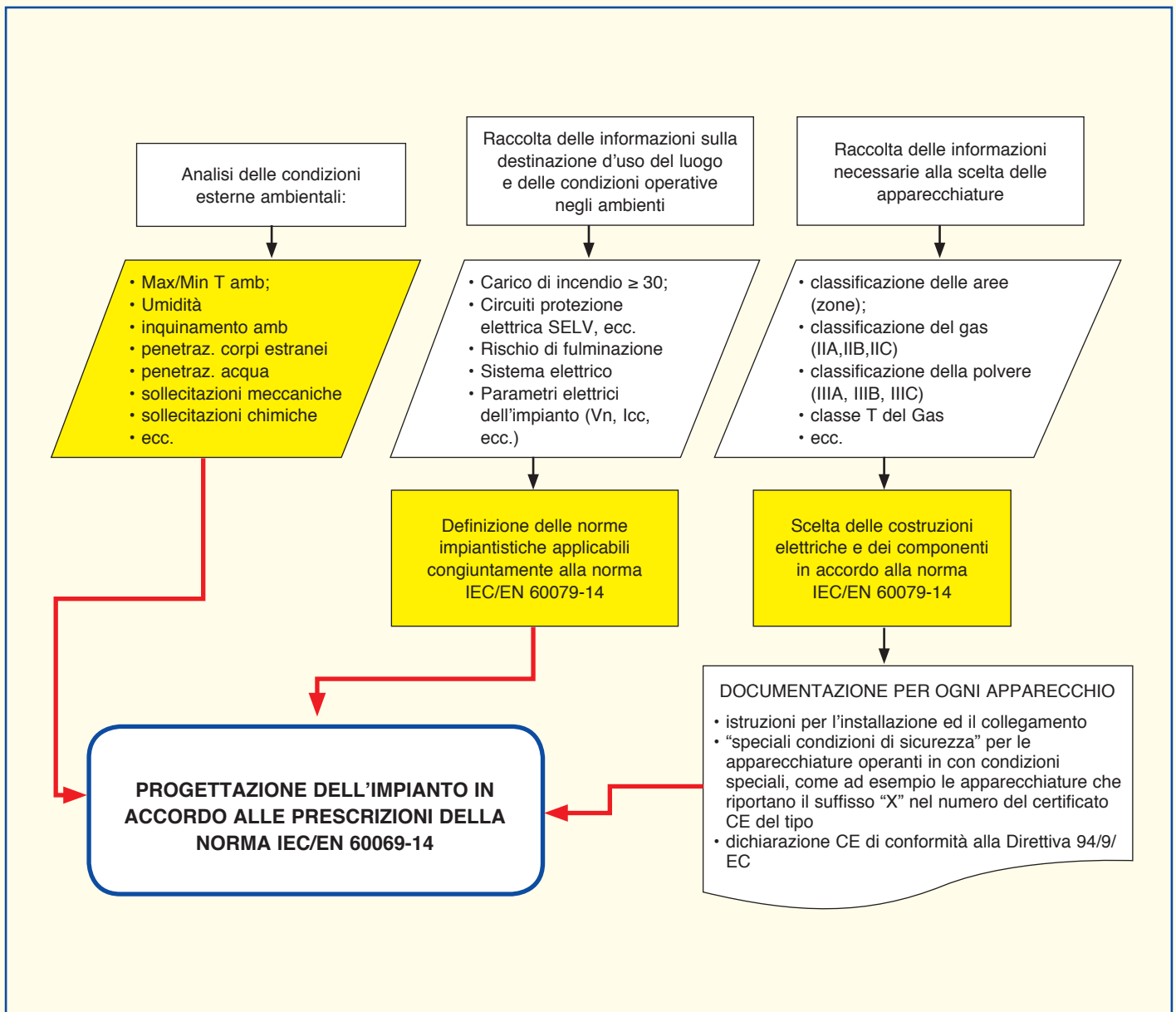
3.2 Approccio iniziale: la raccolta dei dati e delle informazioni necessari al progetto

È doveroso ricordare che nell'ambito della progettazione di un impianto elettrico nei luoghi con pericolo di esplosione, si devono comunque rispettare le prescrizioni delle norme impiantistiche ad esso applicabili: **la norma IEC/EN 60079-14 è da applicarsi congiuntamente con le norme impiantistiche generali (CEI 64-8; CEI 11-1; CEI 11-17, ecc.).**

Il primo passo per la progettazione di un impianto elettrico nei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di gas, è la raccolta di tutte le informazioni necessarie.

Si deve procedere con la stessa metodologia della progettazione di un impianto elettrico ordinario, per poi analizzare i dati necessari ad individuare il tipo di pericolo derivato dalla presenza di atmosfera esplosiva (tipo di zone pericolose e loro estensione), necessari a definire la scelta degli idonei componenti dell'impianto (gruppo e categoria delle costruzioni elettriche secondo la direttiva ATEX 94/9/EC e modi di protezione idonei) e a stabilire le regole impiantistiche da osservare.

Un approccio pratico può essere il seguente:



Dati e informazioni necessari alla stesura del progetto degli impianti elettrici

3.3 Le responsabilità

Per definire il concetto di responsabilità va evidenziato il delicato confine tra “apparecchiatura Ex” e “impianto elettrico di alimentazione”, poiché coinvolge differenti figure: il costruttore dell'apparecchiatura elettrica, il progettista degli impianti elettrici, l'installatore ed il manutentore.

Il livello di sicurezza di un apparecchio è garantito dal costruttore che, a rigore di legge (Direttiva Atex 94/9/EC), accompagna ogni singolo apparecchio con i documenti obbligatori:

- dichiarazione CE di conformità (o attestato di conformità dei componenti, se applicabile)
- istruzioni per l'uso e la manutenzione
- nel caso di un assieme, tutte le informazioni per una corretta installazione, utilizzo e manutenzione

Le istruzioni per l'uso sono fondamentali in quanto la loro corretta applicazione è condizione necessaria per il rispetto dei requisiti minimi essenziali. Nella fase di valutazione del rischio il fabbricante deve considerare tutte le modalità d'impiego del prodotto che impediscano il generarsi di situazioni pericolose e/o sorgenti potenziali d'innescio. Pertanto nelle istruzioni per l'uso devono essere indicate le operazioni per effettuare in modo sicuro:

- corretto impiego (zona, condizioni ambientali, richiamo ai contrassegni, ecc.);
- corretto utilizzo (eventuali condizioni d'uso non consentito, particolare o limitato);
- corretta installazione e/o regolazione;
- messa in servizio;
- corretta manutenzione;
- installazione e/o sostituzione componenti eventuali;

La direttiva non prescrive l'obbligo di fornire all'utilizzatore finale copia del certificato CE di tipo, né dei rapporti di prova.

A valle dell'apparecchio installato, cessa la responsabilità del costruttore e comincia quella dell'impiantista. Ed è sempre un passaggio delicato. L'impiantista ha l'obbligo di operare una corretta scelta dell'apparecchiatura, in funzione della zona pericolosa, che non può demandare al costruttore. Il costruttore “dichiara” solamente dove la sua apparecchiatura non causa l'innescio dell'atmosfera esplosiva, attraverso Gruppo e Categoria dell'apparecchio.

Durante l'installazione, è fondamentale avere sempre presente la finalità e le caratteristiche del modo di protezione delle apparecchiature che si stanno utilizzando, ad esempio, se si installano apparecchiature Ex “e” si dovranno eseguire alla lettera le indicazioni del costruttore sui limiti di connessione dell'apparecchiatura, si dovranno curare nel dettaglio il rispetto delle distanze di isolamento, ecc.

Ad esempio se una cassetta di derivazione Ex “e” è certificata per un numero massimo di ingressi di sezione massima e minima definiti, non sarà possibile realizzare un ulteriore ingresso forando la cassetta aggiungendo un pressacavo ed una connessione interna in più, anche se tale operazione è eseguita a “regola d'arte”. Infatti, nel modo di protezione Ex “e”, la classe di temperatura è definita da misure di temperatura sui componenti interni, motivo per il quale è definito il numero massimo e la sezione dei conduttori collegabili. In caso si superino i limiti previsti in numero di morsetti/circuiti, non si possono garantire le caratteristiche termiche dichiarate. In conclusione, per non rischiare di invalidare il modo di protezione di un'apparecchiatura, al fine di eseguire una corretta installazione, è necessario seguire alla lettera le istruzioni di sicurezza che accompagnano il prodotto.

Infine, ma fondamentale come le fasi precedenti, si deve assicurare la conservazione nel tempo delle caratteristiche che garantiscono la sicurezza: un impianto in luogo con pericolo di esplosione non è sicuramente un impianto da lasciare a sé stesso fino a che un guasto non richieda la sostituzione di uno dei suoi componenti. È necessario per questo una verifica iniziale ed anche regolari verifiche periodiche, o una continua supervisione da parte di personale esperto.


3.4 La marcatura


La marcatura CE è obbligatoria e deve essere apposta su ogni apparecchio/assieme o sistema di protezione (esclusi i componenti) prima che sia immesso sul mercato o messo in servizio. Il costruttore appone la marcatura CE sul prodotto conforme alla direttiva, nel rispetto delle seguenti indicazioni:

Marchio comunitario CE + numero di riconoscimento dell'Organismo notificato ha la responsabilità della sorveglianza +  + Gruppo + Categoria

Ad esempio: CE₀₀₅₁  II 2GD

Per la **Categoria 3**, in quanto non è previsto l'intervento di un organismo notificato e quindi non vi è l'obbligo di un esame CE del tipo, né tantomeno della sorveglianza sulla produzione, la marcatura sarà apposta come segue:


Marchio comunitario CE +  + Gruppo + Categoria


Ad esempio: CE  II 3G

Il significato della marcatura è quello di comunicare a chi acquista, installa, utilizza, effettua manutenzione, verifica, ecc., che l'apparecchio è costruito nel rispetto dei requisiti essenziali di sicurezza, per un determinato livello stabilito dalla categoria.


In conclusione, per poter installare un'apparecchiatura (elettrica e non elettrica) in un luogo con pericolo di esplosione, è necessario e sufficiente che sia marcata secondo quanto visto sopra. Questo implica che si possono installare prodotti elettrici e non elettrici non conformi alle norme armonizzate (ad esempio le costruzioni Ex) ed essere conformi alla legge e ai principi di sicurezza contro l'esplosione. In tal caso l'apparecchiatura sarà marcata come indicato negli esempi visti pocanzi.

Se invece si installano apparecchiature, ad esempio elettriche, **conformi alla direttiva perché conformi alle norme armonizzate**, quindi **apparecchiature elettriche Ex**, che hanno la presunzione di conformità agli ESR, la marcatura ATEX dovrà essere apposta nel rispetto delle seguenti indicazioni:


Marchio comunitario CE + numero di riconoscimento dell'Organismo notificato ha la responsabilità della sorveglianza +  + Gruppo + Categoria + Contrassegno dell'apparecchiatura Ex

Esempio 1: CE₀₀₅₁  II 2G Ex de IIC T5 Gb

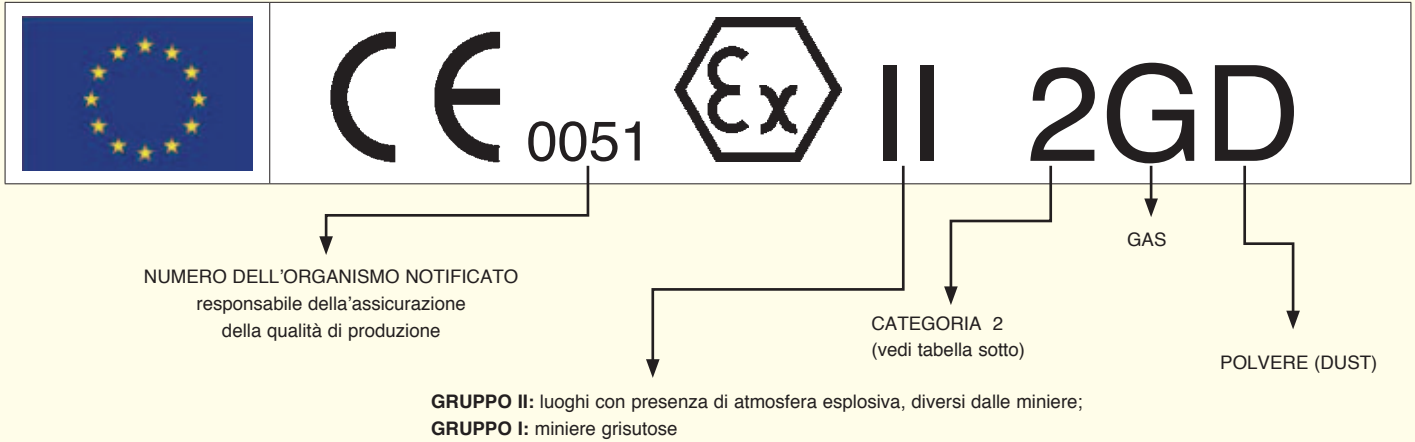
Esempio 2: CE₀₀₅₁  II 2D Ex tb IIIC T 100°C Db IP66

Esempio 3: CE  II 3G Ex nR IIC T6 Gc

Una marcatura completa di una apparecchiatura elettrica Ex, conforme alla direttiva 94/9/EC, deve riportare quanto segue:

ABCD SpA, Via Moro 2, Milano (nome e indirizzo costruttore)
MRT – 1234 – 2004 (tipo, numero serie o di lotto, anno)
CE0722 (marcatura CE, numero Organismo Notificato responsabile del controllo di fabbricazione)
 **II 2G** (gruppo, categoria)
Ex d IIB T4 Gb (modo di protezione, gruppo dei gas, classe di temperatura EPL)
CESI 02 ATEX 0999 (numero certificato esame CE del tipo)
Parametri caratteristici (tensione alimentazione, frequenza, ecc.)

Marcatura in accordo alla Direttiva Atex 94/9/CE (ATEX 95)



CATEGORIE (Direttiva 94/9/CE Allegato I)

GRUPPO I	Categoria M1	<p>apparecchi progettati e, eventualmente, dotati di mezzi di protezione speciali supplementari per funzionare conformemente ai parametri operativi stabiliti dal fabbricante e assicurare un livello di protezione molto elevato.</p> <p>Gli apparecchi di questa categoria sono destinati ai lavori in sotterraneo nelle miniere e nei loro impianti di superficie esposti al rischio di sprigionamento di grisù e/o di polveri combustibili.</p> <p>Gli apparecchi di questa categoria devono rimanere operativi in atmosfera esplosiva, anche in caso di guasto eccezionale dell'apparecchio e sono caratterizzati da mezzi di protezione tali che:</p> <ul style="list-style-type: none"> - in caso di guasto di uno dei mezzi di protezione, almeno un secondo mezzo indipendente assicuri il livello di sicurezza richiesto; oppure - al verificarsi di due guasti indipendenti l'uno dall'altro, sia garantito il livello di sicurezza richiesto.
	Categoria M2	<p>apparecchi progettati per funzionare conformemente ai parametri operativi stabiliti dal fabbricante e basati su un livello di protezione elevato.</p> <p>Gli apparecchi di questa categoria sono destinati ai lavori in sotterraneo nelle miniere e nei loro impianti di superficie esposti al rischio di sprigionamento di grisù e/o di polveri combustibili.</p> <p>In presenza di atmosfera potenzialmente esplosiva, l'alimentazione di energia di questi apparecchi dovrebbe poter essere interrotta.</p> <p>I mezzi di protezione relativi agli apparecchi di questa categoria assicurano il livello di protezione richiesto durante il funzionamento normale, compreso in condizioni di funzionamento gravose, segnatamente quelle risultanti da forti sollecitazioni e da continue variazioni ambientali.</p>
GRUPPO II	Categoria 1	<p>apparecchi progettati per funzionare conformemente ai parametri operativi stabiliti dal fabbricante e garantire un livello di protezione molto elevato.</p> <p>Gli apparecchi di questa categoria sono destinati ad ambienti in cui si rileva, sempre, spesso o per lunghi periodi, un'atmosfera esplosiva dovuta a miscele di aria e gas, vapori, nebbie o miscele di aria e polveri.</p> <p>Gli apparecchi di questa categoria devono assicurare il livello di protezione richiesto, anche in caso di guasto eccezionale dell'apparecchio e sono caratterizzati da mezzi di protezione tali che:</p> <ul style="list-style-type: none"> - in caso di guasto di uno dei mezzi di protezione, almeno un secondo mezzo indipendente assicuri il livello di sicurezza richiesto; oppure - qualora si manifestino due guasti indipendenti uno dall'altro, sia garantito il livello di protezione richiesto.
	Categoria 2	<p>apparecchi progettati per funzionare conformemente ai parametri operativi stabiliti dal fabbricante e garantire un livello di protezione elevato.</p> <p>Gli apparecchi di questa categoria sono destinati ad ambienti in cui vi è probabilità che si manifestino atmosfere esplosive dovute a gas, vapori, nebbie o miscele di aria e polveri.</p> <p>I mezzi di protezione relativi agli apparecchi di questa categoria garantiscono il livello di protezione richiesto anche in presenza di anomalie ricorrenti o difetti di funzionamento degli apparecchi di cui occorre abitualmente tener conto.</p>
	Categoria 3	<p>apparecchi progettati per funzionare conformemente ai parametri operativi stabiliti dal fabbricante e garantire un livello di protezione normale.</p> <p>Gli apparecchi di questa categoria sono destinati ad ambienti in cui vi sono scarse probabilità che si manifestino, e comunque solo per breve tempo, atmosfere esplosive dovute a gas, vapori, nebbie o miscele di aria e polveri.</p> <p>Gli apparecchi di questa categoria garantiscono il livello di protezione richiesto a funzionamento normale.</p>

CONTRASSEGNO IN ACCORDO ALLE NORME IEC/EN 60079



Gas

CLASSIFICAZIONE DELLE APPARECCHIATURE SECONDO IEC/EN 60079-0

RAGGRUPPAMENTO IN BASE ALL'ATMOSFERA IN CUI SONO DESTINATE		RAGGRUPPAMENTO IN BASE ALLA TEMPERATURA MASSIMA SUPERFICIALE			LIVELLO DI PROTEZIONE DELL'APPARECCHIATURA		
GRUPPI APPARECCHIATURE		GRUPPO II			Equipment Protection Level (Epl)	Apparecchiatura Non innesca in condizioni di funzionamento	Zona
		Classe di temperatura apparecchiatura	Temperatura di innesco del gas	Temperatura superficiale massima ammessa			
I	Intese per l'uso in miniere con possibile presenza di grisou.						
II	Intese per l'uso in superficie con possibile presenza di Gas. Il Gruppo si suddivide in:	T1	> 450 °C	440 °C	Ga	Normale 1° guasto Guasto raro	0
		T2	> 300 °C	290 °C			
IIA	Propano, Metano, Benzene, ecc.	T3	> 200 °C	195 °C	Gb	Normale 1° guasto	1
		T4	> 135 °C	130 °C			
IIB	Etilene	T5	> 100 °C	95 °C	Gc	Normale	2
IIC	Idrogeno, Acetilene	T6	> 85 °C	80 °C			

Ex de IIC T5 Gb

MODI DI PROTEZIONE CON CUI SONO REALIZZATE LE APPARECCHIATURE SECONDO IEC/EN 60079

EPL	STANDARD IEC/EN	SIMBOLO	MODO DI PROTEZIONE	ARMONIZZAZIONE	
				ZONA	CLASSIFICAZIONE ATEX 94/9
-	60079-0	--	Requisiti Generali	--	--
Ga	60079-11	la	Sicurezza Intrinseca	0	II 1G
	60079-18	ma	Incapsulamento		
	60079-25	--	Sistemi elettrici a sicurezza intrinseca (#1)		
	60079-26	--	Apparecchiature con livello di protezione (EPL) Ga		
	60079-28	op is	Protezione delle apparecchiature e dei sistemi di trasmissione che utilizzano radiazione ottica		
Gb	60079-1	d	Apparecchiature protette mediante custodie a prova d'esplosione	1	II 2G
	60079-2	p, px, pz	Apparecchiature con modo di protezione a sovrappressione (#2)		
	60079-5	q	Riempimento polverulento		
	60079-6	o	Immersione in olio		
	60079-7	e	Sicurezza aumentata		
	60079-11	ib	Sicurezza Intrinseca		
	60079-18	mb	Incapsulamento		
	60079-25	--	Sistemi elettrici a sicurezza intrinseca		
	60079-28	op is op pr op sh	Protezione delle apparecchiature e dei sistemi di trasmissione che utilizzano radiazione ottica		
Gc	60079-2	pz	Apparecchiature con modo di protezione a sovrappressione	2	II 3G
	60079-11	ic	Sicurezza Intrinseca		
	60079-15	nA	Apparecchiature non scintillanti		
		nC	Apparecchiature scintillanti nel normale funzionamento		
		nR	Custodie a respirazione limitata		

CONTRASSEGNO IN ACCORDO ALLE NORME IEC/EN 60079



Dust

CLASSIFICAZIONE DELLE APPARECCHIATURE SECONDO IEC/EN 60079-0

RAGGRUPPAMENTO IN BASE ALL'ATMOSFERA IN CUI SONO DESTINATE		TEMPERATURA MASSIMA SUPERFICIALE		LIVELLO DI PROTEZIONE DELL'APPARECCHIATURA		
GRUPPI APPARECCHIATURE		TEMPERATURA MASSIMA SUPERFICIALE		Equipment Protection Level (Epl)	Apparecchiatura Non innesca in condizioni di funzionamento	Zona
III	Intese per l'uso in luoghi con atmosfere esplosive per la presenza di polvere combustibile diversi dalle miniere con possibile presenza di grisou Il Gruppo si suddivide in:	Massima temperatura superficiale determinata senza uno strato di polvere	Esempio T 95 °C			
IIIA	Particelle combustibili (fibre)	Massima temperatura superficiale determinata per un dato spessore dello strato di polvere, TL in mm, che circonda tutti i lati della costruzione	Esempio T500 150 °C	Da	Normale 1° guasto Guasto raro	20
IIIB	Polvere non conduttrice			Db	Normale 1° guasto	21
IIIC	Polvere conduttrice	Le apparecchiature intese per atmosfera esplosiva polvere non sono classificate in relazione alla temperatura.		Dc	Normale	22

Ex tb IIIC T95 °C Db IP65

MODI DI PROTEZIONE CON CUI SONO REALIZZATE LE APPARECCHIATURE SECONDO IEC/EN 60079

EPL	STANDARD IEC/EN	SIMBOLO	MODO DI PROTEZIONE	ARMONIZZAZIONE	
				ZONA	CLASSIFICAZIONE ATEX 94/9
-	60079-0	--	Requisiti Generali	--	--
Da	60079-11	ia	Sicurezza Intrinseca	20	II 1D
	60079-18	ma	Incapsulamento		
	60079-31	ta	Protezione mediante custodie		
Db	60079-11	ib	Sicurezza Intrinseca	21	II 2D
	60079-18	mb	Incapsulamento		
	60079-31	tb	Protezione mediante custodie		
	61241-4	pD	Modo di protezione 'pD'		
Dc	60079-11	ic	Sicurezza Intrinseca	22	II 3D
	60079-18	mc	Incapsulamento		
	60079-31	tc	Protezione mediante custodie		
	61241-4	pD	Modo di protezione 'pD'		

3.5 La dichiarazione di conformità



Certificazioni ATEX

A seconda della categoria, sono prescritte procedure diverse per la valutazione della conformità alla Direttiva 94/9/CE. Le apparecchiature elettriche appartenenti alle categorie 1 e 2 devono essere certificate presso Organismi Notificati ATEX, enti che hanno il compito di effettuare la verifica di tale conformità. Le apparecchiature di categoria 3 vengono invece approvate tramite autocertificazione, per la quale è sufficiente solamente il controllo di fabbricazione interno.

Categoria di prodotto	Gruppo e Zona	Certificazione Azienda	Certificazione Prodotto
M1	Gruppo I	tramite Organismo Notificato	tramite Organismo Notificato
M2	Gruppo I	tramite Organismo Notificato	tramite Organismo Notificato
1GD	Gruppo II - III Zona 0 – 20	tramite Organismo Notificato	tramite Organismo Notificato
2GD	Gruppo II - III Zona 1 – 21	tramite Organismo Notificato	tramite Organismo Notificato
3GD	Gruppo II - III Zona 2 – 22	-	Autocertificazione

Procedure di valutazione della conformità dei prodotti

Le aziende che producono apparecchi elettrici di categoria 1 e di categoria 2 hanno inoltre l'obbligo di notifica e sorveglianza del sistema di qualità sempre tramite un Organismo Notificato, il cui numero di identificazione viene apposto in targa insieme alla marcatura CE. Tra gli Organismi Notificati in Italia troviamo:

- IMQ (Istituto Italiano del Marchio di Qualità)
- CESI (Centro Elettrotecnico Sperimentale Italiano)
- CEC (Consorzio Europeo Certificazione)

mentre in Europa, tra gli altri, sono presenti:

- TÜV (presente con diversi marchi, un esempio è il TÜV SÜD Product Service GmbH)
- DEKRA (DEKRA EXAM GmbH)

La lista completa degli organismi notificati è reperibile in Internet al sito: <http://ec.europa.eu/enterprise/newapproach/nando/index.cfm>

3.6 Verifica e manutenzione

L'impianto elettrico in una zona pericolosa, assume caratteristiche diverse in funzione di tutte le variabili necessarie a farlo divenire sicuro, contro la probabilità di innesco dell'atmosfera esplosiva, tali variabili sono:

- tipo di atmosfera esplosiva (gas, polvere);
- probabilità di presenza di atmosfera esplosiva (tipo di zona);
- livello di sicurezza richiesto all'impianto;
- scelta dei modi diversi di protezione a seconda del livello di sicurezza richiesto e della funzione dell'impianto (energia, misura e controllo, comando, ecc.);
- caratteristiche costruttive e specifiche di installazione delle apparecchiature, diverse per ogni modo di protezione;
- caratteristiche dell'impianto elettrico di alimentazione delle apparecchiature Ex, a seconda del tipo di zona;
- caratteristiche dell'impianto elettrico a seconda del modo di protezione di ogni apparecchiatura Ex.

Anche se abbiamo visto come le apparecchiature siano costruite, provate e certificate per garantire la sicurezza anche nel funzionamento in guasto, tuttavia è necessario garantire che le caratteristiche del modo di protezione si conservino nel tempo. Ad esempio, una costruzione Ex "tb" è idonea all'installazione in Zona 21, poiché garantisce una protezione contro l'ingresso di polvere per mezzo del grado di protezione almeno uguale a IP6X. Il grado di protezione è in genere garantito dalla guarnizione. Le prove di tipo effettuate per la certificazione, garantiscono che la guarnizione sia stata sottoposta a invecchiamenti per verificarne la tenuta nel tempo; tuttavia le condizioni operative reali, le aperture e chiusure della custodia (magari per controllo o manutenzione dei componenti interni dell'apparecchiatura), possono nel tempo far perdere le qualità elastiche della guarnizione ed influire negativamente sul grado di protezione IP6X, da cui dipende il modo di protezione. La verifica periodica della custodia, assume in questo caso importanza vitale per la sicurezza dell'apparecchiatura.

È essenziale che per tutta la durata della vita attiva degli impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione, sia mantenuta l'integrità delle specifiche caratteristiche delle costruzioni elettriche Ex e delle caratteristiche degli impianti che sono fondamentali per il funzionamento sicuro delle apparecchiature e per la sicurezza; esse richiedono pertanto una *verifica iniziale ed anche:*

- a) *regolari verifiche periodiche; oppure*
- b) *continua supervisione da parte di personale esperto.*

3.6.1 Le verifiche

Per meglio comprendere i tipi di verifica e i livelli diversi delle verifiche sugli impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione, è necessario essere a conoscenza di alcune definizioni utilizzate nella norma, a cominciare dal concetto di **"verifica"**:

"azione che implica l'attento esame di un componente dell'impianto, eseguita senza smontarlo, oppure, se necessario, con l'aggiunta di un parziale smontaggio, completata talora da misure, al fine di raggiungere una valida conclusione sullo stato del componente stesso".

In sostanza una verifica è un controllo, attraverso l'esame a vista oppure un'analisi più approfondita mediante l'esame approfondito delle caratteristiche, anche con l'ausilio di misure, dei requisiti di installazione del componente ed alcuni requisiti del componente stesso, che garantiscono la protezione.

La norma IEC/EN 60079-17 riporta nella definizione del proprio "campo di applicazione":

"La presente parte della IEC 60079 è destinata agli utilizzatori e copre gli aspetti direttamente connessi con la verifica e la manutenzione degli impianti elettrici situati entro luoghi pericolosi, dove il pericolo può essere costituito da gas infiammabili, vapori, nebbie, polveri, fibre o residui volatili di filatura. Essa non comprende:

- *le altre prescrizioni fondamentali per l'installazione e la verifica degli impianti elettrici;*
- *le verifiche delle apparecchiature elettriche;*
- *la riparazione e il ripristino di apparecchiature protette dall'esplosione (vedere IEC 60079-19)...*

... In caso di polveri, fibre o residui volatili di filatura, il livello di pulizia può influenzare le prescrizioni per la verifica e la manutenzione.

La presente Norma è destinata all'applicazione dove possa esistere un rischio dovuto alla presenza di miscele esplosive di gas o polveri in aria, o di strati di polvere combustibile in condizioni atmosferiche normali."

I tipi di verifiche previste dalla norma sono le seguenti:

- **verifica iniziale:** verifica di tutte le apparecchiature elettriche, dei sistemi e degli impianti elettrici prima che essi vengano messi in servizio;
- **verifica periodica:** verifica di tutte le apparecchiature elettriche, dei sistemi e degli impianti elettrici effettuata in modo sistematico, con frequenza definita;
- **verifica a campione:** verifica eseguita su una parte proporzionale delle apparecchiature elettriche, dei sistemi e degli impianti elettrici;
- **supervisione continua:** presenza, ispezione, assistenza, cura e manutenzioni frequenti dell'impianto elettrico da parte del personale esperto, presente durante le normali attività, che conosca lo specifico impianto e il suo ambiente, con lo scopo di preservare le caratteristiche di protezione dall'esplosione dell'impianto in condizioni soddisfacenti.

A seconda della verifica da effettuare su un impianto, può essere necessario eseguirla con uno o più gradi:

- **esame a vista:** verifica che permette di identificare i difetti che sono visibili ad occhio nudo;
- **verifica ravvicinata:** verifica che implica gli stessi aspetti dell'esame a vista e, inoltre, identifica i difetti che possono essere rilevati solo usando mezzi di accesso, per esempio scale, ove necessario, ed attrezzi. La verifica ravvicinata non richiede generalmente che la custodia venga aperta, e nemmeno che l'apparecchio venga messo fuori tensione;
- **verifica approfondita (dettagliata):** verifica che implica gli aspetti della verifica ravvicinata ed inoltre, identifica i difetti, quali le connessioni interne allentate, che si possono rilevare con l'apertura della custodia e/o usando, ove necessario, utensili ed apparecchi di misura. In genere è necessario sezionare l'apparecchiatura dalla rete di alimentazione.

3.6.2. Documentazione di verifica

Deve essere predisposta una documentazione completa con la funzione di "banca dati" dell'impianto e dei componenti dell'impianto, composta da informazioni sul luogo di installazione, sull'utilizzo dell'apparecchiatura, sulle caratteristiche delle apparecchiature, ecc.

La norma fornisce un elenco di informazioni necessarie alla corretta esecuzione delle verifiche. **Oltre a tali informazioni, di seguito si fornisce un esempio di quanto una documentazione dovrebbe contenere per essere utile ad un monitoraggio programmato dell'impianto.**

Documento	Descrizione sommaria/informazioni necessarie
CLASSIFICAZIONE DEI LUOGHI	<ul style="list-style-type: none"> • Zone pericolose • gruppo e categoria (94/9/EC) e il livello di protezione delle apparecchiature (EPL) prescritto per ogni luogo • gruppo delle apparecchiature elettriche (IIA, IIB, IIC) e la classe di temperatura (GAS) • gruppo delle apparecchiature elettriche (IIIA, IIIB, IIIC) e la temperatura (POLVERE)
CARATTERISTICHE DELLE APPARECCHIATURE	i limiti di temperatura, il modo di protezione, il grado IP, la resistenza alla corrosione, ecc.
DOCUMENTAZIONE D'ARCHIVIO	<ul style="list-style-type: none"> • Tutti i documenti relativi all'installazione • tutti i documenti relativi all'apparecchiatura (dichiarazione CE di conformità, certificati, istruzioni, ecc.) • posizione delle apparecchiature, ecc.
COPIA DELLA DOCUMENTAZIONE RELATIVA ALLE PRECEDENTI VERIFICHE	<ul style="list-style-type: none"> • frequenze • risultati • interventi • ecc..

Documentazione di verifica

Si possono poi preparare **schede riassuntive per ogni apparecchiatura o porzione di impianto, da poter utilizzare durante la verifica**, nelle quali compaiano le informazioni contenute nella documentazione di archivio e il riferimento di catalogazione, per un rapido recupero in caso di anomalie riscontrate. **I campi di dette schede riassuntive, potrebbero essere, ad esempio:**

Voce	Descrizione sommaria/informazioni
tipo apparecchiatura	
Marcatura (ATEX 94/9/EC)	
codifica interna	
caratteristiche principali	(parametri elettrici, utilizzo, ecc.)
Tipo di zona pericolosa in cui è inst.	
condizioni ambientali di installazione	temperatura, eventuali agenti chimici aggressivi...
data di aggiornamento della classificaz.	
data ultima verifica	
tipo di verifica effettuata	
grado della verifica effettuata	
storico degli interventi di manutenz.	
ricambi a magazzino	
codice del fascicolo della	
documentazione di archivio	

Esempio schede di registrazione delle informazioni relative alle installazioni

3.6.3 Procedura per verifiche di nuovi impianti

Prima della messa in servizio degli impianti o delle apparecchiature elettriche, si deve procedere ad una verifica iniziale. Per assicurare che le installazioni siano mantenute in condizioni soddisfacenti per l'uso continuo entro un luogo pericoloso si deve:

- a) effettuare regolari verifiche periodiche, oppure
- b) assoggettare gli impianti a supervisione continua da parte di personale esperto, e, dove necessario, eseguire la manutenzione.

Dopo aver effettuato qualsiasi regolazione, manutenzione, riparazione, ripristino, modifica o sostituzione si deve procedere alla verifica dell'apparecchiatura o dei componenti interessati in accordo con le posizioni pertinenti della colonna relativa alla verifica dettagliata nelle schede di verifica

In caso di polveri, fibre o residui volatili di filatura, la pulizia può influenzare le prescrizioni per la verifica e la manutenzione.

La lista e il metodo di identificazione utilizzato per la gestione delle apparecchiature Ex, devono dare la possibilità di tenere traccia della sostituzione di un'apparecchiatura, che può avere contrassegni di certificazione e dettagli diversi rispetto all'originale.

Se in un determinato momento, la classificazione del luogo pericoloso o i requisiti dei livelli di protezione delle apparecchiature vengono modificati, o se qualsiasi apparecchiatura elettrica viene spostata da un luogo ad un altro, si deve effettuare una verifica per assicurarsi che il modo di protezione e la classe di temperatura, all'occorrenza, siano adatti alle nuove condizioni. In tal caso, per esempio, può tornare utile la scheda riassuntiva della documentazione d'archivio che contiene le informazioni sull'apparecchiatura.

Nelle installazioni fisse, la procedura di verifica è la seguente:

1. **verifiche iniziali**, eseguite con l'obiettivo di accertare che il modo di protezione scelto e la sua installazione siano appropriate.
2. **si determina un intervallo provvisorio per le verifiche periodiche**. Il grado della verifica e l'intervallo tra le verifiche periodiche devono essere determinati tenendo presenti il tipo di apparecchio, le indicazioni del costruttore, se esistenti, i fattori che influiscono sul suo deterioramento, la classificazione del luogo pericoloso

e/o le prescrizioni per gli EPL ed i risultati delle verifiche precedenti. I principali fattori che possono influenzare il deterioramento delle apparecchiature elettriche comprendono: la sensibilità alla corrosione, l'esposizione a certi prodotti chimici o solventi, il rischio d'accumulo di polveri o di sporcizia, il rischio di penetrazione dell'acqua, l'esposizione a temperature ambientali anormali, il rischio di danneggiamento meccanico, la presenza di vibrazioni anormali.

L'intervallo tra le verifiche periodiche non deve essere superiore a 3 anni, senza sentire il parere di un esperto.

3. Una volta che sia stato fissato un intervallo di tempo, l'impianto deve essere sottoposto provvisoriamente a **verifiche aggiuntive a campione, allo scopo di confermare o di modificare l'intervallo proposto**. Nello stesso modo, deve essere determinato il grado della verifica e, successivamente, possono essere eseguite delle **verifiche a campione per confermare o modificare il grado della verifica proposta**. Durante il funzionamento, sarà necessario un regolare esame dei risultati delle verifiche per confermare il loro intervallo e così pure il loro grado.

In alternativa alle verifiche periodiche, si attua la sorveglianza continua da parte di personale esperto: l'installazione viene ispezionata su base regolare nel normale corso del funzionamento.

L'obiettivo della supervisione continua consiste nel permettere una precoce individuazione dell'insorgere dei guasti e di una loro successiva riparazione. Essa conta sul personale esperto dell'impianto, presente nel corso delle normali attività (ad esempio l'installazione, le modifiche, le ispezioni, la manutenzione, l'esame dei guasti, i lavori di pulizia, di controllo, di commutazione, di collegamento e di disconnessione, di regolazione e taratura, le prove funzionali, le misure, etc.) che fa uso della propria esperienza per individuare i guasti e le modifiche nelle fasi preliminari.

La frequenza della presenza e delle verifiche che sono alla base della supervisione continua, devono essere determinate tenendo presente l'ambiente dello specifico impianto rispetto al deterioramento previsto dell'apparecchiatura, il suo utilizzo e l'esperienza maturata. Una parte di un impianto dotato di una significativa quantità di sistemi protetti dall'esplosione, deve essere visitato con una frequenza almeno settimanale, per essere parte del principio di sorveglianza continua.

I risultati di tutte le verifiche iniziali, periodiche e a campione, devono essere registrati e conservati. Inoltre, la documentazione dell'installazione deve fornire informazioni sufficienti relativamente a:

- a) la cronologia delle attività di manutenzione, con le indicazioni che giustificano tali attività, e
- b) la verifica dell'efficacia dell'approccio della supervisione continua.

Bisogna tenere una registrazione dei difetti riscontrati e delle azioni correttive intraprese.

La continua supervisione da parte di personale esperto non elimina le prescrizioni per le verifiche iniziali e a campione.

Per le apparecchiature elettriche portatili, mobili o trasportabili, che sono particolarmente soggette a danneggiamenti o a uso non corretto, può essere necessario ridurre l'intervallo di tempo tra verifiche periodiche. Le apparecchiature elettriche mobili devono essere sottoposte a una verifica ravvicinata almeno ogni 12 mesi. Le custodie che sono aperte frequentemente (come l'alloggiamento delle batterie) devono essere sottoposte ad una verifica approfondita almeno ogni 6 mesi. Inoltre, le apparecchiature devono essere verificate a vista dall'utente, prima dell'utilizzo, per assicurarsi che non siano visibilmente danneggiate.

La supervisione continua non è praticabile per apparecchiature non fisse o per le quali non è possibile la presenza continua durante le normali attività.

3.6.4 Qualifica del personale

La verifica e la manutenzione degli impianti devono essere eseguite da personale con esperienza, il cui addestramento abbia incluso istruzioni sui vari modi di protezione, sulle modalità di installazione, sulle prescrizioni della presente Norma, sulle leggi nazionali e norme aziendali pertinenti l'impianto e sui principi generali della classificazione dei luoghi pericolosi. La preparazione, formazione e addestramento continui del personale devono essere effettuati mediante regolari corsi di aggiornamento. La prova dell'esperienza e della formazione dichiarate deve essere disponibile.

Le verifiche periodiche effettuate con regolarità richiedono un personale che:

- 1) abbia una conoscenza della classificazione del luogo/EPL e sufficienti conoscenze tecniche per poter comprendere le implicazioni per l'ambiente considerato;

- 2) abbia conoscenze tecniche e sia in grado di comprendere le prescrizioni teoriche e pratiche per le costruzioni elettriche impiegate nelle aree pericolose;
- 3) comprenda le prescrizioni per l'esame a vista e le verifiche ravvicinate approfondite relative all'apparecchiatura installata e agli impianti.

Quando il personale esperto ispeziona un'installazione, su base regolare nel normale corso del funzionamento, oltre a soddisfare le prescrizioni di cui sopra, deve:

- a) essere a conoscenza del processo e delle implicazioni ambientali relative al deterioramento dell'apparecchiatura specifica all'interno dell'impianto, e
- b) effettuare esami a vista e/o verifiche ravvicinate come parte delle proprie normali attività programmate, così come verifiche dettagliate in caso di eventuali sostituzioni o regolazioni.

Per ciascun impianto, si devono individuare delle figure di responsabilità, in merito alla organizzazione delle verifiche ed ai compiti di formazione del personale addetto alle verifiche stesse. Di seguito si riportano due delle figure individuate dalla norma, il personale tecnico con funzioni esecutive ed il personale esperto, con indicate le proprie responsabilità. In merito alla preparazione e formazione di tali figure di responsabilità, si rimanda direttamente all'allegato B (normativo) della norma.

Il personale tecnico con funzioni esecutive deve essere identificato per ciascun impianto e deve svolgere i seguenti compiti:

- c) valutare la praticabilità del principio della supervisione continua alla luce delle competenze, esperienza e disponibilità del personale e delle loro conoscenze in relazione al particolare impianto;
- d) definire l'oggetto dell'apparecchiatura da tenere sotto osservazione continua, tenendo conto delle condizioni ambientali, frequenza della presenza, conoscenze speciali, flusso di lavoro e della disposizione delle apparecchiature;
- e) determinare la frequenza delle verifiche, il grado della verifica e il contenuto dei rapporti così da permettere un'analisi significativa delle prestazioni dell'apparecchiatura;
- f) assicurare che la documentazione, sia resa disponibile;
- g) assicurare che il personale esperto abbia familiarità con:
 - il principio di supervisione continua insieme alla necessità di qualsiasi rapporto o funzione di analisi;
 - l'installazione da presenziare;
 - tutto il materiale protetto contro le esplosioni entro la propria area di responsabilità;
 - fare il necessario per verificare che:
 - il processo di supervisione continua sia aderente al programma;
 - il personale esperto abbia abbastanza tempo a disposizione per effettuare le verifiche;
 - il personale esperto abbia ricevuto un adeguato addestramento e aggiornamenti recenti;
 - la documentazione sia adeguatamente completa;
 - vi sia un supporto tecnico adeguato sempre disponibile per il personale esperto;
 - sia noto lo stato dell'impianto elettrico

Le prescrizioni riferite alla conoscenza del personale tecnico con funzioni esecutive devono includere la conoscenza delle prescrizioni delle norme IEC/EN 60079-10-1, IEC/EN 60079-10-2, IEC/EN 60079-14 e IEC/EN 60079-19 in relazione alla classificazione delle aree e la scelta e/o la selezione degli EPL, il montaggio, l'installazione, la riparazione e la sostituzione e il ripristino dell'apparecchiatura.

Il personale esperto deve avere familiarità con il principio di supervisione continua, insieme alla necessità di eventuali rapporti o funzioni di analisi, che possono far parte del metodo di supervisione continua applicabile all'impianto specifico. Il personale esperto deve avere un addestramento sufficiente per permettergli la familiarità con l'installazione cui presta assistenza. Questo addestramento deve includere qualsiasi condizione dell'impianto, dell'apparecchiatura, di funzionamento o ambientale che possa essere necessaria all'individuazione delle esigenze di protezione dell'apparecchiatura dalle esplosioni. Quando viene effettuata una qualsiasi variazione o cambiamento del processo o dell'installazione, questa informazione deve essere fornita al personale esperto in modo che entri a far parte del processo di supervisione continua.

Quando necessario, l'addestramento che riguarda la supervisione continua deve essere fornito insieme nei seminari di aggiornamento o di integrazione.

3.7 Schede di verifica

La verifica, che sia iniziale, periodica, a campione o continua, si esegue controllando una serie di prescrizioni che coinvolgono sia le regole impiantistiche generali del pericolo di esplosione, sia le regole di installazione relative al modo di protezione.

La norma propone quale strumento pratico di verifica quattro schede, ognuna relativa a dei modi di protezione, in cui le verifiche da effettuare sono suddivise in prescrizioni per:

- Apparecchiature elettriche;
- Impianti;
- Condizioni ambientali;

per ognuna delle verifiche da effettuare per le sopraelencate suddivisioni, le schede forniscono il grado di verifica necessario.

3.7.1 Verifiche indipendenti dal modo di protezione dell'apparecchiatura

Nelle schede di verifica sono riportate le seguenti verifiche da effettuare:

- **Apparecchiatura adeguata alle prescrizioni della zona /EPL del luogo;**
- **Gruppo dell'apparecchiatura corretto;**
si verifica il gruppo della costruzione con il gruppo dei gas indicato nella classificazione, per la zona in cui è installata la costruzione.
- **Massima temperatura superficiale dell'apparecchiatura sia corretta;**
si verifica la classe di temperatura della costruzione con la classe T del gas indicata nella classificazione, per la zona in cui è installata la costruzione.
- **Identificazione del circuito al quale appartiene l'apparecchiatura elettrica;**
Lo scopo di questa prescrizione è di facilitare il corretto sezionamento dell'apparecchiatura elettrica dalla sua sorgente di alimentazione ogni volta che deve essere effettuato un lavoro.
Ciò può essere ottenuto in modi diversi, per esempio:
 - a) L'apparecchiatura sia provvista di un contrassegno permanente che indichi la sorgente di alimentazione.
 - b) L'apparecchiatura, oppure il cavo, siano provvisti di un numero di identificazione nelle immediate vicinanze dell'apparecchiatura. La sorgente di alimentazione può essere individuata da un disegno, o da un elenco, sul quale sia segnato un riferimento al numero riportato sulla apparecchiatura elettrica o sul cavo.
 - c) Il componente sia individuato in maniera chiara e non ambigua su un disegno nel quale il punto di alimentazione sia identificato tanto direttamente, che indirettamente per mezzo di un elenco.
- **Dispositivo di ingresso dei cavi;**
Il controllo del serraggio del dispositivo di ingresso dei cavi durante una verifica ravvicinata può essere effettuata a mano, senza che sia necessario togliere il nastro di protezione contro le intemperie od il rivestimento. Per delle verifiche dettagliate può essere necessario che il dispositivo di ingresso dei cavi venga smontato solo nel caso che l'integrità degli ingressi non possa essere accertata in una verifica ravvicinata.
- **Tipo di cavo appropriato**
Conformità alla IEC/EN 60079-14
- **Sigillature**
La sigillatura di passanti, condotti, tubi protettivi e/o canalette è soddisfacente in accordo alla IEC/EN 60079-14.

- **Impedenza dell'anello di guasto o resistenza di terra**

L'integrità della messa a terra deve essere controllata nella verifica iniziale misurando la resistenza. La misura può essere effettuata utilizzando uno strumento di misura della resistenza a sicurezza intrinseca (con la procedura specificata dal costruttore). Le successive verifiche a campione possono essere effettuate anch'esse con uno strumento di misura della resistenza a sicurezza intrinseca.

Uno strumento di misura della resistenza a sicurezza non-intrinseca può essere utilizzato se è stata seguita una procedura di lavoro sicura e se i responsabili dell'area possono garantire, in caso di pericolo dato dalla presenza di polveri, che i luoghi in cui potrebbero prodursi scintille potenzialmente incendiarie, non contengono atmosfere potenzialmente esplosive per la presenza di polvere e strati di polvere pericolosi.

- **Resistenza di isolamento**

La resistenza di isolamento per un'apparecchiatura e il cablaggio associato sino a 500 V (esclusi i circuiti SELV) deve essere misurata a 500 V in c.c. La resistenza di isolamento deve essere almeno di 1,0 M, a meno che non sia specificatamente definito nella documentazione dell'utilizzatore.

- **Protezione dai sovraccarichi**

Vedere la IEC/EN 60079-14, relativamente alle macchine elettriche rotanti.

È necessario verificare che:

- il dispositivo di protezione sia tarato e operi correttamente (durante le verifiche iniziali e quelle dettagliate);
- le caratteristiche del dispositivo di protezione delle macchine elettriche rotanti siano tali che intervenga entro 2 h a 1,20 volte la corrente di taratura (nominale) I_{IN} , e che non intervenga entro 2 h a 1,05 volte la corrente di taratura (nominale) I_{IN} (durante la verifica iniziale).

Schede di verifica per gli impianti Ex “d”, “Ex “e” ed Ex “n”

VERIFICHE DA EFFETTUARE:		Ex “d”			Ex “e”			Ex “n”		
		Grado di verifica								
A	APPARECCHIATURE ELETTRICHE	D	R	V	D	R	V	D	R	V
1	L'apparecchiatura elettrica è adatta alle prescrizioni della zona /EPL del posto	X	X	X	X	X	X	X	X	X
2	Il gruppo dell'apparecchiatura elettrica è corretto	X	X		X	X		X	X	
3	La classe di temperatura dell'apparecchiatura elettrica è corretta	X	X		X	X		X	X	
4	L'identificazione del circuito dell'apparecchiatura elettrica è corretta	X			X			X		
5	L'identificazione del circuito dell'apparecchiatura elettrica è disponibile	X	X	X	X	X	X	X	X	X
6	La custodia, le parti in vetro e le guarnizioni e/o i materiali di tenuta tra le parti in vetro e le parti metalliche sono in condizioni soddisfacenti	X	X	X	X	X	X	X	X	X
7	Non esistono modifiche non autorizzate	X			X			X		
8	Non esistono modifiche non autorizzate visibili		X	X		X	X		X	X
9	Viterie, dispositivi di ingresso cavi (diretti e indiretti) ed elementi di chiusura sono di tipo corretto e sono completi ed a tenuta									
	– esame fisico	X	X		X	X		X	X	
	– esame visivo			X			X			X
10	Le superfici dei giunti piani sono pulite e non danneggiate e le eventuali connessioni sono in condizioni soddisfacenti	X								
11	Gli interstizi dei giunti piani sono conformi ai valori massimi ammessi	X	X							
12	Le caratteristiche nominali, il tipo e la posizione delle lampade sono corretti	X			X				X	
13	Le connessioni elettriche sono ben serrate						X			X
14	Le condizioni delle guarnizioni delle custodie sono soddisfacenti				X			X		
15	I dispositivi di interruzione in cella chiusa ed a chiusura ermetica non sono danneggiati							X		
16	Le custodie a respirazione limitata sono soddisfacenti							X		
17	Le ventole dei motori sono ad una distanza sufficiente dalla custodia e/o dagli elementi di protezione	X			X			X		
18	I dispositivi di respirazione e di drenaggio sono soddisfacenti	X	X		X	X		X	X	
B	IMPIANTI	D	R	V	D	R	V	D	R	V
1	Il tipo di cavo è appropriato	X			X			X		
2	I cavi non presentano danni evidenti	X	X	X	X	X	X	X	X	X
3	La sigillatura di passanti, condotti, passerelle canalette e/o tubi protettivi è soddisfacente	X	X	X	X	X	X	X	X	X
4	I raccordi di bloccaggio e le cassette di giunzione dei cavi sono correttamente riempiti	X								
5	E' mantenuta l'integrità dei sistemi con tubo protettivo e la relativa interfaccia con sistemi misti	X			X			X		
6	I conduttori di terra, compresi tutti i collegamenti equipotenziali supplementari, sono soddisfacenti (per es. le connessioni sono serrate ed i conduttori hanno una sezione sufficiente)									
	– esame fisico	X			X					
	– esame a vista	X	X		X	X		X	X	
7	L'impedenza dell'anello di guasto (sistema TN) o la resistenza di terra (sistema IT) è soddisfacente	X			X			X		
8	La resistenza di isolamento è soddisfacente	X			X			X		
9	I dispositivi elettrici automatici di protezione funzionano entro i limiti permessi	X			X			X		
10	I dispositivi elettrici automatici di protezione sono correttamente tarati (il ripristino automatico non è possibile)	X			X			X		
11	Sono rispettate le particolari condizioni d'uso (ove applicabili)	X			X			X		
12	Le estremità dei cavi non utilizzati sono correttamente protette	X			X			X		
13	Gli ostacoli adiacenti ai giunti flangiati delle custodie a prova di esplosione sono in accordo con la IEC 60079-14	X	X	X						
14	Installazioni a tensione/frequenza variabili conformi alla documentazione	X	X		X	X		X	X	
C	CONDIZIONI AMBIENTALI	D	R	V	D	R	V	D	R	V
1	Le apparecchiature elettriche sono adeguatamente protette contro la corrosione, le condizioni atmosferiche, le vibrazioni ed altri fattori avversi	X	X	X	X	X	X	X	X	X
2	Non esiste accumulo inammissibile di polvere o sporizia	X	X	X	X	X	X	X	X	X
3	Gli isolanti elettrici sono puliti ed asciutti				X			X		

NOTA 1 Generale: le verifiche da effettuare per le apparecchiature nelle quali vengano utilizzati allo stesso tempo i modi di protezione “e” e “d” saranno una combinazione di entrambe le colonne.

NOTA 2 Punti B7 e B8: si deve tener conto della presenza d'una atmosfera esplosiva in prossimità della costruzione elettrica durante l'impiego

D = Approfondita, R = Ravvicinata, V = A Vista

Scheda di verifica per gli impianti Ex “tD”

VERIFICHE DA EFFETTUARE:		Grado di verifica		
A	APPARECCHIATURE ELETTRICHE	Dettagliata	Ravvicinata	A Vista
1	L'apparecchiatura elettrica è adatta alle prescrizioni della zona /EPL del posto	X	X	X
2	Il grado IP dell'apparecchiatura elettrica è appropriata per la conducibilità della polvere	X	X	X
3	La massima temperatura superficiale dell'apparecchiatura elettrica è corretta	X	X	
4	L'identificazione del circuito dell'apparecchiatura elettrica è disponibile	X	X	X
5	L'identificazione del circuito dell'apparecchiatura elettrica è corretta	X		
6	La custodia, le parti in vetro e le guarnizioni e/o i materiali di tenuta tra le parti in vetro e le parti metalliche sono in condizioni soddisfacenti	X	X	X
7	Non esistono modifiche non autorizzate	X		
8	Non esistono modifiche non autorizzate visibili		X	X
9	Viterie, dispositivi di ingresso cavi ed elementi di chiusura sono di tipo corretto e sono completi ed a tenuta			
	– esame fisico	X	X	
	– esame a vista			X
10	Le caratteristiche nominali, il tipo e la posizione delle lampade sono corretti	X		
11	Le connessioni elettriche sono ben serrate	X		
12	Le condizioni delle guarnizioni della custodia sono soddisfacenti	X		
13	Le ventole dei motori sono ad una distanza sufficiente dalla custodia e/o dagli elementi di protezione	X		
B	IMPIANTI	Dettagliata	Ravvicinata	A Vista
1	L'impianto è tale da minimizzare il rischio dell'accumulo di polvere	X	X	X
2	Il tipo di cavo è appropriato	X		
3	Non esistono danni evidenti ai cavi	X	X	X
4	La sigillatura di passanti, condotti, tubi e/o tubi protettivi è soddisfacente	X	X	X
	I conduttori di terra, compresi tutti i collegamenti equipotenziali supplementari, sono soddisfacenti:			
5	– esame fisico	X		
	– esame a vista		X	X
6	L'impedenza dell'anello di guasto (sistema TN) o la resistenza di terra (sistema IT) è soddisfacente	X		
7	La resistenza di isolamento è soddisfacente	X		
8	I dispositivi elettrici automatici di protezione operano entro i limiti permessi	X		
10	Sono rispettate le particolari condizioni d'uso (ove applicabili)	X		
11	Le estremità dei cavi non utilizzati sono correttamente protette	X	X	
C	CONDIZIONI AMBIENTALI	Dettagliata	Ravvicinata	A Vista
1	Le apparecchiature elettriche sono adeguatamente protette contro la corrosione, le condizioni atmosferiche, le vibrazioni ed altri fattori avversi	X	X	X
2	Non esiste accumulo inammissibile di polvere o sporcizia	X	X	X

Scheda di verifica per gli impianti Ex “i”

VERIFICHE DA EFFETTUARE:		Grado di verifica		
A	APPARECCHIATURE ELETTRICHE	Dettagliata	Ravvicinata	Visiva
1	La documentazione del circuito e/o dell'apparecchiatura elettrica è adatta alle prescrizioni della zona /EPL del posto	X	XX	
2	L'apparecchiatura elettrica installata è quella precisata nella documentazione – Solo per le apparecchiature fisse	X	X	
3	La categoria ed il gruppo del circuito e/o dell'apparecchiatura elettrica sono corretti	X	X	
4	La classe di temperatura dell'apparecchiatura è corretta	X	X	
5	L'installazione è chiaramente munita di targhette	X	X	
6	La custodia, le parti in vetro e le guarnizioni e/o i materiali di tenuta tra le parti in vetro e le parti metalliche sono in condizioni soddisfacenti	X		
7	Non esistono modifiche non autorizzate	X		
8	Non esistono modifiche non autorizzate visibili		X	X
9	Le barriere di sicurezza, i relè ed altri dispositivi di limitazione dell'energia sono di tipo approvato, sono installati secondo i requisiti della certificazione e sono convenientemente messi a terra se necessario	X	X	X
10	Le connessioni elettriche sono ben serrate	X		
11	I circuiti stampati sono puliti e non danneggiati	X		
B	IMPIANTI	Dettagliata	Ravvicinata	Visiva
1	I cavi sono installati conformemente alla documentazione	X	X	X
2	La schermatura dei cavi è collegata a terra conformemente alla documentazione	X		
3	I cavi non presentano danni evidenti	X	X	X
4	La sigillatura di passanti, condotti, tubi e/o tubi protettivi è soddisfacente	X	X	X
5	Le connessioni punto a punto sono tutte corrette	X		
6	La continuità dei circuiti messi a terra sono soddisfacenti per i circuiti non galvanicamente isolati (per es. le connessioni sono serrate ed i conduttori hanno una sezione sufficiente).	X		
7	Le connessioni di terra non inficiano l'integrità del modo di protezione	X	X	X
8	La messa a terra e la resistenza di isolamento di un circuito a sicurezza intrinseca è soddisfacente	X		
9	La separazione dei circuiti a sicurezza intrinseca da quelli non a sicurezza intrinseca è assicurata laddove tutti i circuiti sono in una stessa custodia di distribuzione o in uno stesso scomparto	X		
10	La protezione dal corto circuito dei circuiti di alimentazione, dove applicabile, è in accordo con la documentazione	X		
11	Sono rispettate le particolari condizioni d'uso (ove applicabili)	X		
12	Le estremità dei cavi non utilizzati sono correttamente protette	X		
C	CONDIZIONI AMBIENTALI	Dettagliata	Ravvicinata	Visiva
1	Le apparecchiature elettriche sono adeguatamente protette contro la corrosione, le condizioni atmosferiche, le vibrazioni ed altri fattori avversi	X	X	X
2	Non esiste accumulo inammissibile di polvere o sporcizia	X	X	X

Scheda di verifica per gli impianti Ex “p”

VERIFICHE DA EFFETTUARE:		Grado di verifica		
A	APPARECCHIATURE ELETTRICHE	Dettagliata	Ravvicinata	A Vista
1	L'apparecchiatura elettrica è adatta alle prescrizioni della zona /EPL del posto	X	X	X
2	Il gruppo dell'apparecchiatura elettrica è corretto	X	X	X
3	La classe di temperatura o la temperatura superficiale dell'apparecchiatura elettrica è corretta	X	X	
4	L'identificazione del circuito dell'apparecchiatura è corretta	X	X	X
5	L'identificazione del circuito dell'apparecchiatura è disponibile	X	X	X
6	La custodia, le parti in vetro e le guarnizioni e/o i materiali di tenuta tra le parti in vetro e le parti metalliche sono in condizioni soddisfacenti	X	X	X
7	Non esistono modifiche non autorizzate	X		
8	Non esistono modifiche non autorizzate visibili		X	X
9	Le caratteristiche nominali, il tipo e la posizione delle lampade sono corretti	X		
B	IMPIANTI	Dettagliata	Ravvicinata	A Vista
1	Il tipo di cavo è appropriato	X		
2	I cavi non presentano danni evidenti	X	X	X
3	I conduttori di terra, compresi tutti i collegamenti equipotenziali supplementari, sono soddisfacenti (per es. le connessioni sono serrate ed i conduttori hanno una sezione sufficiente)			
	– esame fisico	X		
	– esame a vista		X	X
4	L'impedenza dell'anello di guasto (sistema TN) o la resistenza di terra (sistema IT) è soddisfacente	X		
5	I dispositivi elettrici automatici di protezione operano entro i limiti permessi	X		
6	I dispositivi elettrici automatici di protezione sono correttamente tarati	X		
7	La temperatura del gas di protezione immesso è inferiore alla massima specificata	X		
8	I condotti, le tubazioni e le custodie sono in buono stato	X	X	X
9	Il gas di protezione è privo di impurità	X	X	X
10	La pressione e/o la portata del gas di protezione sono adeguate	X	X	X
11	I manometri e/o gli indicatori di portata, gli allarmi e gli interblocchi funzionano correttamente	X		
12	Le condizioni d'installazione di barriere antiscintilla ed antiparticelle nelle canalizzazioni di uscita del gas che attraversano luoghi pericolosi sono soddisfacenti	X		
13	Sono rispettate le particolari condizioni d'uso (ove applicabili)	X		
C	CONDIZIONI AMBIENTALI	Dettagliata	Ravvicinata	A Vista
1	Le apparecchiature elettriche sono adeguatamente protette contro la corrosione, le condizioni atmosferiche, le vibrazioni ed altri fattori avversi	X	X	X
2	Non esiste accumulo inammissibile di polvere o sporcizia	X	X	X

3.8 Panorama normativo Europeo e Americano

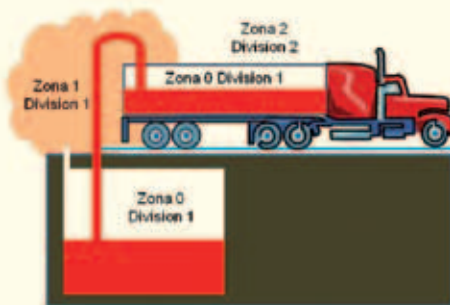
Mentre in Europa la conformità alle direttive ATEX è obbligatoria per poter installare dispositivi in ambienti a rischio esplosione e segue le raccomandazioni della Commissione elettrotecnica internazionale (IEC), negli Stati Uniti le linee guida vengono fornite dal National Electrical Code (NEC). Per quanto riguarda il Canada, ci si affida invece al Canadian Electrical Code (CEC).

Queste differenti regolamentazioni comportano spesso ulteriori complicazioni e difficoltà nel capire se si è allineati o conformi ai mercati nordamericani. Le disposizioni **USA/CANADA** non prevedono “equivalenze dirette” con le disposizioni Europa, però vi sono alcune similitudini:

- **Class I** = Gas infiammabili, vapori o nebbie;
- **Class II** = Polveri combustibili;
- **Class III** = Fibre o residui volatili di filature.

Anche la classificazione delle zone è leggermente differente e vi sono solamente due classi, note come “divisioni”:

- **Division 2** è l’area in cui non ci sono concentrazioni pericolose di combustibili in funzionamento continuo.
- **Division 1** invece è relativa a concentrazioni pericolose costantemente presenti.



	Atmosfera presente continuamente	Atmosfera presente a intermittenza	Atmosfera presente in condizioni anormali
Europa	Zona 0	Zona 1	Zona 2
Nord America	Division 1		Division 2

Zone europee e Division americane

L’articolo 505 del NEC prevede la possibilità della classificazione anche secondo la norma IEC, ovvero con la definizione delle zone pericolose (0, 1, 2) e la possibilità dell’uso di prodotti approvati secondo le norme IEC 60079 per i vari modi di protezione. Tuttavia l’equivalenza esatta non è sempre accettabile. Per esempio: i prodotti omologati per Zona 1 non necessariamente soddisfano i requisiti della Divisione 1, che include anche la Zona 0.

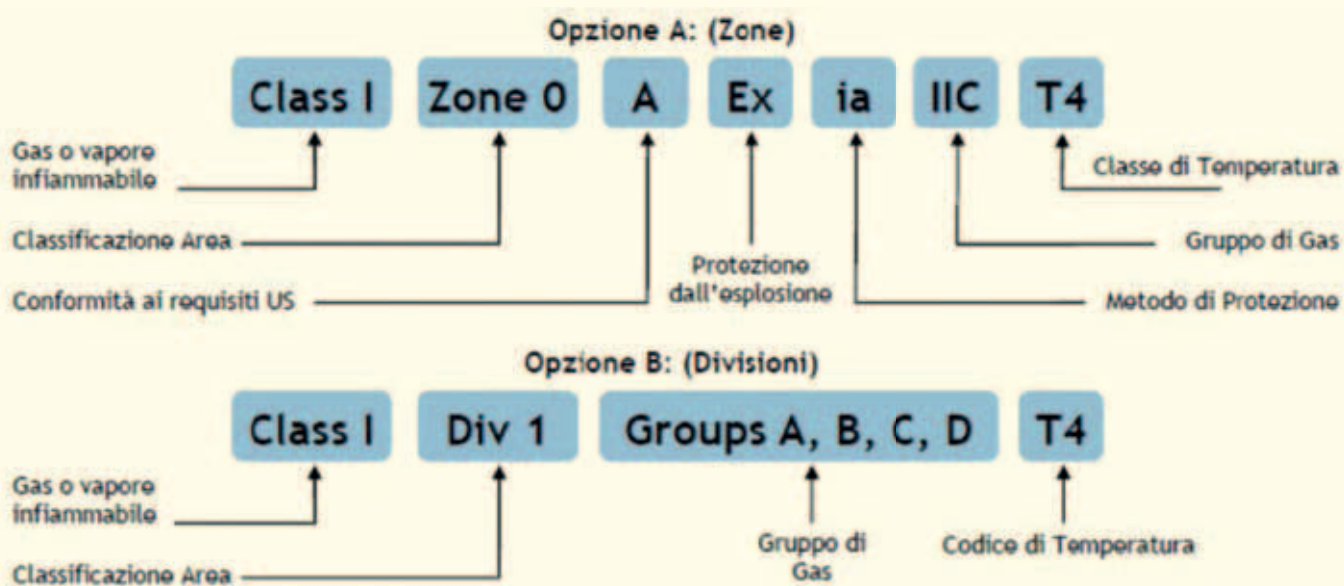
Negli USA e CANADA gli apparecchi prodotti per l’impiego in aree a rischio esplosione vengono controllate e omologate da centri di controllo riconosciuti a livello nazionale come ad esempio UL (Underwriters Laboratories) negli USA e CSA International in Canada.

Vista la crescente necessità di regolare le condizioni per l’approvazione dei componenti elettrici su scala globale e per poter rendere il mercato internazionale un mercato libero grazie a dei certificati globalmente riconosciuti, l’IEC ha introdotto la **certificazione IECEX**.

Lo schema IECEX è quindi un **sistema internazionale all’interno del quale vengono armonizzati i maggiori standard di riferimento** per la produzione di apparecchi per l’installazione in atmosfere potenzialmente esplosive.

I certificati vengono emessi da un organismo notificato IECEX in uno qualsiasi dei paesi membri. La lista completa degli organismi notificati è reperibile in Internet al sito:

www.iecex.com



Esempi di marcatura americana in accordo NEC / CEC

Modo di protezione	Codice	Standard IEC	Standard EN	Standard Division US	Standard Zone US	Standard Division Canada	Standard Zone Canada
Requisiti generali	-	IEC 60079-0	EN 60079-0	FM3600	ISA60079-0	C22.2 No.0	CSA E60079-0
Custodie a prova d'esplosione	EEx d	IEC 60079-1	EN 60079-1	FM3615	ISA60079-1	C22.2 No. 30	CSA E60079-1
Sovrapressione interna	EEx p	IEC 60079-2	EN 60079-2	FM3620	ISA60079-2	NFPA 496	CSA E60079-2
Riempimento polverulento	EEx q	IEC 60079-5	EN 60079-5	-	ISA60079-5	-	CSA E60079-5
Immersione in olio	EEx o	IEC 60079-6	EN 60079-6	-	ISA60079-6	-	CSA E60079-6
Sicurezza Aumentata	EEx e	IEC 60079-7	EN 60079-7	-	ISA60079-7	-	CSA E60079-7
Sicurezza Intrinseca	EEx ia; ib	IEC 60079-11	EN 60079-11	FM3610	ISA60079-11	C22.2 No.157	CSA E60079-11
Tipo n	EEx n	IEC 60079-15	EN 60079-15	-	ISA60079-15	-	CSA E60079-15
Incapsulamento	EEx m	IEC 60079-18	EN 60079-18	-	ISA60079-18	-	CSA E60079-18

Modi di protezione relative norme internazionali

4. I PARAMETRI INSTALLATIVI DEI PRODOTTI

4.1 Scelta delle apparecchiature

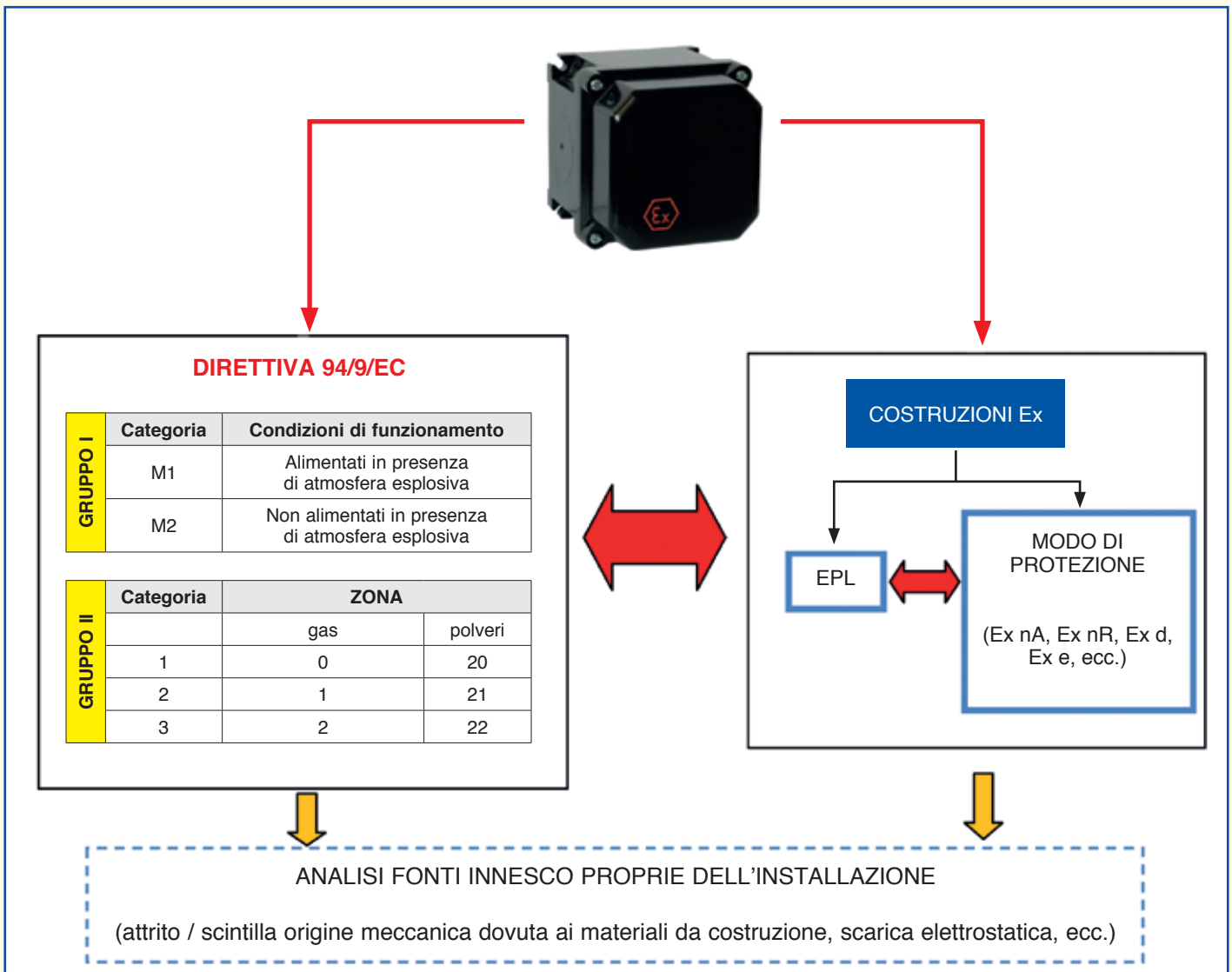
Le apparecchiature elettriche devono essere scelte secondo i criteri della direttiva Atex 94/9/EC, in relazione alla zona pericolosa in cui sono destinate: si deve determinare il gruppo (I oppure II) e la categoria dell'apparecchiatura, in relazione alla zona pericolosa in cui è destinato.

Quando le apparecchiature elettriche sono conformi alla serie di norme IEC/EN 60079 (apparecchiature "Ex"), godono di presunzione di conformità alla direttiva 94/9/EC. Pertanto operare la scelta dell'apparecchiatura in conformità a tali norme, implica scegliere l'apparecchiatura secondo i criteri della direttiva.

I criteri di scelta di seguito esposti, sono riferiti alle apparecchiature elettriche in accordo a IEC/EN 60079.

Scegliere un'apparecchiatura secondo i criteri delle norme IEC/EN 60079, significa operare la scelta:

- in relazione al livello di protezione dell'apparecchiatura (EPL) rispetto alle zone in cui è destinata;
- in relazione al modo di protezione, in funzione della tipologia di apparecchiatura ovvero della sua funzionalità nel sistema impianto (se l'apparecchiatura deve essere di potenza, se è di segnale, se ha parti in movimento, ecc.), e in funzione dell'EPL;
- in relazione alla classificazione dell'apparecchiatura Ex: gruppo del gas, gruppo delle polveri, classe di temperatura (Gas), massima temperatura superficiale (Polvere);
- in relazione a rischi di innesco diversi dalle temperature elevate e dalla scintilla elettrica: energia radiante, ultrasuoni, scintille dovuti ad attrito o impatto meccanico, scariche elettrostatiche, ecc..

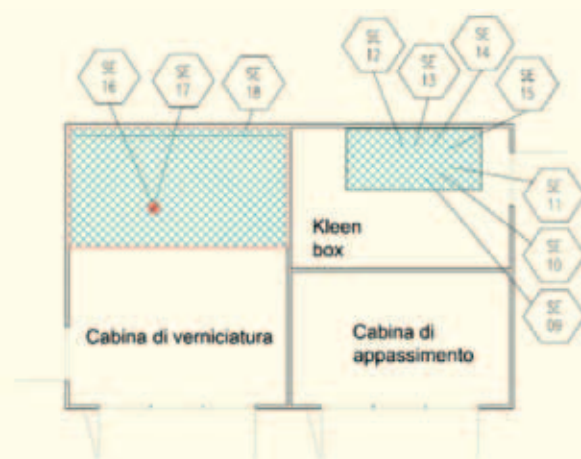


Scelta di un'apparecchiatura elettrica

4.1.1 Informazioni e Dati necessari

Per operare correttamente la scelta delle apparecchiature elettriche, sono necessarie precise informazioni in merito a:

- **documentazione relativa alla classificazione delle aree (zone 0, 20, 1, 21, 2, 22)** redatta secondo la norma IEC/EN 60079-10 (parte 1 per gas e parte 2 per polvere), da cui ricavare tipo ed estensione delle zone, tipo di sostanza che interessa le zone classificate, altre informazioni utili alla progettazione dell'impianto elettrico;
- livello di protezione dell'apparecchiatura;
- classificazione del gas che interessa ogni zona pericolosa individuata, in termini di massima temperatura di accensione (classe di temperatura);
- classificazione del gas che interessa ogni zona pericolosa individuata, in termini di gruppo di appartenenza (IIA, IIB, IIC);
- temperatura di innesco in strato della polvere che origina la zona pericolosa;
- temperatura di innesco in nube della polvere che origina la zona pericolosa;
- classificazione della polvere che interessa ogni zona pericolosa individuata, in termini di gruppo di appartenenza (IIIA, IIIB, IIIC);
- massima e minima temperatura ambiente;
- influenze esterne.



Esempio di classificazione delle aree in una cabina di verniciatura, con indicazione delle Sorgenti di Emissione.

Codice	Descrizione	Ubicazione	Grado/I di emissione	Temperatura T a monte del punto di emissione (°K)	Pressione P a monte del punto di emissione (Pa)	Modalità di emissione	ventilazione			zona pericolosa			
							tipo	grado	disponibilità	tipo	estensione		
											"a"	"b"	"c"
SE16	pistola verniciatura	nella cabina di verniciatura	P	298	701300	G	AG	VM	Buona	Zona 1IIA T1	0,33	-	-
SE17	pistola verniciatura	nella cabina di verniciatura	P	298	701300	G	AG	VM	Buona	Zona 1IIA T1	0,33	-	-
SE18	pezzo verniciato	nella cabina di verniciatura	P	298	101300	PL	AG	VM	Buona	Zona 1IIA T1	2	0,8	-

Esempio di classificazione delle aree in una cabina di verniciatura: tabella relativa alle informazioni sulle zone originate dalle SE, con evidenziata la classificazione del gas/vapore (gruppo e classe di temperatura)

4.1.2 Scelta in relazione alla Zona pericolosa

La scelta in relazione alla zona pericolosa si opera in relazione al livello di protezione richiesto per la zona in esame (EPL), al quale corrisponderà la rispettiva classificazione Atex 94/9/EC dell'apparecchiatura. In funzione della tipologia di apparecchiatura ovvero della sua funzionalità nel sistema impianto, e in funzione dell'EPL, si sceglie il modo di protezione.

Zona	Livello di protezione delle apparecchiature (EPL)	Classificazione ATEX 94/9/EC delle apparecchiature
0	Ga	II 1G
1	Ga o Gb	II 2G
2	Ga o Gb o Gc	II 3G
20	Da	II 1D
21	Da o Db	II 2D
22	Da o Db o Dc	II 3D

Scelta del livello di protezione e marcatura Atex 94/9/EC, in relazione alla zona

4.1.3 Scelta in relazione al gruppo delle apparecchiature Ex

Una volta scelto il livello di protezione dell'apparecchiatura e il relativo modo di protezione, si devono estrapolare dalla classificazione delle aree le informazioni relative alla sostanza che genera la zona pericolosa. In particolare deve essere noto il raggruppamento della sostanza (gas, vapore oppure polvere combustibile) che ha originato la zona pericolosa. Poiché le apparecchiature Ex sono raggruppate allo stesso modo delle sostanze, si deve operare la scelta a qual gruppo deve appartenere l'apparecchiatura di cui abbiamo già scelto EPL e modo di protezione.

Suddivisione del luogo per gas/vapori o polvere (raggruppamento delle sostanze)	Gruppo di apparecchiature consentito
IIA	IIA, IIB o IIC
IIB	IIB o IIC
IIC	IIC
IIIA	IIIA, IIIB o IIIC
IIIB	IIIB o IIIC
IIIC	IIIC

Relazione tra suddivisione gas/vapori o polvere in gruppi e gruppo delle apparecchiature elettriche

Si ricorda che per alcuni modi di protezione, i requisiti dell'apparecchiatura da cui dipende il modo di protezione stesso, non dipendono dal raggruppamento della sostanza che genera l'atmosfera esplosiva.

Se ne riportano alcuni a titolo esemplificativo e non esaustivo:

- **Ex nA ed Ex e:** l'atmosfera gas può entrare nella custodia e venire a contatto con i componenti interni. La protezione è attuata dai componenti stessi in quanto non scintillanti e con temperature superficiali non pericolose. Il raggruppamento del gas (in relazione alla minima energia di innesco e agli interstizi delle costruzioni) non influisce sulla progettazione e prove di tipo;
- **Ex nR:** l'atmosfera gas non entra nella custodia per un tempo limitato, in accordo con la definizione di zona 2. Questa protezione con custodia non è influenzata dal raggruppamento del gas (in relazione alla minima energia di innesco e agli interstizi delle costruzioni) non influisce sulla progettazione e prove di tipo.

4.1.4 Scelta in relazione alla temperatura ambiente

La massima temperatura superficiale che raggiunge una apparecchiatura nel funzionamento normale, in presenza di un primo guasto o in presenza di un guasto raro (a seconda del livello di protezione richiesto), deve essere dichiarata dal costruttore dell'apparecchiatura stessa.

Per mezzo del contrassegno sull'apparecchio, la temperatura massima superficiale viene comunicata mediante la classe di temperatura, se l'atmosfera pericolosa è gas/vapore, oppure mediante un valore espresso in gradi centigradi (°C) se l'atmosfera pericolosa è polvere combustibile.

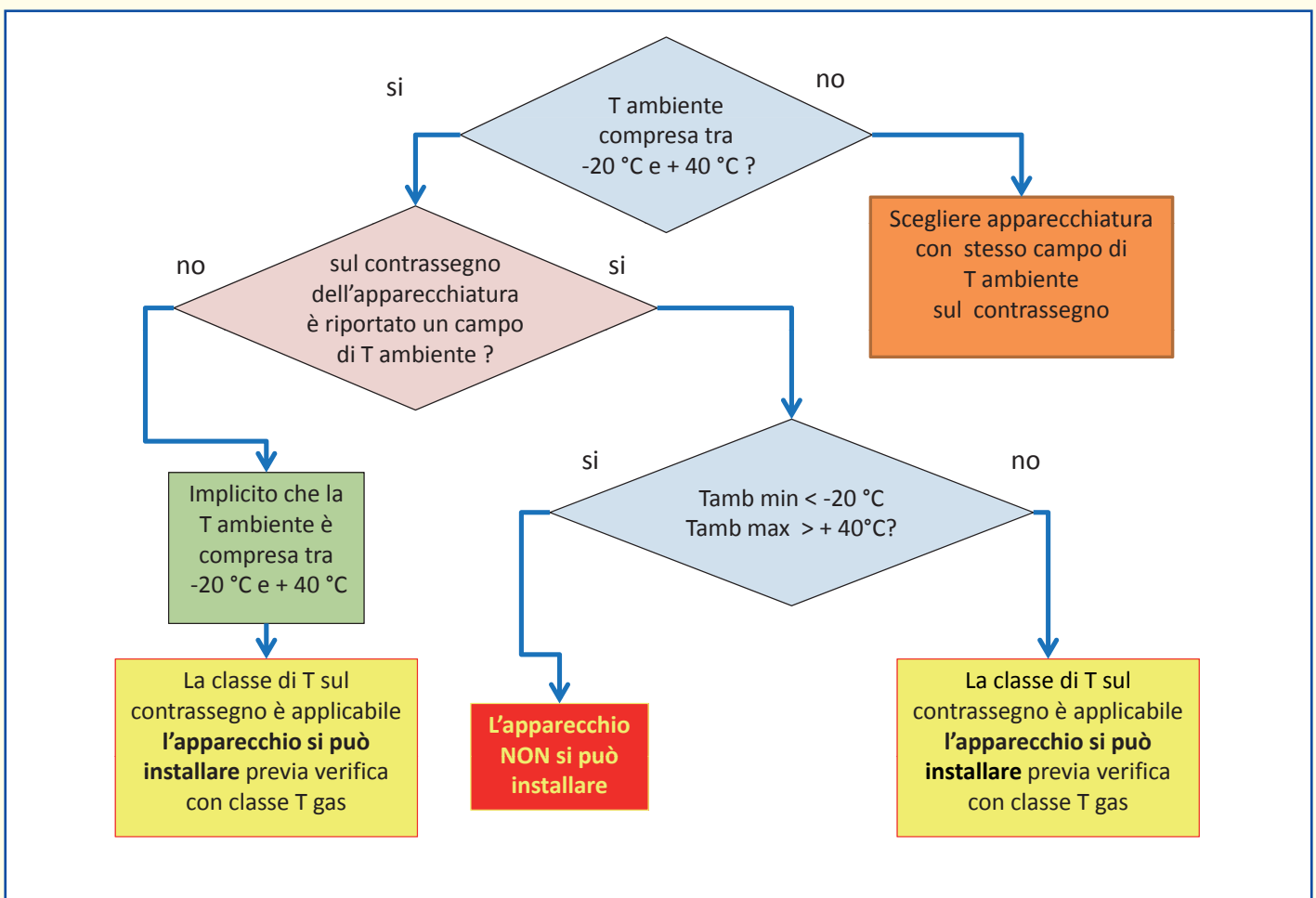
La massima temperatura superficiale dichiarata in marcatura è determinata da prove di laboratorio (prove di tipo) in funzione della temperatura ambientale dichiarata idonea per l'apparecchiatura.

Altre caratteristiche delle costruzioni sono determinate a partire da un certo intervallo di temperatura ambientale, come ad esempio la resistenza termica, la resistenza meccanica all'impatto, ecc. per le custodie.

In generale, sia le prove di tipo della parte generale della norma (IEC/EN 60079-0), sia le prove di tipo dello specifico modo di protezione sono condotte nell'intervallo di temperatura ambientale dichiarato dal costruttore dell'apparecchiatura. Inoltre se la temperatura ambientale è compresa nell'intervallo $-20\text{ °C} \leq T_a \leq +40\text{ °C}$, non è richiesto di riportarlo in marcatura: viene considerato una condizione normale di temperatura ambientale. In caso contrario in marcatura sono riportate la massima e la minima temperatura ambientale.

In conclusione, ogni apparecchiatura è idonea a funzionare in un intervallo di Temperatura Ambientale definito dal costruttore. Il progettista/installatore deve scegliere un'apparecchiatura che abbia livello di protezione, modo di protezione, raggruppamento di gas/vapori o polveri e le proprie caratteristiche di protezione, in accordo alla temperatura ambientale massima e minima dell'ambiente in cui è destinata ad essere installata.

Nell'eseguire l'analisi, si deve tenere in considerazione anche la possibile influenza sulla temperatura da parte di altri fattori (es. temperatura di processo o l'esposizione alla radiazione solare), se del caso anche mediante misure.



Scelta dell'apparecchiatura in relazione alla temperatura ambiente

4.1.5 Scelta in relazione alla temperatura di accensione dei gas

La costruzione elettrica deve essere scelta in modo tale che la massima temperatura superficiale sia inferiore alla temperatura di innesco del gas.

Abbiamo visto che i gas vengono raggruppati in classi di temperatura in funzione della loro temperatura di accensione. Per questo motivo la norma IEC/EN 60079 delle costruzioni Ex, prescrive che il costruttore dell'apparecchiatura, destinata ad atmosfere gas/vapore, assegni all'apparecchiatura stessa una classe di temperatura da T1 a T6 in funzione della massima temperatura superficiale raggiunta nel funzionamento e la riporti sul contrassegno.

Il progettista dell'impianto elettrico sceglie la costruzione elettrica a partire dalla classe di temperatura del gas, in modo che la classe T dell'apparecchio sia inferiore a quella del gas. La classificazione dovrà perciò riportare la tipologia delle sostanze che generano le zone, con le rispettive classi di temperatura a cui appartiene ogni sostanza, al fine di permettere al progettista degli impianti (o a chiunque altro debba interagire con i luoghi classificati) di operare le opportune scelte.

Classe di Temperatura richiesta	Temperatura di accensione di Gas o Vapori [°C]	Classi di temperatura accettabili per le apparecchiature
T1	> 450	T1 ÷ T6
T2	> 300	T2 ÷ T6
T3	> 200	T3 ÷ T6
T4	> 135	T4 ÷ T6
T5	> 100	T5 ÷ T6
T6	> 85	T6

Relazione tra temperatura di accensione di gas o vapori e classe di temperatura dell'apparecchiatura

4.1.6 Scelta in relazione alla temperatura di accensione delle polveri

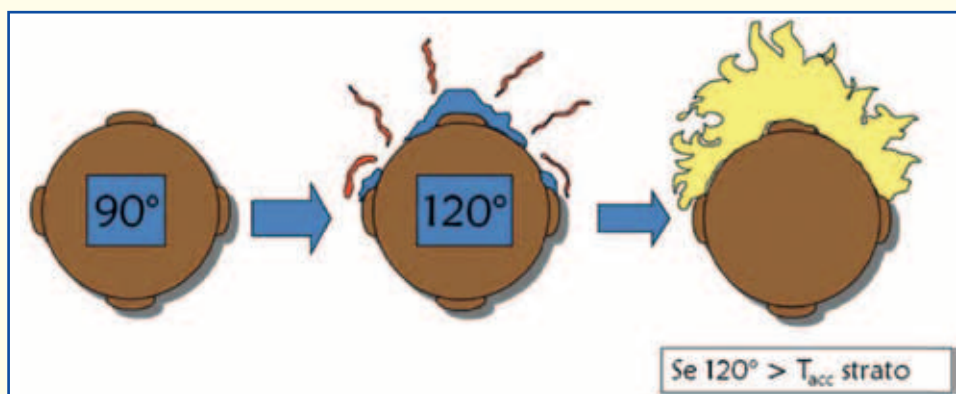
Abbiamo visto che per le polveri vengono definite due temperature di innesco differenti, a seconda che la polvere sia miscelata con aria in nube oppure sia depositata in strato.

Uno strato di polvere che si deposita su un'apparecchiatura, se non rimosso tempestivamente, tende ad accumularsi fino a raggiungere uno spessore da qualche millimetro fino a qualche centinaia di millimetri.

Lo strato di polvere presenta due tipi di pericolo, ovvero può sollevarsi in nube se disturbato (ed assumere la funzione di Sorgente di Emissione) oppure può presentare rischio di incendio.

In quest'ultimo caso, avviene che quando lo spessore dello strato aumenta si hanno due conseguenze:

- 1) Riduzione della temperatura minima di accensione;
- 2) Aumenta l'isolamento termico, con la conseguenza possibile di un aumento delle temperature dell'apparecchiatura anche nel funzionamento normale, fino a registrare temperature massime superficiali superiori a quelle misurate senza lo strato di polvere depositato sulla superficie.



Possibile effetto dell'isolamento termico dovuto ad uno spessore di strato di polvere

La massima temperatura superficiale ammissibile per un'apparecchiatura è determinata dalla deduzione di un margine di sicurezza per la temperatura minima di accensione di una nube della polvere interessata e per la temperatura minima di accensione dello strato.

La temperatura minima di accensione dello strato non può essere un valore univoco, ma dipende dallo spessore dello strato, per quanto detto sopra. Per questo motivo, in letteratura la temperatura di innesco dello strato viene normalmente associata ad uno spessore, in genere uno spessore di strato pari a 5 mm (T5 mm).

Il 30 di settembre del 2012 la norma EN 61241-1 (modo di protezione "tD" per polvere) è cessata la presunzione di conformità per la direttiva Atex 94/9/EC, sostituita dalla norma EN 60079-31 del modo di protezione "t", trattato in questa pubblicazione. Il modo di protezione "t" e la relativa norma, sono stati armonizzati e pubblicati per la prima volta nel 2010.

Una delle differenze tra i modi di protezione "tD" e "t", consiste nel fatto che il primo aveva due metodi differenti per raggiungere il livello di protezione dichiarato per l'apparecchiatura. Il primo metodo, identificato come "metodo A" era sostanzialmente orientato sul conferire alla custodia un grado di protezione IP che impedisse la penetrazione della polvere. Il secondo metodo, identificato come "metodo B", si basava sul dimensionamento dei giunti della custodia affinché le loro caratteristiche costruttive fossero sufficienti ad impedire la penetrazione della polvere. La verifica (prova di tipo) non era condotta in accordo al grado di protezione IP, ma mediante un "duty cycle" (riscaldamento – raffreddamento) da eseguirsi con l'apparecchiatura immersa in una nube di polvere: il raffreddamento crea la depressione necessaria a facilitare l'ingresso della polvere nella custodia.

Nel nuovo modo di protezione "t", i metodi A e B sono riuniti in uno solo riferito alla verifica del grado di protezione IP, contro la penetrazione di polvere nella custodia.

L'edizione più recente della norma impianti IEC/EN 60079-14, contiene ancora riferimenti al modo di protezione "tD" e relativi metodi A e B. Il modo di protezione "t" sarà introdotto nella futura edizione della norma.

Per questa ragione le regole per definire la massima temperatura superficiale ammissibile per una costruzione elettrica, richiedono un confronto delle temperature di accensione dello strato con:

- 5 mm di spessore per il modo di protezione "tD" metodo A e per tutti gli altri modi di protezione per polvere;
- 12,5 mm di spessore per il modo di protezione "tD" metodo B.

Il metodo B della norma EN 61241-1 prevedeva la definizione della massima temperatura superficiale della costruzione, con uno strato di 12,5 mm di polvere sulla custodia.

Per scegliere la costruzione elettrica si deve determinare la massima temperatura ammissibile per la costruzione, determinata come segue per confronto tra le massime temperature superficiali ammissibili per nube e strato, scegliendo quella minore:

limite di temperatura in presenza di nubi di polvere

$$T_{\max} = 2/3 \text{ TCL}$$

Ove T_{CL} è la temperatura di innesco della nube

limite di temperatura in presenza di strati di polvere:

1) Strati di spessore fino a 5 mm e oltre 5 mm fino a 50 mm (per apparecchiature con i modi di protezione "tD" metodo A e tutti gli altri modi di protezione per polvere)

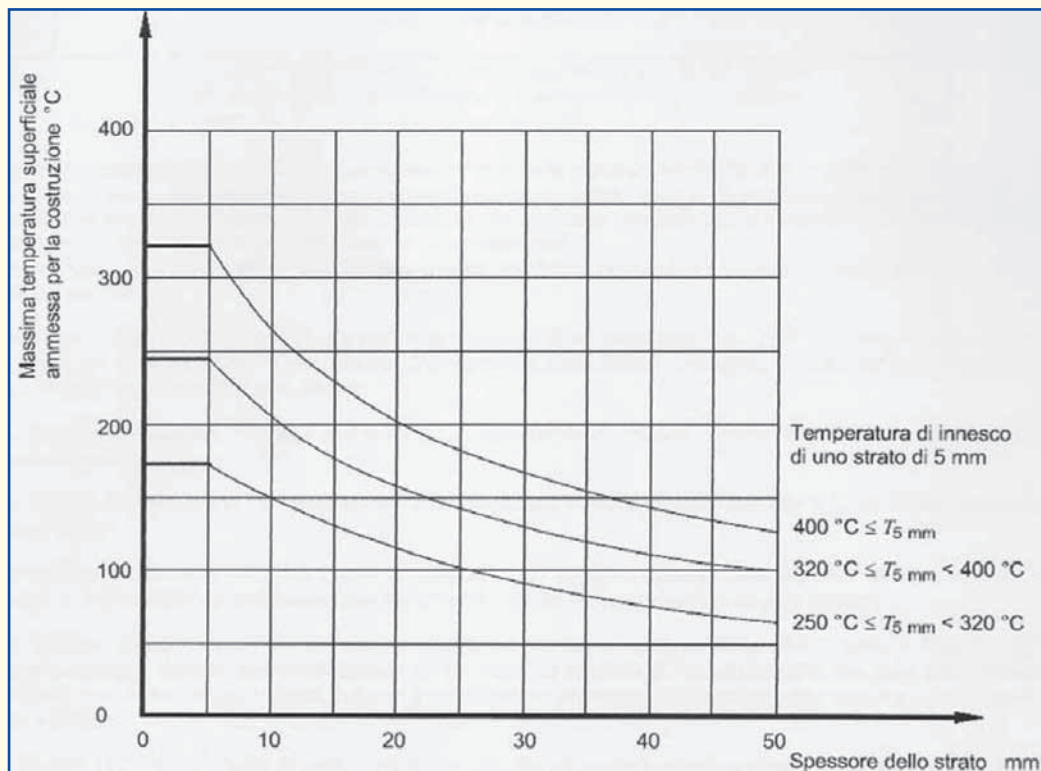
- fino a 5 mm di spessore: $T_{\max} = T_{5\text{ mm}} - 75\text{ °C}$

Ove $T_{5\text{ mm}}$ è la temperatura di innesco di uno strato di polvere di 5 mm

- oltre 5 mm fino a 50 mm di spessore

La temperatura massima superficiale ammessa deve essere ridotta di conseguenza.

La temperatura è ridotta in funzione di un grafico che fornisce la Tmax superficiale ammessa per l'apparecchiatura in funzione dello spessore per varie curve fornite in base alla temperatura di innesco dello strato di 5 mm (a partire da 250 °C fino a 400 °C).



Correlazione tra la massima temperatura superficiale ammessa e lo spessore degli strati di polvere

La norma consiglia comunque la definizione della temperatura minima di accensione dello strato in funzione dello spessore attraverso indagini di laboratorio e definisce il grafico come "linea semi-quantitativa".

2) Strati di polvere di spessore fino a 12,5 mm (solo per apparecchiature con modo di protezione "tD" metodo B)

- $T_{\max} = T_{12,5\text{ mm}} - 25\text{ °C}$

Ove $T_{12,5\text{ mm}}$ è la temperatura di innesco di uno strato di polvere di 12,5 mm

3) Strati di polvere inevitabili: oltre 50 mm per tutti i modi di protezione

La norma IEC/EN 60079-0 prevede che un costruttore possa contrassegnare l'apparecchiatura con la massima temperatura superficiale TL, determinata con la custodia ricoperta da uno strato di polvere di spessore L (mm) ammesso per l'apparecchiatura.

Se l'apparecchiatura è contrassegnata con TL per uno spessore dello strato, la temperatura di accensione della polvere determinata (da indagini di laboratorio) con uno strato di spessore L, deve essere applicata alla formula di cui al punto 1), primo trattino, in sostituzione della temperatura T5 mm. Ovvero, la temperatura superficiale della costruzione elettrica deve essere inferiore della temperatura di innesco di uno strato L di polvere, di almeno 75°C.

La temperatura massima ammissibile per una costruzione con modo di protezione "t" può essere determinata applicando il punto 1 e 2 a seconda che il costruttore dichiari o meno la massima temperatura superficiale per uno strato di polvere di spessore L.

Una volta determinata la temperatura massima ammissibile, come minore delle temperature determinate per nube e strato, si sceglie l'apparecchiatura confrontandola con la temperatura sul contrassegno della costruzione:

La massima temperatura superficiale dell'apparecchiatura indicata sul contrassegno, deve essere minore della minore tra le T_{max} calcolate.

4.2 Influenze esterne

Le influenze esterne possono avere effetti negativi sulle caratteristiche costruttive delle apparecchiature elettriche, da cui dipende il modo di protezione.

Diviene fondamentale, allo scopo di preservare il livello di protezione dell'apparecchiatura durante il servizio, scegliere e installare l'apparecchiatura elettrica in modo tale che le condizioni dell'ambiente di installazione non siano tali da compromettere il modo di protezione.

Si dovranno determinare per esempio le condizioni:

- di pressione;
- chimiche;
- meccaniche (rischio di impatto/caduta);
- di vibrazione;
- termiche;
- di umidità;
- di corrosione.

Le condizioni esterne devono essere identificate in ogni documento che accompagna la vita dell'impianto, dalla progettazione, alla scelta delle apparecchiature e installazione, fino alle verifiche periodiche.

In particolare si deve prestare attenzione alle limitazioni per l'uso dell'apparecchiatura, riportate nelle istruzioni di sicurezza, in relazione alle influenze esterne. Ad esempio se una costruzione riporta la "X" in marcatura per essere certificata con rischio meccanico basso (es. resistenza meccanica a energie di impatto di 4 J al posto di 7 J), è necessario valutare attentamente il rischio meccanico, per evitare impatti che potrebbero generare delle rotture nella custodia dell'apparecchiatura e inficiare il modo di protezione.

INFRASTRUTTURE

Made in Italy per il gas europeo

L'impianto di Rotterdam, il maggiore in Olanda e il sesto al mondo per capacità, è stato realizzato dalla joint-venture Techint E&C Italia-SENER e dal consorzio TSEV. Gate è uno dei più grandi terminali LNG (Liquified Natural Gas) in Europa, con una capacità produttiva iniziale di 12 miliardi di m³/anno e tre serbatoi di stoccaggio da 180.000 m³. Il terminale è in grado di soddisfare il fabbisogno di gas naturale di tutta la popolazione in Olanda e di parte dell'Europa. Il valore totale del progetto è di 800 milioni di euro. Il terminale di Gate è stato anche nominato "Progetto LNG of the Year" dall'European Construction Institute (ECI) e dall'European Gas Conference Awards, premio assegnato dall'organizzazione dell'evento internazionale in collaborazione con il rinomato editore Natural Gas Europe.

L'INVESTIMENTO
800 MILIONI

CAPACITA' IMPIANTO
12 MILIARDI M³

PREMIO
LNG
OF THE YEAR



I tre serbatoi di stoccaggio da 180.000 m³



Metaniera che trasporta il gas naturale liquido al rigassificatore



Nel rigassificatore di Rotterdam sono installate 3.000 cassette Palazzoli

Serie ALUPRES-EX

IL RIGASSIFICATORE DI ROTTERDAM



ALUPRES-EX



I Rischi

Tutte le aree del terminale sono classificate secondo le normative ATEX (principalmente Norma EN60079-10) per garantire un'adeguata selezione degli impianti elettrici e ridurre al minimo la possibilità che eventuali perdite di materiali infiammabili possano essere innescate. L'installazione fronte mare ha consentito di individuare in modo preponderante zone 2 (rischio limitato) e di minimizzare la presenza di zone 1 e zone 0 (rischio maggiore).

Le Soluzioni: serie ALUPRES-EX

Nel rigassificatore di Rotterdam sono installate 3.000 cassette di derivazione ALUPRES-EX. Ogni cassetta è equipaggiata con pressacavi in ottone IP68 "EX e" e morsetti di derivazione "Ex nA" antiallentamento. Ogni contenitore è predisposto per la messa a terra interna ed esterna. I contenitori sono conformi alle norme EN60079-0, EN60079-15, EN61241-1, EN 60529. La qualifica dei contenitori è stata realizzata con la collaborazione del laboratorio indipendente Intek (certificato TÜV). I contenitori sono testati al 100% per garantire il modo di protezione ATEX dichiarato. L'intero impianto è stato certificato dal Bureau Veritas.

"il binomio Techimp Impianti-Palazzoli è stato sicuramente di notevole importanza per la puntuale inaugurazione del rigassificatore, per la risoluzione di problemi tecnici che abbiamo superato durante l'iter dei montaggi nel rispetto del cliente finale per il raggiungimento di un così importante riconoscimento" **Santo Manzone - Techimp Impianti SPA**

GLOSSARIO

Combustibile	Sostanza nella forma di gas, vapori, nebbie oppure polveri.
Combustibilità	La combustibilità di una polvere è l'attitudine a bruciare in strato e viene determinata mediante prove di laboratorio.
Comburente	Agente ossidante, di solito l'ossigeno presente nell'aria.
EPL (Equipment Protection Level)	Livello di protezione delle apparecchiature ATEX.
Esplosibilità	L'esplosibilità di una polvere è la sua capacità di esplodere in nube e viene verificata mediante prove di laboratorio.
ESR (Essential Safety Requirements)	Requisiti Essenziali di Sicurezza che le apparecchiature ATEX devono rispettare per essere utilizzati in atmosfere potenzialmente esplosive.
Flash point	La temperatura più bassa alla quale un liquido genera vapori in quantità tale da poter generare un'esplosione.
Innesco	Qualsiasi evento (scintilla, fiamma, temperatura, ecc..) sorgente di energia.
IT (Ignition Temperature)	Temperatura di accensione, è la temperatura minima di una superficie calda alla quale si può verificare l'innesco.
LEL (Lower Explosion Level)	Concentrazione in aria di gas, o vapore, o polvere, al di sotto della quale l'atmosfera non è esplosiva.
MIE (Minimum Ignition Energy)	Minima energia di innesco: è la quantità di energia minima che può innescare l'atmosfera esplosiva.
SE (Sorgente di Emissione)	Ogni punto dell'impianto da cui può essere emessa la sostanza infiammabile e miscelarsi con aria in condizioni ambientali standard.
Temperatura di accensione	La temperatura di accensione (o autoaccensione) è la temperatura più bassa a cui una miscela combustibile-comburente deve essere portata perché si accenda spontaneamente.
UEL (Upper Explosion Level)	Concentrazione in aria di gas, o vapore, o polvere, al di sopra della quale l'atmosfera non è esplosiva.

Codice Palazzoli	Marchi	Conf. N. pz.	Pagina catalogo
1EX			
101021EX	10-11	12	37
101031EX	10-11	10	37
101041EX	10-11	12	37
101061EX	10-11	12	37
101151EX	10-11	10	37
101161EX	10-11	1	37
101181EX	10-11	12	37
112020EX	10-11	1	39
112030EX	10-11	1	39
112040EX	10-11	1	39
113020EX	10-11	1	39
113030EX	10-11	1	39
113040EX	10-11	1	39
150021EX	10-11	1	23
2EX			
201151EX	10-11	1	39
201152EX	10-11	1	39
201156EX	10-11	1	39
202271EX	10-11	1	37
202275EX	10-11	1	37
202276EX	10-11	1	37
202282EX	10-11	1	37
261021EX	10-11	1	39
261433EX	10-11	1	37
261435EX	10-11	1	37
261445EX	10-11	1	37
272141EX	10-11	1	33
272142EX	10-11	1	33
272143EX	10-11	1	33
272144EX	10-11	1	33
272146EX	10-11	1	33
272147EX	10-11	1	33
272241EX	10-11	1	33
272242EX	10-11	1	33
272243EX	10-11	1	33
272244EX	10-11	1	33
272246EX	10-11	1	33
272247EX	10-11	1	33
272301EX	10-11	1	33
272302EX	10-11	1	33
272303EX	10-11	1	33
272304EX	10-11	1	33
272306EX	10-11	1	33
272307EX	10-11	1	33

Codice Palazzoli	Marchi	Conf. N. pz.	Pagina catalogo
282402EX	10-11	1	33
282403EX	10-11	1	33
282404EX	10-11	1	33
282406EX	10-11	1	33
282407EX	10-11	1	33
292101EX	10-11	1	31
292102EX	10-11	1	31
292103EX	10-11	1	31
292201EX	10-11	1	31
292202EX	10-11	1	31
292203EX	10-11	1	31
292301EX	10-11	1	31
292302EX	10-11	1	31
292303EX	10-11	1	31
292411EX	10-11	1	31
292412EX	10-11	1	31
292413EX	10-11	1	31
4EX			
460226EX	10-11	1	17-18
460236EX	10-11	1	17-18
460246EX	10-11	1	17-18
460336EX	10-11	1	17-18
460346EX	10-11	1	17-18
463124EX	10-11	1	13-14
463126EX	10-11	1	13-14
463129EX	10-11	1	13-14
463134EX	10-11	1	13-14
463136EX	10-11	1	13-14
463137EX	10-11	1	13-14
463139EX	10-11	1	13-14
463144EX	10-11	1	13-14
463146EX	10-11	1	13-14
463147EX	10-11	1	13-14
463149EX	10-11	1	13-14
463336EX	10-11	1	14
463337EX	10-11	1	14
463339EX	10-11	1	14
463346EX	10-11	1	14
464210EX	10-11	1	13-14
464220EX	10-11	1	13-14
464230EX	10-11	1	13-14
464310EX	10-11	1	13-14
464320EX	10-11	1	13-14
464330EX	10-11	1	13-14
464336EX	10-11	1	14

Codice Palazzoli	Marchi	Conf. N. pz.	Pagina catalogo
464339EX	10-11	1	14
464346EX	10-11	1	14
464410EX	10-11	1	13-14
464420EX	10-11	1	13-14
464430EX	10-11	1	13-14
464621EX	10-11	1	13-14
464711EX	10-11	1	13-14
464721EX	10-11	1	13-14
464722EX	10-11	1	13
464731EX	10-11	1	13-14
464732EX	10-11	1	13
464811EX	10-11	1	13-14
464831EX	10-11	1	13-14
464832EX	10-11	1	13
465124EX	10-11	1	17-18
465126EX	10-11	1	17-18
465129EX	10-11	1	17-18
465134EX	10-11	1	17-18
465136EX	10-11	1	17-18
465137EX	10-11	1	17-18
465139EX	10-11	1	17-18
465144EX	10-11	1	17-18
465146EX	10-11	1	17-18
465147EX	10-11	1	17-18
465149EX	10-11	1	17-18
465336EX	10-11	1	18
465337EX	10-11	1	18
465339EX	10-11	1	18
465346EX	10-11	1	18
466126EX	10-11	1	17-18
466136EX	10-11	1	17-18
466146EX	10-11	1	17-18
467126EX	10-11	1	13-14
467136EX	10-11	1	13-14
467146EX	10-11	1	13-14
470226EX	10-11	1	13-14
470236EX	10-11	1	13-14
470246EX	10-11	1	13-14
470336EX	10-11	1	13-14
470346EX	10-11	1	13-14
472246EX	10-11	1	17-18
472256EX	10-11	1	17-18
472336EX	10-11	1	17-18
472346EX	10-11	1	17-18
472347EX	10-11	1	17



Codice Palazzoli	Marchi	Conf. N. pz.	Pagina catalogo
472446EX	10-11	1	17-18
472447EX	10-11	1	17
472456EX	10-11	1	17-18
472457EX	10-11	1	17
472546EX	10-11	1	17-18
472547EX	10-11	1	17
472621EX	10-11	1	13-14
472711EX	10-11	1	13-14
472721EX	10-11	1	13-14
472722EX	10-11	1	13
472731EX	10-11	1	13-14
472732EX	10-11	1	13
472751EX	10-11	1	13-14
472752EX	10-11	1	13
472811EX	10-11	1	13-14
472831EX	10-11	1	13-14
472832EX	10-11	1	13
477203EX	10-11	1	11
477213EX	10-11	1	11
477216EX	10-11	1	11
477223EX	10-11	1	11
477226EX	10-11	1	11
477303EX	10-11	1	11
477306EX	10-11	1	11
477313EX	10-11	1	11
477316EX	10-11	1	11
477317EX	10-11	1	11
477323EX	10-11	1	11
477403EX	10-11	1	11
477413EX	10-11	1	11
477416EX	10-11	1	11
477417EX	10-11	1	11
477423EX	10-11	1	11
477426EX	10-11	1	11
477427EX	10-11	1	11
477513EX	10-11	1	11
477516EX	10-11	1	11
477517EX	10-11	1	11
477523EX	10-11	1	11
5EX			
511910EX	10-11	1	23
511911EX	10-11	1	23
511912EX	10-11	1	23
511913EX	10-11	1	23
511914EX	10-11	1	19

Codice Palazzoli	Marchi	Conf. N. pz.	Pagina catalogo
511917EX	10-11	1	23
511919EX	10-11	1	19
511920EX	10-11	1	23
511921EX	10-11	1	23
511922EX	10-11	1	23
511923EX	10-11	1	23
532005EX	10-11	1	21
532006EX	10-11	1	21
532015EX	10-11	1	21
532016EX	10-11	1	21
532017EX	10-11	1	21
532018EX	10-11	1	21
532035EX	10-11	1	21
532045EX	10-11	1	21
532055EX	10-11	1	21
532116EX	10-11	1	21
532117EX	10-11	1	21
532118EX	10-11	1	21
532200EX	10-11	1	15-21
532201EX	10-11	1	21
532202EX	10-11	1	15-21
532203EX	10-11	1	21
532204EX	10-11	1	15-21
571007EX	10	100	27
571009EX	10	100	27
571011EX	10	100	27
571013EX	10	100	27
571016EX	10	50	27
571021EX	10	50	27
571029EX	10	25	27
571036EX	10	10	27
571042EX	10	5	27
571048EX	10	5	27
571107EX	10	100	27
571109EX	10	100	27
571111EX	10	100	27
571113EX	10	100	27
571116EX	10	50	27
571121EX	10	50	27
571129EX	10	25	27
571136EX	10	10	27
571142EX	10	5	27
571148EX	10	5	27
580232EX	10	1	27
580233EX	10	1	27

Codice Palazzoli	Marchi	Conf. N. pz.	Pagina catalogo
580234EX	10	1	27
580360EX	10	1	29
580361EX	10	1	29
580364EX	10	1	29
580365EX	10	1	29
580394EX	10	1	29
580395EX	10	1	29
580396EX	10	1	29
581012EX	10	50	28
581016EX	10	50	28
581020EX	10	50	28
581025EX	10	20	28
581032EX	10	20	28
581040EX	10	20	28
581050EX	10	10	28
581063EX	10	5	28
581112EX	10	50	28
581116EX	10	50	28
581120EX	10	50	28
581125EX	10	20	28
581132EX	10	20	28
581140EX	10	20	28
581150EX	10	10	28
581163EX	10	5	28
582112EX	10	50	29
582116EX	10	50	29
582120EX	10	50	29
582125EX	10	20	29
582132EX	10	20	29
582140EX	10	20	29
582150EX	10	10	29
582163EX	10	5	29
8EX			
820102EX	10-11	1	43
820111EX	10-11	1	43
820132EX	10-11	1	43
820202EX	10-11	1	43
820211EX	10-11	1	43
820232EX	10-11	1	43
822101EX	10-11	1	43
822102EX	10-11	1	43
822103EX	10-11	1	43
822201EX	10-11	1	43
822202EX	10-11	1	43
822203EX	10-11	1	43

Codice Palazzoli	Marchi	Conf. N. pz.	Pagina catalogo
822211EX	10-11	1	43
822961EX	10-11	1	43
822962EX	10-11	1	43
830072EX	10-11	1	41
831072EX	10-11	1	41
831172EX	10-11	1	41
831272EX	10-11	1	41
9EX			
900253EX	10-11	1	35
900263EX	10-11	1	35
900273EX	10-11	1	35
900453EX	10-11	1	35
900463EX	10-11	1	35
900473EX	10-11	1	35
4			
478126		1	15-19
478136		1	15-19
478146		1	15-19
478206		1	15-19
478246		1	15-19
478306		1	15-19
5			
532700		1	21
532701		1	21
532702		1	21
532703		1	21
532704		1	21
532705		1	21
532714		1	21
532715		1	21
532716		1	21
532717		1	21
532718		1	21
532836		1	19
538410		1	15-21
538421		1	15
538429		1	15
538800		1	15
538802		1	15
538804		1	15
540031		5	19
540061		1	19-23
540063		1	23
540065		1	23
540091		5	19

Codice Palazzoli	Marchi	Conf. N. pz.	Pagina catalogo
540180		1	19-23
540190		1	23
540195		1	23
541050		1	23
541055		1	19-23
571207		50	27
571209		50	27
571211		50	27
571213		50	27
571216		50	27
571221		25	27
571229		20	27
571236		10	27
571242		5	27
571248		5	27
581212		50	28
581216		50	28
581220		50	28
581225		50	28
581232		50	28
581240		20	28
581250		10	28
581263		5	28
582212		50	29
582216		50	29
582220		50	29
582225		25	29
582232		20	29
582240		10	29
582250		10	29
582263		5	29
8			
820000		1	43
820001		1	43
820006		1	43
9			
900449		1	35

Legenda Marchi: 10 =  ATEX 11 =  IECEX

CONDIZIONI GENERALI DI VENDITA E FORNITURA

PALAZZOLI S.p.A.
INDUSTRIA ELETTROTECNICA
25128 BRESCIA - ITALIA - Via F. Palazzoli, 31
telefono +39 030.2015.1 fax +39 030.2015.217
http://www.palazzoli.it
E-mail: palazzoli@palazzoli.it

Palazzoli

Capitale Sociale 5.096.000 €uro i.v.
codice fiscale 04452750484
P.IVA 03316260177
R.E.A. di Brescia n. 356562
Reg. Imprese di Brescia n. 04452750484
cod. meccanografico BS 058237

(Registrate a Brescia il 6 marzo 1956, n. 9907, Mod. 2, Vol. 359, Atti Privati) OFFERTE - PREVENTIVI - PROGETTI

- 1 - Prezzi e condizioni diventano impegnativi soltanto al momento dell'accettazione dell'ordine, da parte nostra, con conferma scritta.
- 2 - Le condizioni e gli altri impegni da noi assunti con l'offerta, valgono solo nel caso che la commissione si estenda a tutto quanto è oggetto dell'offerta stessa.
- 3 - Preventivi, progetti di massima, ecc., allegati all'offerta, sono di nostra esclusiva proprietà e quindi non potranno essere comunicati a terzi senza nostra autorizzazione scritta.
- 4 - Qualunque modifica all'offerta ed alle presenti condizioni generali di fornitura, deve risultare per iscritto ed è limitata a quanto espressamente convenuto.

PESI - DIMENSIONI - DATI TECNICI

- 5 - Preventivi, progetti, disegni e dati tecnici indicati nei cataloghi, listini ed offerte, sono soltanto approssimativi, fino a che non vengano confermati o sostituiti con dati definitivi, integralmente o parzialmente, all'atto della commissione.

PREZZI

- 6 - I prezzi e sconti dei listini ed offerte possono subire variazioni a seconda delle esigenze del mercato od in correlazione a variazioni nel costo delle materie prime o della mano d'opera, senza preavviso di sorta alla Clientela. Essi si intendono franco nostro Stabilimento, le spese di trasporto, dogana, dazi e diritti di qualsiasi genere, sono sempre a carico del Committente, salvo diversa pattuizione scritta.

IMBALLAGGIO E TRASPORTO

- 7 - L'imballaggio non si accetta di ritorno. In nessun caso la nostra Società potrà essere chiamata a rispondere per mancate od irregolari consegne da parte dei vettori, restando esplicitamente inteso che la merce, anche se per speciali accordi è venduta in porto franco oppure consegnata a domicilio del Cliente, viaggia sempre a totale rischio e pericolo dell'Acquirente. Gli eventuali ritorni di merce dovranno essere previamente autorizzati dalla nostra Società e fatti franchi di ogni spesa nei magazzini del nostro Stabilimento.

TERMINI DI CONSEGNA

- 8 - I termini di consegna pattuiti sono indicativi e non impegnativi e sotto la clausola «salvo il venduto» per merce segnalata come pronta; si intendono valevoli solo in condizioni normali di lavoro e di approvigionamenti. In nessun caso e per nessun motivo la nostra Società è tenuta a corrispondere qualsiasi indennizzo per eventuali danni diretti e indiretti dovuti a ritardi di consegna.

PAGAMENTI

- 9 - Le condizioni di pagamento devono risultare da pattuizione scritta o, in difetto, si intendono per contanti netto alla consegna della merce. In caso di ritardati pagamenti, il Cliente si obbliga di corrispondere l'interesse di mora pari al tasso medio interbancario di mercato applicato dagli Istituti finanziari, maggiorato del 4%. Qualora l'acquirente non rispettasse, anche solo in parte, una qualsiasi delle condizioni pattuite per il ritiro della merce o per il regolamento e pagamento delle singole fatture, è facoltà della nostra Società di sospendere immediatamente le ulteriori consegne e di considerarsi libera da qualsiasi impegno contrattuale, fermo restando ogni suo diritto in dipendenza della mancata osservanza del contratto. Salvo esplicito diverso accordo i pagamenti devono essere sempre fatti direttamente alla nostra Società.

RECLAMI

- 10 - Gli eventuali reclami riguardanti le forniture di merci dovranno pervenirci entro 12 giorni dal ricevimento delle merci stesse, dopo di che non saranno più accettati. Ogni reclamo dovrà essere basato su dati di fatto concreti per poter essere preso in considerazione. Noi potremo a nostra scelta riprendere o sostituire quanto il Cliente dimostri difettoso, ma non riconosceremo nessuna spesa fatta per riparazioni o cambiamenti che siano stati effettuati senza nostra autorizzazione. Resta inteso che le eventuali contestazioni su ogni singola spedizione di merce non avranno effetto alcuno sul resto dell'ordine o dell'impegno, né sul pagamento di altra merce già ricevuta e non protestata.

GARANZIE

- 11 - La garanzia che assumiamo per i materiali di nostra costruzione ha una durata di 12 mesi dalla data delle relative fatture e va intesa nel senso che durante tale periodo ci impegnamo a riparare o sostituire gratuitamente nella nostra officina quelle parti o quegli apparecchi che, per difetto di costruzione o di materiale, risultassero inservibili. In ogni caso ci riserviamo di decidere a nostro esclusivo giudizio se sia più conveniente la riparazione o la sostituzione. Escludiamo comunque l'invio di nostro personale per sopralluoghi agli impianti ai quali sono applicati i nostri apparecchi, salvo casi in cui, a nostro esclusivo giudizio, ritenessimo necessario controllare le condizioni di esercizio alle quali i nostri apparecchi sono stati sottoposti.
- 12 - La nostra garanzia naturalmente ha luogo sempreché gli apparecchi siano stati dal Committente posti in opera e trattati a perfetta regola d'arte, non siano stati manomessi o modificati e siano state seguite tutte le norme tecniche contenute nei nostri listini e fogli di istruzione. La garanzia non si estende a quei pezzi che, per la natura del materiale di cui sono composti o per il loro specifico impiego, sono soggetti a consumo prematuro, come pure sono esclusi i guasti derivanti da consumo naturale.
- 13 - Il Committente dovrà dare avviso scritto dei guasti e difetti rilevati con esatta relazione della loro natura e noi provvederemo, nel tempo compatibilmente necessario, alle riparazioni e sostituzioni nelle circostanze e nei termini di cui sopra. Il materiale da riparare o sostituire ci dovrà essere reso in porto franco.
- 14 - La nostra Società, con la riparazione o la sostituzione degli apparecchi o loro parti che fossero risultati difettosi, si intende esonerata da ogni e qualsiasi responsabilità per qualunque titolo, mentre la Committente si ritiene per tale fatto completamente tacitata e rinuncia a qualsiasi richiesta di danni e spese. In determinati casi possiamo consentire al Committente di provvedere alle eventuali riparazioni o sostituzioni, fermo il solo obbligo da parte nostra di rimborsare le spese vive riconosciute indispensabili per la messa in efficienza dei nostri apparecchi.
- 15 - In caso di divergenze di carattere tecnico, le parti si rimetteranno al giudizio di un perito da nominarsi di comune accordo o, in caso di divergenza della nomina, scelto dal Presidente del Tribunale di Brescia.
- 16 - Non riconosceremo alcuna spesa che il Compratore avesse sostenuto, nemmeno nel periodo di garanzia, senza la nostra preventiva autorizzazione scritta.
- 17 - La nostra Società si riserva di impiegare nella fabbricazione dei suoi apparecchi qualsiasi materiale che riterrà più adatto e di apportare quelle modifiche nella forma, nel peso o nelle dimensioni dei suoi prodotti che riterrà opportune.

CONTROVERSE

- 18 - I contratti, anche se stipulati con Società e cittadini esteri o per materiali forniti all'estero, sono regolabili dalla vigente legislazione Italiana. Foro competente è soltanto quello di Brescia anche in deroga agli articoli 31 e seg. Cod. Proc. Civ., esclusa per il Committente la possibilità di adire l'Autorità Giudiziaria di altro luogo anche in via di garanzia o di connessione di causa, ma salvo la facoltà alla Società fornitrice di esperire, in qualità di attrice, un'azione nel luogo di residenza, in Italia o all'estero, del Committente.
- 19 - Le eventuali contestazioni non dispensano il Committente dall'osservare le condizioni di pagamento pattuite e non implicano alcun prolungamento dei termini convenuti.

La Palazzoli si riserva di apportare modifiche e migliorie al prodotto, in qualsiasi momento, senza necessità di preavviso.

I diritti di traduzione, di memorizzazione elettronica, di riproduzione e di adattamento totale o parziale, con qualsiasi mezzo sono riservati per tutti i paesi.
Nessuna responsabilità viene assunta in relazione all'utilizzo dei dati contenuti nel documento.

© Palazzoli S.p.A.
INDUSTRIA ELETTROTECNICA
25128 BRESCIA - ITALIA - Via F. Palazzoli, 31



INSTALLAZIONE



NAVALE



AUTOMAZIONE



A T E X



Palazzoli



Palazzoli S.p.A.

Via F. Palazzoli, 31 - 25128 Brescia - Italy
Tel. +39 030 2015.1 - Fax +39 030 2015.217
www.palazzoli.com - vendite@palazzoli.it

