

Impianti EX

1. Perché nasce il pericolo

Una guida sugli impianti elettrici nei luoghi a rischio esplosione non può che iniziare cercando di definire e chiarire come e perché si può formare una esplosione. Per spiegare ciò, si fa riferimento spesso a quello che viene definito il triangolo della combustione (figura 1).



Figura 1- Il triangolo del fuoco

Da questo si capisce che affinché avvenga un'esplosione occorre la contemporanea presenza di tre elementi:

- **COMBUSTIBILE** : sono definiti per le loro caratteristiche due tipi di combustibili; prima di tutto il gruppo **gas, vapori, nebbie**, poi un secondo gruppo costituito dalle **polveri combustibili (o infiammabili)**.
- **COMBURENTE** : l'**ossigeno** presente nell'aria (nella concentrazione del 21%), o in altre sostanze normalmente allo stato gassoso.
- **INNESCO** : che può essere provocato da due ordini di fattori, **elettrico** (**arco**, ad esempio provocato dall'apertura di contatti, **scintilla**, ad esempio provocata da una scarica elettrostatica, ma anche da un'altra miriade di possibilità anche meccaniche come attriti, saldature, etc.) e **termico** (cioè temperature eccessive provocate o da fiamme o anche ad esempio da resistenze elettriche per riscaldamento).

Oltre alle due categorie di sostanze combustibili citate, esiste una terza categoria, quella delle **sostanze esplosive vere e proprie (es. dinamite, tritolo, nitroglicerina)** sia allo stato di polveri o allo stato liquido o gelatinoso, che contengono insieme combustibile e comburente, e che quindi hanno bisogno solo dell'innesco per provocare un'esplosione. Come vedremo più avanti, per i luoghi in presenza di queste sostanze non esistono ancora norme europee comunitarie di riferimento. Queste sostanze sono definite per l'Italia dal R.D. n. 635 del 6 maggio 1940 e successivi aggiornamenti.

In realtà gli stessi tre elementi, combustibile, comburente e innesco costituiscono la combinazione giusta anche per un incendio. L'unica differenza, in una esplosione, è che l'energia viene liberata in tempi, e anche in spazi, molto limitati.

Assodato come avviene un'esplosione, vediamo quali sono gli strumenti per cercare di evitarla. Normatori e legislatori hanno ingaggiato quasi una gara, soprattutto negli ultimi anni, per fornire agli addetti ai lavori codici di ausilio e supporto nella ricerca della massima sicurezza degli impianti. Il lodevole intento ha però creato una vera e propria giungla tra decreti, direttive, leggi, norme italiane, norme europee, classificazioni extraeuropee, chiarimenti, abrogazioni, aggiustamenti etc. Prendiamo allora in mano un metaforico machete, e iniziamo ad aprirci una strada verso una maggiore chiarezza, tenendo presente che la situazione è in continua evoluzione.

Innanzitutto diciamo che siamo in un momento di transizione in cui nuove norme sono da poco entrate in vigore, altre sono decadute; nuove direttive comunitarie stanno per entrare in vigore e tutto questo aggiunge confusione a confusione.

Cominciamo da una classificazione normativa. I luoghi considerati a possibile rischio vengono suddivisi in base al tipo di combustibile o combustibile-comburente che può provocare l'esplosione, ed ecco allora:

1. I luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di gas, vapori, nebbie
2. I luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di polveri
3. I luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di sostanze esplosive

Un'altra premessa doverosa. Le norme che catalogano questi luoghi sono essenzialmente di due tipi: **norme che si utilizzano per classificare i luoghi**, cioè per decidere se e quali zone dell'impianto sono a rischio esplosione, ed un secondo gruppo di **norme che si occupano di come realizzare gli impianti elettrici in questi luoghi** e come effettuare la verifica e la manutenzione.

2. Normativa

2.1 Norme per i luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di gas, vapori, nebbie

Questi sono i luoghi per i quali la situazione è maggiormente stabile, anche se non ancora chiarissima e definitiva. Fino al 1996 la norma di riferimento erano la CEI 64-2 e la CEI 64-2/A, norme totalmente italiane, poichè non esistevano norme europee su questo argomento. Da allora in poi, a poco a poco tutte le parti della CEI 64-2 e CEI 64-2/A che trattavano di questi luoghi sono state abrogate e sostituite da norme europee adottate dal CEI come norme nazionali. La situazione attuale è quindi la seguente:

Norme da utilizzare per classificare i luoghi (gas)		
EN 60079-10 (CEI 31-30) "Costruzioni elettriche per atmosfere esplosive per presenza di gas - Parte 10: classificazione dei luoghi pericolosi".	GUIDA CEI 31-35 "Costruzioni elettriche per atmosfere potenzialmente esplosive per la presenza di gas - Guida all'applicazione della norma EN 60079-10 (CEI 31-30) - Classificazione dei luoghi pericolosi".	GUIDA CEI 31-35/A "Costruzioni elettriche per atmosfere potenzialmente esplosive per la presenza di gas - Guida all'applicazione della norma EN 60079-10 (CEI 31-30) - Classificazione dei luoghi pericolosi - Esempi di applicazione".

Norme da utilizzare per realizzare e verificare gli impianti (gas)			
EN 60079-14 (CEI 31-33) "Costruzioni elettriche per atmosfere esplosive per presenza di gas - Parte 14: Impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di gas (diversi dalle miniere)".	EN 60079-17 (CEI 31-34) "Costruzioni elettriche per atmosfere esplosive per presenza di gas - Parte 17: Verifica e manutenzione degli impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di gas (diversi dalle miniere)".	GUIDA CEI 31-26 "Guida per la manutenzione delle costruzioni elettriche nei luoghi con pericolo di esplosione di Classe 1 e 3 (diversi dalle miniere)".	GUIDA CEI-ISPESL "Guida per la verifica delle installazioni elettriche in luoghi pericolosi".

2.2 Norme per i luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di polveri

Questi sono luoghi per i quali la situazione da poco si è stabilizzata. Dal 1 luglio 2003 infatti la normativa europea ha sostituito definitivamente quella italiana. La coabitazione forzata tra normativa EN e normativa CEI è terminata. Il CEI ha pubblicato proprio nel 2003 la versione italiana della norma EN 50281-3 classificandola come CEI 31-52. In sintesi ci troviamo attualmente in queste condizioni:

Norme da utilizzare per classificare i luoghi (polveri)
EN 50281-3 (CEI 31-52) "Costruzioni elettriche destinate all'uso in ambienti con presenza di polvere combustibile. - Parte 3: Classificazione dei luoghi dove sono o possono essere presenti polveri combustibili".

Norme da utilizzare per realizzare e verificare gli impianti (polveri)
EN 50281-1-2 (CEI 31-36) "Costruzioni elettriche destinate all'uso in ambienti con presenza di polvere combustibile. Costruzioni elettriche protette da custodie - Scelta, installazione e manutenzione".

2.3 Norme per i luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di sostanze esplosive

Questi sono luoghi per i quali non esiste ancora una normativa comunitaria, e quindi ci si affida ancora completamente a norme italiane. Infatti questi sono i luoghi classificati di classe 0 secondo la CEI 64-2, che in questo caso gode ancora di lunga vita. Ma di che luoghi stiamo parlando? Sono quelli in cui il pericolo di esplosione nasce proprio dalla presenza di sostanze come dinamite, tritolo, etc. che non hanno la necessità del comburente per esplodere, ma solo di un innesco. Possono essere aziende in cui si producono esplosivi, in cui li si trattano, in cui li si immagazzinano.

Norme da utilizzare per classificare i luoghi (esplosivi)

CEI 64-2 "Impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione - Prescrizioni specifiche per la presenza di polveri infiammabili e sostanze esplosive" - cap. IV relativo ai luoghi di classe 0.

Norme da utilizzare per realizzare e verificare gli impianti (esplosivi)

CEI 64-2 "Impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione - Prescrizioni specifiche per la presenza di polveri infiammabili e sostanze esplosive" - cap. VI e XII relativo ai luoghi di classe 0.

Come avrete avuto modo di capire, se avete seguito il breve riassunto che abbiamo appena fatto, sono in atto passaggi e cambiamenti normativi piuttosto considerevoli ed epocali. L'armonizzazione europea ha portato e sta portando con sé una grande quantità di nuove norme che vanno ancora digerite. Il passaggio dai "centri di pericolo" (CEI 64-2) alle "sorgenti di emissione" (CEI EN 60079-10) ci ha portati da una classificazione delle zone pericolose abbastanza rigida, ma più semplice, ad una classificazione sicuramente più elastica, ma anche con un approccio meno dettagliato e quindi affidato in gran parte alla professionalità del progettista. In sostanza con le nuove norme sicuramente è più difficile riuscire a individuare le zone di pericolo, ma una volta fatta, l'individuazione è più precisa.

La norma CEI 64-2, più pratica, più semplice da applicare, e anche più restrittiva, probabilmente non andrà in soffitta così presto, in quanto nessuno vieta di utilizzarla comunque come punto di riferimento, come guida alla progettazione, anche se i riferimenti normativi ufficiali sono diventati altri.

3. Direttive europee

Forse qualche lettore avrà pensato: la normativa è abbastanza corposa, ma con un pò di studio e di esperienza... Beh si tranquillizzi perchè il bello deve ancora venire. Le norme, lo sappiamo, sono indicazioni di carattere tecnico di ausilio alla realizzazione di un certo impianto o lavorazione o misura etc., ma non è certo perseguibile chi dimostra di avere realizzato un impianto sicuro senza aver seguito norme particolari. La stessa cosa non si può dire di chi non segue le leggi: ebbene, nel settore degli impianti a rischio esplosione sono state emanate diverse direttive della comunità europea, che recepite a livello nazionale si traducono in leggi la cui applicazione non è discrezionale, ma ovviamente obbligatoria.

Anche nel settore delle direttive comunitarie esiste un certo caos, che fortunatamente dopo il 1 luglio 2003 ha ridotto un pò la sua portata entropica. Vediamo di chiarire qualcosa.

Iniziamo col dire cos'è una direttiva: è un atto emesso dal Parlamento Europeo, destinato agli Stati dell'Unione Europea. Nella direttiva è indicata la data dopo la quale gli Stati membri sono tenuti ad allineare la propria legislazione ai contenuti della direttiva stessa. Le direttive vengono quindi recepite dai Paesi dell'Unione Europea attraverso leggi nazionali.

Fino al 1985, le direttive indicavano degli obblighi di carattere tecnico ben precisi, che imponevano uno studio approfondito del settore in esame, con tempi di conseguenza lunghissimi riguardo alla loro emanazione (direttive vecchio approccio). Si è allora pensato di dare una svolta, attraverso la risoluzione del 7 maggio 1985, dicendo che da allora in avanti le direttive dovranno fornire solo indicazioni sui "requisiti essenziali di sicurezza" (ESR) che devono possedere prodotti e/o sistemi; questo in termini generali. Il compito di definire in dettaglio le caratteristiche dal punto di vista tecnico viene demandato a norme comunitarie "armonizzate", cioè emesse dal CENELEC (Comitato Europeo per la normalizzazione Elettrotecnica). Queste direttive sono state definite come "nuovo approccio".

Le direttive nate con questa nuova filosofia, sia quelle di prodotto (cioè che si occupano dei requisiti sui prodotti come la ATEX 94/9/CE recepita in Italia col DPR 126/98), sia quelle sociali (cioè che si occupano dei requisiti di sicurezza e igiene sul lavoro come la 89/391/CEE recepita in Italia con i Dlgs 626/94 e 242/96) si caratterizzano per questi elementi:

1. **Ampio campo di applicazione:** La direttiva prescrive degli obiettivi generali, che sono applicabili a varie aree di interesse, ad esempio la nuova direttiva ATEX 94/9/CE di cui parleremo più avanti, si applica a tutti i prodotti destinati ad essere utilizzati in atmosfera potenzialmente esplosiva, non solo a quelli elettrici.
2. **Requisiti essenziali di sicurezza (ESR):** La direttiva impone il rispetto di questi requisiti, attraverso una valutazione dei possibili rischi. La "traduzione" tecnica di questi requisiti viene passata alle norme armonizzate.
3. **Norme armonizzate:** se il settore a cui si riferisce la direttiva è in possesso di norme armonizzate (e quello elettrico sicuramente le ha), allora l'interpretazione degli ESR è compito di queste norme. Se un settore queste norme non le ha o sono carenti, allora il riferimento principale rimangono gli ESR. Nel nostro settore, invece, in cui esistono norme armonizzate che comprendono già i requisiti essenziali di sicurezza richiesti dalle direttive, l'apparecchiatura che viene costruita seguendo queste norme assume la presunzione di conformità agli ESR; in parole povere seguendo la norma armonizzata si applica la direttiva.
4. **Presunzione di conformità:** Come detto sopra, le norme armonizzate (per essere tali, il loro riferimento deve essere pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale delle Comunità Europee), costituiscono "presunzione di conformità" alla direttiva. Questo permette ai costruttori di applicare le norme

appena emesse, poichè non si deve più aspettare che la norma venga "assorbita" nella direttiva (vecchio approccio). Semplificando al massimo, anche seguendo la nuova norma, si applica la direttiva esistente.

5. **Marcatura CE:** La marcatura CE e la corrispondente dichiarazione CE di conformità attesta la conformità del prodotto alle norme armonizzate e quindi ai requisiti essenziali di sicurezza richiesti dalle direttive applicabili. E' l'ultimo passo, la dimostrazione visibile, apposta dal costruttore sul prodotto, che sono state seguite e rispettate tutte le procedure dettate dalle direttive applicabili a quel prodotto. Rappresenta il passaporto per la libera circolazione del prodotto all'interno della Comunità Europea. Ricordiamo che non è un marchio di qualità apposto da un Ente terzo e indipendente, ma è una marcatura a totale responsabilità del costruttore.

Abbiamo capito che cosa sia una direttiva e a cosa serva. Ora dobbiamo vedere quali sono quelle che vengono e verranno applicate per quanto riguarda i luoghi con pericolo di esplosione. Anche qui, come per le normative, ci sono stati cambiamenti molto recenti. Infatti le direttive applicabili fino al 30 giugno 2003, non lo sono più adesso, essendo diventate obbligatorie due nuove direttive, una di prodotto, la 94/92/CE (ATEX), e l'altra riguardante la sicurezza e la salute dei lavoratori, la 99/92/CE. La prima di queste due direttive è stata recepita con un decreto, il DPR 126/98, mentre la seconda è stata recepita attraverso il Dlgs 233/03 e inglobata come titolo VIII bis nella legge 626/94.

Facciamo allora uno schema riassuntivo della situazione, attraverso due tabelle, suddividendo le direttive in due filoni, quelle di prodotto e quelle che riguardano la sicurezza e la salute dei lavoratori. Le direttive di prodotto, a loro volta si suddividono in due gruppi:

- **Gruppo I:** relativo ai prodotti destinati ad essere utilizzati nelle miniere e nei loro impianti in superficie, che potrebbero essere esposti al rischio di grisou e/o polveri combustibili
- **Gruppo II:** relativo ai prodotti destinati ad essere utilizzati in luoghi diversi dalle miniere grisoutose

Direttive di prodotto, relative ai materiali da utilizzarsi in luoghi con pericolo di esplosione			
Direttiva comunitaria	Gruppo di prodotto	Legge di recepimento	Contenuto
76/117/CEE (vecchio approccio)	II	DPR 727/1982	<ul style="list-style-type: none"> • permette la libera circolazione dei materiali antideflagranti a patto che abbiano un certificato di conformità (a specifiche norme) e un certificato di controllo (da parte del CESI) • introduce l'uso del marchio distintivo comunitario
79/196/CEE (vecchio approccio)	II	DPR 675/1982	<ul style="list-style-type: none"> • indica le norme CENELEC armonizzate di riferimento • introduce le modalità di protezione o, p, q, d, e, i • introduce il simbolo del marchio distintivo comunitario 
82/130/CEE (vecchio approccio) e successivi aggiornamenti: 88/35/CEE 91/269/CEE 94/44/CEE	I	Legge 150/1989 DM 228/1991 DM 587/1994 DM 01/07/1997	<ul style="list-style-type: none"> • permette la libera circolazione dei materiali antideflagranti a patto che abbiano un certificato di conformità detto di generazione A e un certificato di controllo (da parte del CESI) • introduce il simbolo del marchio distintivo comunitario 
84/47/CEE (vecchio approccio)	II	DM 5/10/1984	<ul style="list-style-type: none"> • introduce il certificato di conformità di generazione B • introduce le varianti del CENELEC nelle norme armonizzate
88/571/CEE (vecchio approccio)	II	DM 1/03/1989	<ul style="list-style-type: none"> • introduce il certificato di conformità di generazione C • introduce le varianti del CENELEC nelle norme armonizzate
90/487/CEE 94/26/CE (vecchio approccio)	II	DM 11/11/1994	<ul style="list-style-type: none"> • introduce la modalità di protezione m e a sicurezza intrinseca • introduce il certificato di conformità di generazione D
97/53/CE (vecchio approccio)	II	DM 6/08/1998	<ul style="list-style-type: none"> • <u>dispone che i prodotti con le modalità di protezione o, p, q, d, e, i, m, e sicurezza intrinseca conformi alle norme del vecchio approccio possano essere messi in vendita ed utilizzati negli impianti fino al 30 giugno 2003</u>

94/9/CE (ATEX) (nuovo approccio)	I, II	DPR 126/1998	<ul style="list-style-type: none"> regola le modalità di produzione e commercializzazione dei prodotti  introduce la marcatura obbligatoria CE, oltre a quella  è applicabile già da alcuni anni, ma è diventata obbligatoria dal 1 luglio 2003
--	-------	--------------	--

Tabella 3.1 - direttive di prodotto

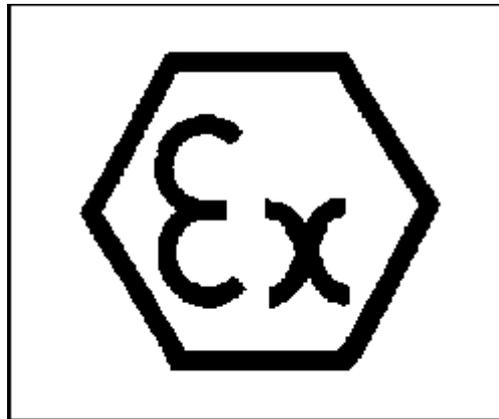


Figura 2 - Marchio distintivo comunitario

Direttive sociali, relative alla tutela della sicurezza e della salute dei lavoratori nei luoghi con pericolo di esplosione		
Direttiva comunitaria	Legge di recepimento	Contenuto
89/391/CEE 89/654/CEE 89/655/CEE 89/656/CEE 90/269/CEE 90/270/CEE 90/394/CEE 90/679/CEE (nuovo approccio)	DLgs 626/1994 DLgs 242/1996	<ul style="list-style-type: none"> disciplina le modalità con le quali garantire la sicurezza e la salute dei lavoratori imponendo una valutazione dei rischi in ogni ambiente di lavoro
99/92/CE (nuovo approccio)	Dlgs 233/03	<ul style="list-style-type: none"> stabilisce le prescrizioni minime per la sicurezza e salute dei lavoratori esposti al rischio di atmosfere esplosive si applica ai luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di gas, vapore, nebbie o polveri non si applica alle miniere prevede una valutazione dei rischi di esplosione è obbligatorio adeguarsi a questa direttiva a partire dal 1 luglio 2003

Tabella 3.2 - direttive sociali

E' ora di dare un'occhiata più in dettaglio alle due nuove direttive che sono diventate operative a tutti gli effetti a partire dal 1° luglio 2003, le quali modificheranno nei prossimi anni lo scenario degli impianti nei luoghi a rischio esplosione. Stiamo parlando della direttiva di prodotto 94/9/CE, nota come direttiva ATEX, che va a sostituire tutte le precedenti direttive, e della direttiva sociale 99/92/CE, che introduce invece qualcosa di nuovo, cioè un'analisi dei rischi specifica per le atmosfere potenzialmente esplosive con la relativa stesura di un documento sulla protezione dei lavoratori contro le esplosioni.

3.1 Direttiva 94/9/CE "ATEX"

Come abbiamo detto la direttiva ATEX è una direttiva di prodotto, cioè che riguarda il come devono essere costruiti gli apparecchi destinati ad essere utilizzati in atmosfere potenzialmente esplosive; e attenzione che non si riferisce solo agli apparecchi elettrici, ma anche al materiale non elettrico, in quanto la direttiva riguarda i rischi di esplosione di qualsiasi natura, non solo elettrica. Questa direttiva è stata da tempo recepita in Italia con un decreto, il DPR 126/98, ed è in regime di applicazione facoltativa già dal 1° marzo 1996. Ma come spesso succede quando si ha la facoltà e non l'obbligo di fare qualcosa, la facoltà rimane tale e l'obbligo slitta. Il termine dello slittamento è però ormai scaduto il 1° luglio 2003. Da tale data infatti ogni impianto antideflagrante deve essere realizzato con materiali che rispondono a questa direttiva.

A quali prodotti si deve applicare questa direttiva ? Ovunque, tranne che per ..

- apparecchiature utilizzate nei locali medici
- apparecchi a gas in ambiente domestico
- apparecchi nei luoghi con presenza di sostanze esplosive
- dispositivi di protezione individuale
- mezzi di trasporto terrestre, marittimo, fluviale ed aereo (a parte i veicoli che possono provocare atmosfere esplosive in fase di carico e scarico o che vengono utilizzati in atmosfere esplosive)

I più attenti fra di voi avranno notato che in questo elenco mancano le miniere. Infatti la direttiva si applica sia ai prodotti chiamati di **gruppo I (per miniere grisoutose)**, che ai prodotti chiamati di **gruppo II (luoghi diversi dalle miniere)**. Anche questa è una novità: in precedenza le direttive per le miniere e i luoghi in superficie erano differenti.

I gruppi a loro volta sono suddivisi in categorie a seconda del livello di protezione assicurato, cioè in funzione della pericolosità della zona di installazione. Quindi, ad esempio, prodotti adatti ad essere installati in zona 2 che non sono adatti per le zone 1 e 0, considerate maggiormente pericolose. Questa suddivisione in zone dell'ambiente è inserita nell'altra nuova direttiva, la 99/92/CE (di cui parleremo nel prossimo paragrafo) e nella norma EN 60079-10 (CEI 31-30). Per ogni categoria di prodotto, vengono riportate in dettaglio quali sono le procedure da seguire per la valutazione della conformità alla direttiva ATEX. La certificazione di un prototipo da parte di un Organismo notificato (in Italia è il CESI - Centro Elettrotecnico Sperimentale Italiano) viene prevista per le apparecchiature destinate ad essere utilizzate nelle zone 0 e 1. La direttiva prevede inoltre l'istituzione di un sistema di qualità aziendale (ma quasi tutte le aziende che operano in questo settore già lo prevedono) per favorire un controllo sulla produzione, per fare in modo che un prodotto certificato col prototipo, non venga sottoposto con la produzione in serie a modifiche sostanziali. Se così fosse infatti, non avremmo più concordanza fra il prodotto certificato e il prodotto reale. Vediamo in maniera schematica la suddivisione in gruppi-categorie prevista dalla direttiva.

Classificazione delle apparecchiature in base alla direttiva ATEX				
Gruppo	Categoria	Livello di protezione	Dove si usano	Quali mezzi di protezione hanno
I	M1	molto elevato	Miniere e loro impianti in superficie esposti al rischio di sprigionamento di grisou e/o polveri combustibili	Gli apparecchi devono rimanere operativi in atmosfera esplosiva, anche in caso di guasto eccezionale e sono dotati di mezzi di protezione tali che: - in caso di un solo guasto di un mezzo di protezione, un secondo mezzo deve garantire il livello di protezione richiesto - se si verificano due guasti indipendenti uno dall'altro, deve essere garantito il livello di sicurezza.
	M2	elevato		In presenza di atmosfere esplosive, l'alimentazione di questi apparecchi deve poter essere interrotta. I mezzi di protezione usati garantiscono il livello di protezione richiesto, in condizioni di funzionamento normale o sotto vibrazioni e sollecitazioni, ma non in caso di guasto.
II	1G	molto elevato	Luoghi in cui si rileva, spesso o per lunghi periodi, un'atmosfera esplosiva per la presenza di gas, vapori o nebbie G=Gas Zona 0 (e quindi anche adatti a zone 1 e 2)	Sono dotati di mezzi di protezione tali che: - in caso di un solo guasto di un mezzo di protezione, un secondo mezzo deve garantire il livello di protezione richiesto - se si verificano due guasti indipendenti uno dall'altro, deve essere garantito il livello di sicurezza.
II	2G	elevato	Luoghi in cui vi è probabilità che si manifesti un'atmosfera esplosiva per la presenza di gas, vapori o nebbie G=Gas Zona 1 (e quindi adatti anche a zona 2)	I mezzi di protezione di questi apparecchi garantiscono il livello di protezione richiesto, anche in presenza di anomalie ricorrenti o difetti di funzionamento.
II	3G	normale	Luoghi in cui vi sono scarse probabilità che si manifesti , e comunque per breve tempo, un'atmosfera esplosiva per la presenza di gas, vapori o nebbie G=Gas Zona 2 solamente	I mezzi di protezione di questi apparecchi garantiscono il livello di protezione richiesto solo in condizioni di funzionamento normale.
II	1D	molto elevato	Luoghi in cui si rileva, spesso o per lunghi periodi, un'atmosfera esplosiva per la presenza di polveri combustibili D=dust=polvere Zona 20 (e quindi anche adatti a zone 21 e 22)	Sono dotati di mezzi di protezione tali che: - in caso di un solo guasto di un mezzo di protezione, un secondo mezzo deve garantire il livello di protezione richiesto - se si verificano due guasti indipendenti uno dall'altro, deve essere garantito il livello di sicurezza.
II	2D	elevato	Luoghi in cui vi è probabilità che si manifesti un'atmosfera esplosiva per la presenza di polveri combustibili D=dust=polvere Zona 21 (e quindi adatti anche a zona 22)	I mezzi di protezione di questi apparecchi garantiscono il livello di protezione richiesto, anche in presenza di anomalie ricorrenti o difetti di funzionamento.
II	3D	normale	Luoghi in cui vi sono scarse probabilità che si manifesti , e comunque per breve tempo, un'atmosfera esplosiva per la presenza di polveri combustibili D=dust=polvere Zona 22 solamente	I mezzi di protezione di questi apparecchi garantiscono il livello di protezione richiesto solo in condizioni di funzionamento normale.

Tabella 3.3 - Classificazione in gruppi e categorie dei prodotti secondo direttiva 94/92/CE

3.2 Marcatura sulla targhetta del prodotto

Abbiamo detto che dal 1° luglio 2003 tutti i prodotti destinati ad essere utilizzati in atmosfera esplosiva devono rispondere alla direttiva ATEX; ma come facciamo a riconoscere se un prodotto è conforme alla direttiva? Attraverso una identificazione precisa da apporre sulla targhetta del prodotto: la cosiddetta **marcatura CE.**, la quale prevede che su ogni apparecchio e sistema di protezione debbano figurare in modo leggibile e indelebile almeno le seguenti indicazioni:

- Nome e indirizzo del fabbricante
- Marcatura CE
- Designazione della serie o del tipo (del prodotto)
- Numero di serie (se esiste)
- Anno di costruzione
- Marcatura specifica di protezione dalle esplosioni , seguita dal simbolo del gruppo di apparecchi e della categoria (vedi tabella 3.3)
- Per il gruppo II, la lettera G (relativa alle atmosfere esplosive dovute alla presenza di gas, vapori o nebbie e/o la lettera D (relativa alle atmosfere esplosive dovute alla presenza di polveri)
- Ogni altra informazione indispensabile all'impiego in condizioni di sicurezza

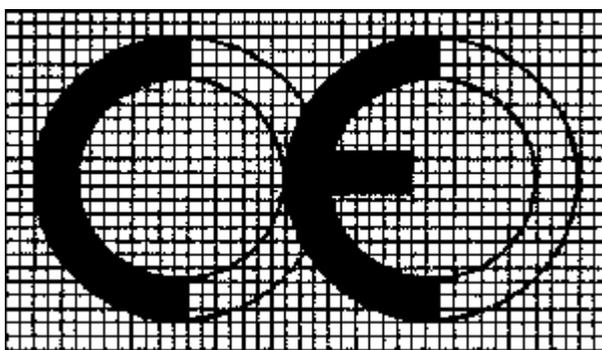


Figura 3 - Marcatura CE - in caso di riduzione o ingrandimento devono essere rispettate queste proporzioni

Ma la targhetta del prodotto deve contenere anche le indicazioni previste dalla norma armonizzata EN 50014 (CEI 31-8) per la **marcatura Ex.** Questa marcatura prevede la scrittura sulla targa delle informazioni che seguono, alcune delle quali sono la replica di quelle previste dalla marcatura CE:

- Nome del produttore o marchio di fabbrica
- Codice del prodotto
- Marchio comunitario 
- La sigla EEx (significa prodotto rispondente a una norma europea CENELEC) seguita da:
 - il modo o i modi di protezione utilizzati (ad esempio, 'p' oppure 'm', oppure 'de', etc.)
 - simbolo del gruppo di appartenenza degli apparecchi (vedi tabella 3.3)
 - simboli dei sottogruppi dei gas (II A = Propano, II B = Etilene, II C = Idrogeno)
 - la classe di temperatura (T1 = 450 °C, T2 = 300 °C, T3 = 200 °C, T4 = 135 °C, T5 = 100 °C, T6 = 85 °C)
 - numero di fabbricazione
 - nome del laboratorio di prova ed estremi (numero) del certificato di conformità
 - eventuali simboli aggiuntivi al numero di certificato (X = condizioni speciali di utilizzo, U = componente privo di funzione autonoma)
 - dati di targa classici, previsti per quella apparecchiatura, tipo tensione, corrente, grado di protezione involucro, etc.

La targhetta (o l'incisione) sul prodotto risulterà quindi un mix tra quello previsto dalla direttiva ATEX e quello previsto dalle norme armonizzate. Il risultato sarà qualcosa del genere:

ESPLO-ITALIA SRL - VIA DEI TUBI, 14 32234 - MILANO - ITALY		
armatura illuminante serie AZ2B		S.N. 2234 2003 CE 0722
	II 2 G EEx ed IIC T5	CESI 99 ATEX 061 IP 65
V 230	Hz 50	- 20 °C + 50 °C

Figura 4 - Esempio di marcatura secondo direttiva ATEX e norme armonizzate

Analizziamo allora il significato della targhetta di figura 4.

ESPLO-ITALIA: Nome della ditta costruttrice, indirizzo e nazione.

armatura illuminante serie AZ2B: identificativo della serie del prodotto.

S.N. 2234: numero di serie del prodotto.

2003: anno di costruzione.

CE 0722: marcatura CE seguita dal codice di identificazione dell'Organismo notificato che ha effettuato le prove di tipo sul prodotto ed emesso il certificato di conformità alla direttiva e che ha la responsabilità della sorveglianza - il codice 0722 è quello assegnato al CESI, l'Organismo Italiano; in base ad accordi presi fra le varie nazioni della comunità, un prodotto può essere certificato anche da un Organismo di un'altra nazione. Quindi, ad esempio capita di trovare prodotti italiani marcati CE 0080 (codice di INERIS, l'Organismo francese, o magari CE 0492, l'Organismo belga).

Ex II 2 G: marcatura Ex, seguita dai codici previsti dalla direttiva ATEX: simbolo del gruppo di prodotto (II = prodotto adatto ad essere utilizzato in luoghi diversi dalle miniere), simbolo della categoria di prodotto (2 G = prodotto per luoghi in cui vi è probabilità che si manifesti un'atmosfera esplosiva per la presenza di gas, vapori o nebbie adatto ad essere usato in Zona 1).

EEx ed II C: marcatura secondo le [norme armonizzate](#). EEx significa che il prodotto risponde ad una norma europea CENELEC; 'ed' è il codice del modo di protezione usato che in questo caso significa a prova d'esplosione(d) e a sicurezza aumentata (e); 'II C' è il sottogruppo di appartenenza dell'apparecchiatura in base al tipo di gas, che in questo caso corrisponde all'idrogeno.

T5: la classe di temperatura del prodotto, in questo caso 100 °C. E' bene ricordare che la classe di temperatura corrisponde alla massima temperatura superficiale dell'apparecchiatura, la quale, per evitare esplosioni dovute ad un innesco per temperature eccessive, deve essere sempre minore della temperatura di accensione del gas (per l'idrogeno 560 °C). Ribadiamo inoltre un concetto che forse non è chiarissimo: essendo abituati alla logica degli impianti elettrici, tendiamo a pensare che un prodotto marcato T2 (300 °C) sia migliore di un prodotto ad esempio T5 (100 °C), perchè crediamo che la temperatura indichi la massima sopportabilità termica dell'apparecchio. In realtà è esattamente il contrario, perchè con la classe di temperatura, in questo caso viene indicata la temperatura di lavoro effettiva massima che si può avere sulla superficie di quell'apparecchio. E' evidente allora che a temperature minori corrispondano rischi minori di innesco. In conclusione un apparecchio marcato T5 è migliore di uno stesso apparecchio marcato T4, o T3, o T2, o T1.

CESI 99 ATEX 061: estremi del certificato. In ordine: Organismo notificato (CESI), anno di emissione del certificato (99), direttiva seguita (ATEX), numero del certificato (061).

IP 65: grado di protezione dell'apparecchio nei confronti della penetrazione di corpi solidi e liquidi.

V 230 Hz 50: caratteristiche elettriche dell'apparecchio.

- 20 °C + 50 °C: campo di variazione della temperatura ambiente.

3.3 Dichiarazione di conformità alla direttiva ATEX

Anche nel settore dell'emissione di certificati, dichiarazioni, esami di tipo, che devono accompagnare i prodotti siamo di fronte ad un periodo di transizione da vecchie a nuove regole, il che, come sempre, comporta disagi e idee poco chiare. Si passa da una procedura di valutazione della conformità ad un'altra. Quando una procedura non è ancora consolidata occorre tempo perchè questa entri nel modo comune di fare. Cerchiamo dunque di contrarre questi tempi, spiegando il più semplicemente possibile quali certificati devono accompagnare i prodotti da usare nei luoghi a pericolo di esplosione, se vogliamo seguire la direttiva.

Dal 1° luglio 2003, come più volte detto data in cui è diventata obbligatoria l'applicazione della direttiva ATEX, il certificato attuale di conformità a norme tecniche, dovrà essere sostituito da un **certificato di esame CE di tipo da parte di un organismo notificato** (come il CESI), che diventa il primo passo per l'apposizione della marcatura CE e conseguente emissione della dichiarazione CE di conformità alla direttiva ATEX (94/9/CE).

Ovviamente esistono procedure diverse a seconda del tipo di apparecchio, cioè a seconda del gruppo e della categoria di appartenenza.

Specifichiamo, a scanso di equivoci, che la dichiarazione CE di conformità deve essere redatta dal costruttore dell'apparecchiatura e non dall'Organismo notificato. L'Organismo si limita, in termini generali, ad effettuare delle prove sull'apparecchiatura ed a rilasciare, in caso di esito positivo, un'attestato.



EC-TYPE EXAMINATION CERTIFICATE

- (1) Component intended for use with equipment or protective system intended for use in potentially explosive atmospheres
 Directive 94/9/EC
- (2) EC Type Examination Certificate number:
CESI 06 ATEX 048 U
- (4) Component: Flexible conductors series SP..
- (5) Manufacturer: R.L. FIT S.p.A.
- (6) Address: Via Aquilone 4, VIGEVANO (Cremona - Italy)
- (7) This component and any acceptable variation therein is specified in the schedule to this certificate and the documents therein referred to.
- (8) CESI, notified body n° 01222 in accordance with Article 9 of the Council Directive 94/9/EC of 23 March 1994, certifies that this component has been found to comply with the Essential Health and Safety Requirements relating to the design and construction of components intended for use in potentially explosive atmospheres given in Annex II to the Directive.
 The examination and test results are recorded in confidential report n° EX-A0030738.
- (9) Compliance with the Essential Health and Safety Requirements has been assured by compliance with:
 EN 50014: 1997 - A1, A2 EN 50015: 1994
- (10) The sign "U" placed after the certificate number indicates that this certificate must not be mistaken for a certificate intended for an equipment or protective system. This partial certification may be used as a basis for manufacturing of an equipment or protective system.
- (11) This EC-TYPE EXAMINATION CERTIFICATE relates only to the design and construction of the specified component. If applicable, further requirements of this Directive apply to the manufacture and supply of the component.
- (12) The marking of the component shall include the following:

U 2 U CESI d LMS or U 2 U CESI d EC

This certificate may only be reproduced in its entirety and without any change, schedule included.

date October 10th, 2000 - translation based on October 10th, 2000

prepared CESI - M. Balzi

CESI
 CENTRO CERTIFICAZIONI ACCREDITATE ITALIANO
 Accertamenti e Certificazioni

approved CESI - G. Colombo

page 1/3

CESI Centro Certificazioni Accertamenti e Certificazioni Via S. Francesco 54 21100 Vigevano (Cremona) Telefono 0362/25481 Fax 0362/25482 telefax 0362/25483	Capitale sociale 10 milioni Iscritta al Registro Imprese (Cod. di Commercio n. 036222) Registro delle Imprese di Vigevano n. 04887	Sistema Ordine Tribunale Vigevano P.I. 03620020368 C.F. 03620020368
--	--	--

Figura 5 - Esempio di certificato di esame di tipo rilasciato dal CESI

Sintetizziamo in una tabella, quelle che sono le procedure di valutazione della conformità come previste dalla direttiva 94/9/CE e dal DPR 126/98 che l' ha recepita (gli allegati a cui fa riferimento la tabella sono quelli del DPR 126/98).

Procedure di valutazione della conformità dei prodotti alla direttiva 94/9/CE (ATEX)	
Apparecchiatura appartenente a	Procedura da seguire
<p>Gruppo I Categoria M1 Gruppo II Categorie 1G e 1D</p>	<p>1) Far eseguire un esame CE di tipo, con rilascio di attestato di esame CE da parte di un organismo notificato (allegato III). 2a) Il fabbricante utilizza un sistema di qualità della produzione e lo sottopone alla valutazione da parte di un organismo notificato (allegato IV). OPPURE 2b) Il fabbricante garantisce la rispondenza di ogni singola apparecchiatura al prototipo. Un organismo notificato effettua prove per accertare la conformità al prototipo e rilascia un attestato di conformità (allegato V). OPPURE 2c) Nel caso di un unico prodotto, il fabbricante sottopone l'apparecchiatura all'esame di un organismo notificato, il quale esegue prove per accertare la rispondenza alla direttiva. L'organismo notificato rilascia un attestato di conformità (allegato IX). 3) Il costruttore redige la dichiarazione di conformità e appone la marcatura CE sul prodotto.</p>
<p>Gruppo I Categoria M2 Gruppo II Categorie 2G e 2D</p>	<p>1) Far eseguire un esame CE di tipo, con rilascio di attestato di esame CE da parte di un organismo notificato (allegato III). 2a) Il fabbricante utilizza un sistema di garanzia della qualità dei prodotti, che sia approvato da parte di un organismo notificato (allegato VII). OPPURE 2b) Il fabbricante garantisce la rispondenza della produzione al prototipo. Lo stesso produttore effettua prove per accertare la conformità al prototipo sotto la sorveglianza di un organismo notificato (allegato VI). OPPURE 2c) Nel caso di un unico prodotto, il fabbricante sottopone l'apparecchiatura all'esame di un organismo notificato, il quale esegue prove per accertare la rispondenza alla direttiva. L'organismo notificato rilascia un attestato di conformità (allegato IX). 3) Il costruttore redige la dichiarazione di conformità e appone la marcatura CE sul prodotto.</p>
<p>Gruppo II Categorie 3G e 3D</p>	<p>1a) Il fabbricante mette in atto un controllo interno sull'apparecchiatura, e garantisce che il processo di produzione risponde a quanto richiesto dalla direttiva (allegato VIII). OPPURE 1b) Nel caso di un unico prodotto, il fabbricante sottopone l'apparecchiatura all'esame di un organismo notificato, il quale esegue prove per accertare la rispondenza alla direttiva. L'organismo notificato rilascia un attestato di conformità (allegato IX). 2) Il costruttore redige la dichiarazione di conformità e appone la marcatura CE sul prodotto.</p>

Tabella 3.4 - Come arrivare a redigere la dichiarazione di conformità

Il produttore deve quindi redigere una dichiarazione di conformità in ogni caso, sia che sia previsto un certificato di esame CE di tipo da parte di un organismo notificato (primi due casi della tabella), sia che non sia previsto (ultimo caso della tabella). Questa dichiarazione deve contenere:

- Marchio identificativo ed indirizzo del fabbricante o del suo mandatario
- Descrizione dell'apparecchio
- Nome, indirizzo e numero di identificazione dell'organismo notificato e del numero dell'attestato CE di tipo rilasciato
- Riferimento alle norme armonizzate di riferimento
- Eventuali riferimenti a norme, specifiche tecniche, od altre direttive applicate

In conclusione, si può dire che i prodotti destinati ad essere installati nelle zone maggiormente pericolose (zone 0 e 1 per i luoghi pericolosi per il gas, e zone 20 e 21 per i luoghi pericolosi per le polveri) hanno bisogno di questo esame di tipo effettuato su un prototipo, da parte di un organismo notificato, mentre per i prodotti destinati alle zone meno pericolose (zone 2 e 22 rispettivamente per gas e polveri) ci si affida ad un controllo di fabbricazione interno.

3.2 Direttiva 99/92/CE

Dopo aver analizzato le conseguenze che porterà l'entrata in vigore della direttiva ATEX, andiamo a scoprire cosa dice l'altra direttiva che è **diventata obbligatoria a partire dal 1° luglio 2003**. Ricordiamo che, mentre la direttiva 94/9/CE (ATEX) è una direttiva che riguarda i prodotti e il loro utilizzo all'interno delle zone considerate pericolose, la direttiva [99/92/CE](#) è una direttiva di politica sociale, che riguarda quindi le persone e la loro sicurezza quando devono agire e lavorare nei luoghi considerati a pericolo di esplosione. In estrema sintesi possiamo dire che è una specie di sotto-direttiva 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 sottoposti ad atmosfere potenzialmente esplosive. Questa direttiva si applica agli stessi luoghi a cui si applica la ATEX, tranne che per le miniere; quindi è una direttiva valida solo per i luoghi in superficie, sia con pericolo gas che con pericolo polvere. La direttiva 99/92/CE è stata da poco recepita in Italia con il Decreto legislativo 233/03. Se la direttiva ATEX ripartisce in gruppi e categorie gli apparecchi, questa 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. Questa classificazione - ripresa dalla norma EN 60079-10 (CEI 31-30) - viene effettuata in base alla frequenza e alla durata della presenza di atmosfere esplosive.

Vediamo attraverso l'ausilio di due tabelle la classificazione in zone per i luoghi con pericolo esplosione per presenza di gas, e per presenza di polveri.

Ripartizione delle aree a rischio di esplosione per la presenza di gas, vapori o nebbie - secondo direttiva 99/92/CE	
ZONA 0	Area in cui è presente in permanenza o per lunghi periodi o spesso 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 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 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 verifichi, sia unicamente di breve durata.

Tabella 3.5 - Classificazione in zone dei locali con pericolo esplosione per presenza di gas

Ripartizione delle aree a rischio di esplosione per la presenza di polvere combustibile-secondo direttiva 99/92/CE	
ZONA 20	Area in cui è presente in permanenza o per lunghi periodi o spesso un'atmosfera esplosiva sotto forma di nube di polvere combustibile nell'aria.
ZONA 21	Area in cui occasionalmente durante le normali attività è probabile la formazione di un'atmosfera esplosiva sotto forma di nube di polvere combustibile nell'aria.
ZONA 22	Area in cui durante le normali attività non è probabile la formazione di un'atmosfera esplosiva sotto forma di nube di polvere combustibile e, qualora si verifichi, sia unicamente di breve durata.

Tabella 3.6 - Classificazione in zone dei locali con pericolo esplosione per presenza di polvere

La direttiva stabilisce 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, 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 (DLgs 626/94) 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 (0, 1, 2 per i gas o 20, 21, e 22 per le polveri) 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 (figura 6) che contraddistingue un'area in cui può formarsi un'atmosfera esplosiva.



Figura 6 - Cartello che identifica un'area in cui può formarsi un'atmosfera esplosiva

Vediamo in sintesi quali devono essere le prescrizioni minime da adottare, secondo l'allegato II della direttiva, per migliorare la protezione della sicurezza e salute dei lavoratori nei luoghi a rischio di atmosfere esplosive:

1. Il datore di lavoro deve garantire un'adeguata formazione professionale in materia di protezione dalle esplosioni dei lavoratori impiegati in luoghi pericolosi.
2. Il lavoro nelle aree a rischio si effettua secondo istruzioni scritte da parte del datore di lavoro secondo un sistema di autorizzazioni ai lavori potenzialmente pericolosi, rilasciati da una persona responsabile prima dell'inizio dei lavori.
3. Fughe, intenzionali o no, di gas o polveri devono essere sviate verso un luogo sicuro.
4. Per prevenire rischi di ignizione da scariche elettrostatiche, i lavoratori vengono equipaggiati con adeguati indumenti di lavoro.
5. Si adottano tutte le misure necessarie per ridurre al minimo i rischi rappresentati per i lavoratori dalle conseguenze fisiche di un'esplosione.
6. Prima che si verifichino le condizioni per un'esplosione i lavoratori sono avvertiti con segnalatori ottici e/o acustici.
7. Se un'interruzione dell'alimentazione può dar luogo ad una estensione del pericolo, gli apparecchi e sistemi di protezione devono poter essere mantenuti in condizioni sicure di funzionamento indipendentemente dal resto dell'impianto in caso di interruzione dell'alimentazione.
8. Gli apparecchi e sistemi di protezione a funzionamento automatico che si discostano dalle condizioni di funzionamento previste, devono poter essere disinseriti manualmente, purchè ciò non comprometta la sicurezza.
9. In caso di arresto di emergenza, l'energia accumulata deve essere dissipata nel modo più rapido e sicuro possibile o isolata in modo da non costituire più una fonte di pericolo.

Una delle innovazioni più salienti introdotte dalla direttiva sarà quella di prevedere l'obbligo, da parte del datore di lavoro, di elaborare e tenere aggiornato un documento chiamato "**documento sulla protezione contro le esplosioni**". Questo documento specifica:

- che sono stati individuati e valutati i rischi di esplosione
- che saranno prese misure atte a raggiungere gli obiettivi della direttiva
- i luoghi nei quali è stata effettuata la ripartizione in zone
- i luoghi nei quali si applicano le prescrizioni minime di sicurezza
- che i luoghi e le attrezzature di lavoro sono ideati, usati e mantenuti in efficienza pensando alla sicurezza
- che, a norma della direttiva 89/655/CEE, sono stati adottati gli accorgimenti necessari per l'uso sicuro di attrezzature di lavoro

Questo documento deve essere compilato prima dell'entrata in funzione dell'impianto, e aggiornato ogni qual volta ci sia un cambiamento dei luoghi di lavoro, nelle attrezzature o nell'organizzazione del lavoro.

Quali sono le scadenze di adeguamento alla direttiva ? Per i luoghi di lavoro in cui possono formarsi atmosfere esplosive, che vengono utilizzati per la prima volta (o che vengono trasformati da luoghi ordinari a luoghi esplosivi) dopo il 30 giugno 2003, le prescrizioni minime stabilite devono essere soddisfatte da subito. Per i luoghi pericolosi, invece, già utilizzati prima del 30 giugno 2003, ci sono tre anni di tempo per adeguarsi alla direttiva.

Come già detto nell' introduzione, la direttiva 99/92/CE fornisce i criteri per la scelta degli apparecchi in relazione alle zone di installazione. Vediamoli in questa tabella.

Corrispondenza apparecchi - zone di installazione	
Zona potenzialmente pericolosa	Categoria di appartenenza dell'apparecchiatura secondo direttiva 94/9/CE (ATEX)
Zona 0 - Zona 20	Apparecchi di categoria 1
Zona 1 - Zona 21	Apparecchi di categoria 1 o di categoria 2
Zona 2 - Zona 22	Apparecchi di categoria 1 o di categoria 2 o di categoria 3

Tabella 3.7 - Quali tipi di apparecchi vanno installati nelle zone potenzialmente esplosive

4. Classificazione dei luoghi pericolosi

La classificazione delle aree pericolose, cioè quelle in cui occorre utilizzare prodotti e realizzare impianti appositi, è regolata da norme diverse a seconda del combustibile che causa l'atmosfera esplosiva. In tabella vediamo qual è la situazione attuale, sapendo che le tre grandi famiglie sono gas, polveri ed esplosivi.

Norme da utilizzare per la classificazione delle aree pericolose	
Gas, vapori e nebbie	<p>EN 60079-10 (CEI 31-30) "Costruzioni elettriche per atmosfere esplosive per presenza di gas - Parte 10: classificazione dei luoghi pericolosi".</p> <p>GUIDA CEI 31-35 "Costruzioni elettriche per atmosfere potenzialmente esplosive per la presenza di gas - Guida all'applicazione della norma EN 60079-10 (CEI 31-30) - Classificazione dei luoghi pericolosi".</p> <p>GUIDA CEI 31-35/A "Costruzioni elettriche per atmosfere potenzialmente esplosive per la presenza di gas - Guida all'applicazione della norma EN 60079-10 (CEI 31-30) - Classificazione dei luoghi pericolosi - Esempi di applicazione".</p>
Polveri combustibili	<p>EN 50281-3 (CEI 31-52) "Costruzioni elettriche destinate all'uso in ambienti con presenza di polvere combustibile. - Parte 3: Classificazione dei luoghi dove sono o possono essere presenti polveri combustibili".</p>
Sostanza esplosive	<p>CEI 64-2 "Impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione - Prescrizioni specifiche per la presenza di polveri infiammabili e sostanze esplosive" - cap. IV relativo ai luoghi di classe 0.</p>

Tabella 4.1 - Quali norme consultare per la classificazione delle zone

I criteri per la classificazione sono stati oggetto negli ultimi tempi di ampie discussioni e polemiche, seguite all'abbandono forzato della norma CEI 64-2, semplice e chiara nella sua applicazione, a vantaggio di norme comunitarie più incomprensibili e meno definite, anche se maggiormente rispettose di quello che dovrebbe essere uno studio particolareggiato delle diverse situazioni. In definitiva ci si sta muovendo verso una direzione in cui le decisioni vanno prese in base a valutazioni, piuttosto che in base a schemi predefiniti. Come si può vedere dalla tabella 4., questo percorso è già stato compiuto interamente per i luoghi con possibile presenza di gas e polveri, mentre siamo ancora fermi alla vecchia filosofia per i luoghi con sostanze esplosive (che sono comunque i più rari).

In sostanza le nuove norme hanno decretato la morte della CEI 64-2 e relativi esempi della CEI 64-2/A. Ma è proprio così ? O è forse possibile che questa gloriosa norma, sbattuta fuori dalle stanze normative, rientri dalla finestra ? Cerchiamo di capire meglio. La nuova filosofia di classificazione delle zone si basa su valutazioni analitiche (cioè calcoli) che tengono conto della ventilazione dell'ambiente, della concentrazione delle miscele esplosive, dei tempi di permanenza di queste atmosfere esplosive, etc. Ebbene, la nuova norma CEI EN 60079-10 (CEI 31-30) prevede che informazioni su questi parametri, come la frequenza e la durata della presenza di un'atmosfera esplosiva, possono essere ricavate da guide e raccomandazioni; nessuno quindi vieta agli operatori Italiani di far riferimento come guida alla vecchia CEI 64-2, a cui, in questo modo, viene regalata una seconda vita.

Ma un'altra "minaccia" incombe su questa norma. La difficoltà nell'applicazione delle nuove normative di classificazione sarà probabilmente superata dall'utilizzo di software di ausilio. Già da tempo il CEI ha predisposto un software apposito per un caso molto comune di classificazione: le centrali termiche a gas. Da

pochissimo è stato predisposto un altro software (Progex), molto più completo, che risolve il problema della classificazione in tutti i casi più frequenti. Il programma contiene i dati caratteristici di centinaia di sostanze pericolose e permette anche di stampare i risultati della classificazione, comprese le formule utilizzate. Le schede così ottenute possono essere allegate alla documentazione di progetto. Rimangono fuori dall'applicazione di questo software i luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di polveri combustibili. Probabilmente l'uso di questi software, non aiuterà la cultura tecnica, potendo in qualche modo essere usati anche chi non conosce a fondo le problematiche, ma d'altra parte non si può avere tutto. A questo proposito un'ultima considerazione: con o senza software la classificazione dei luoghi pericolosi è un'attività sicuramente non semplice (soprattutto con le nuove norme e senza software) e non di precisa collocabilità come competenze. A chi spetta effettuare questo lavoro che è preliminare al progetto elettrico vero e proprio ? Al progettista elettrico o al responsabile dell'impianto di lavorazione ? Propendiamo verso una scelta di collaborazione in cui, situazione per situazione, un coordinatore organizzi questo delicato compito. Un compito che si deve esplicitare soprattutto nel determinare l'estensione delle zone pericolose. Nella precedente CEI 64-2 questa estensione era ben definita anche attraverso l'ausilio di esempi grafici, ora invece va determinata caso per caso.



Figura 4.1 - In un impianto chimico la classificazione va effettuata da personale altamente qualificato come i responsabili di processo

Criteria per la classificazione dei luoghi pericolosi per la presenza di gas, vapori e nebbie

Vediamo quali sono i passi da compiere per la classificazione in base alla norma CEI 31-30 e guida CEI 31-35, ben sapendo che ciò che diremo è solo un piccolo fiammifero nell'oscurità dell'argomento, che poco servirà a chi è già in possesso di una potente torcia, ma può essere un aiuto a chi ancora non lo conosce.

- a. **1° PASSO:** Occorre **individuare le sostanze pericolose** presenti. Nell'appendice GA della guida CEI 31-35 sono elencate più di 300 sostanze infiammabili o combustibili, con i loro valori caratteristici come la temperatura di infiammabilità, la massa volumica, la temperatura di ebollizione, la temperatura di accensione, il LEL, il UEL, la tensione di vapore. Conoscenze scolastiche ci possono aiutare a ricordare il significato di questi parametri, a parte le due sigle (LEL e UEL) che è doveroso spiegare. LEL sta per limite inferiore di esplodibilità. Ricordate il triangolo della combustione visto all'inizio ? Affinchè possa avvenire un'esplosione occorre che nella miscela comburente-combustibile, quest'ultimo non scenda al di sotto di una certa percentuale (ad esempio 1,5 % per l'acetilene), che viene chiamata appunto LEL. L'altro parametro, UEL, è esattamente l'opposto, cioè la massima concentrazione possibile di combustibile nella miscela perchè avvenga un'esplosione (ricordiamo che più aumenta la percentuale di combustibile, più diminuisce quella di comburente rendendo ad un certo punto impossibile l'esplosione (per l'acetilene UEL= 100 %).
- b. **2° PASSO:** Occorre **individuare le sorgenti di emissione** cioè i punti dai quali può essere emesso un gas, un vapore o un liquido infiammabile (cioè una delle sostanze del punto 1) che determina un'atmosfera esplosiva. E' chiaro che queste sorgenti, da cui nascono tutti i problemi, è bene che siano il più possibile eliminate o ridotte di efficacia. Le sorgenti sono catalogate in base al livello di pericolosità in:
 1. Sorgenti di emissione di grado continuo, quando l'emissione è continua o comunque avviene per tempi lunghi
 2. Sorgenti di emissione di primo grado, quando l'emissione avviene in forma periodica, ma non prolungata, od occasionale, ma comunque prevista nel normale funzionamento..
 3. Sorgenti di emissione di secondo grado, quando l'emissione avviene per brevi periodi e non prevista nel normale funzionamento.

Tanto per capirci facciamo qualche esempio di ciò che può essere considerata sorgente di emissione e di che grado, e di ciò che può non essere considerata sorgente di emissione. La schematizzazione può essere grossolana, ma può aiutare a rendere l'idea.

- Possono essere considerate sorgenti di grado continuo le superfici, ad esempio, di un liquido infiammabile (fig. 4.2) o di una vernice esposti all'atmosfera direttamente o attraverso uno sfiato.
- Possono essere considerate sorgenti di primo grado valvole, sfiati, flange di raccordo di tubazioni, tenute di compressori o pompe, quando si prevede, che nel funzionamento normale, queste aperture possano emettere sostanze infiammabili (emissioni strutturali), o aperture per il caricamento di liquidi infiammabili (fig. 4.3).

- Possono essere considerate sorgenti di secondo grado le stesse valvole (fig 4.4) , sfiati, flange di raccordo di tubazioni, tenute di compressori o pompe, quando si prevede, che nel funzionamento normale, queste aperture non possano emettere sostanze infiammabili (emissioni dovute a guasti).
- Non vengono invece considerate sorgenti di emissione:
 1. Le tubazioni e i contenitori saldati e i loro collegamenti ottenuti con dispositivi di giunzione a tenuta
 2. I contenitori di sostanze infiammabili che abbiano i coperchi sigillati o chiusi rispettando determinate condizioni, tali che eventuali cadute non comportino fuoriuscita della sostanza (fig. 4.5).
 3. Le doppie tenute applicate agli alberi rotanti
 4. Gli spurghi dei piccoli serbatoi di liquidi con temperatura d'infiammabilità inferiore a 21 °C, se è presente un dispositivo di drenaggio.



Figura 4.2 - Esempio di sorgente di emissione di grado continuo. Superficie di liquido infiammabile esposta direttamente all'atmosfera (Rivista UNAE)

- b. **3° PASSO:** Occorre **definire la portata di emissione delle sorgenti** per delimitare l'estensione della zona pericolosa in base alla quantità di sostanza pericolosa emessa. Questa portata, come il nome indica, è la quantità di gas o vapore emesso nell'unità di tempo dalla sorgente di emissione. Questa portata dipende da:
- Velocità di emissione. Più è alta la velocità con cui esce il gas o vapore infiammabile dalla sorgente e maggiore sarà la sua portata.
 - Geometria della sorgente. Evidentemente il tipo di apertura da cui esce il gas, influenza la portata.
 - Concentrazione del gas o vapore nella miscela. Più è alta questa concentrazione e maggiore risulta la portata.
 - Volatilità e temperatura di un liquido infiammabile. Nel caso in cui l'emissione derivi da un liquido evaporato, la sua portata dipende dalla tensione di vapore e dalla temperatura del liquido, in quanto aumentandola, aumenta anche la tensione di vapore.

Per il calcolo di questa portata, nella guida CEI 31-35 sono indicate ed esplicitate una serie di formule da utilizzare nei vari casi di emissione, come ad esempio: portata di gas in singola fase, portata di liquido che non evapora all'emissione, portata di liquido che evapora all'emissione, portata di evaporazione da una pozza di un liquido refrigerato, etc.



Figura 4.3 - Esempio di sorgente di emissione di primo grado. Apertura per il caricamento di un liquido infiammabile (Rivista UNAE)

- d. **4° PASSO:** Occorre **stabilire il grado di ventilazione** all'interno dell'ambiente nel quale può formarsi un'atmosfera esplosiva. E' evidente a tutti che la ventilazione è un fattore fondamentale nella valutazione della pericolosità, poichè un locale ad elevata ventilazione permette la diluizione rapida per dispersione nell'aria dei gas o vapori pericolosi. Il grado di ventilazione influisce profondamente nella classificazione in zone (0, 1 e 2) dell'ambiente. La ventilazione, consente insomma un ricambio dell'atmosfera con aria fresca, il quale può avvenire in due modi:
- Ventilazione naturale. Per gli impianti all'aperto (tipo industria petrolifera) dipende dalla natura del vento in quel luogo, mentre per gli impianti al chiuso dipende dalle aperture appositamente realizzate allo scopo.
 - Ventilazione forzata. Per gli impianti realizzati in spazi chiusi, la ventilazione può essere realizzata attraverso l'uso di ventilatori e aspiratori, che agiscono nell'ambiente in generale (installati su soffitti e pareti), oppure su una zona particolare dell'impianto considerata a rischio di atmosfera esplosiva. La ventilazione forzata può essere a volte utilizzata anche per impianti all'aperto, se le zone a rischio vengono ritenute troppo riparate.

Ribadiamo l'importanza che assume la ventilazione in impianti come questi. Essa può consentire di ribaltare anche la valutazione fatta precedentemente attraverso l'analisi delle sorgenti e il calcolo della loro portata di emissione. Infatti una buona ventilazione permette di ridurre lo spazio e il tempo delle zone pericolose, e alcune volte anche addirittura di prevenire la formazione di un'atmosfera esplosiva.

La norma CEI 31-30 definisce tre gradi di ventilazione:

- Alto. Quando la ventilazione è in grado di ridurre quasi istantaneamente la concentrazione della sorgente di emissione, limitando la concentrazione al di sotto del LEL.
- Medio. Quando la ventilazione è comunque in grado di influire sulla concentrazione dell'emissione, riducendone l'estensione e limitandone il tempo di persistenza quando l'emissione cessa.
- Basso. Quando la ventilazione non riesce a limitare più di tanto la concentrazione durante l'emissione, e una volta cessata non riesce a limitare il tempo di persistenza dell'atmosfera esplosiva formatasi.

Lette così queste definizioni sono quanto di più generico possa esserci, e quindi per valutare in modo maggiormente concreto l'efficacia di una ventilazione e di conseguenza il suo grado, è d'obbligo affidarsi a calcoli, ipotesi e sperimentazioni, che non sono comunque l'oggetto di questa nostra trattazione.

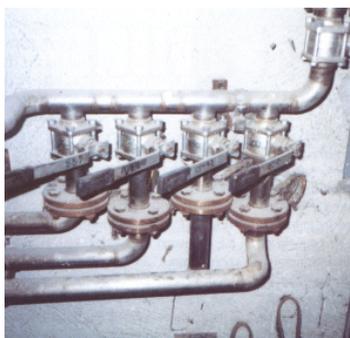


Figura 4.4 - Esempio di sorgente di emissione di secondo grado. Valvole manuali che nel funzionamento normale non emettono sostanze infiammabili (Rivista UNAE)

- e. **5° PASSO:** Occorre **definire le zone pericolose** utilizzando la tabella b1 della norma CEI 31-30 (vedi tabella 4.2)

Grado della emissione	Grado della ventilazione						
	Alto			Medio			Basso
	Disponibilità della ventilazione						
	Buona	Adeguata	Scarsa	Buona	Adeguata	Scarsa	Buona, Adeguata o scarsa
Continuo	Luogo non pericoloso	Zona 2	Zona 1	Zona 0	Zona 0 circondata da Zona 2	Zona 0 circondata da Zona 1	Zona 0
Primo	Luogo non pericoloso	Zona 2	Zona 2	Zona 1	Zona 1 circondata da Zona 2	Zona 1 circondata da Zona 2	Zona 1 o Zona 0
Secondo	Luogo non pericoloso	Luogo non pericoloso	Zona 2	Zona 2	Zona 2	Zona 2	Zona 1 o Zona 0

Tab. 4.2 - Classificazione in zone in base al grado di emissione della sorgente e al grado di ventilazione dell'ambiente

- f. **6° PASSO:** Occorre **definire l'estensione delle zone pericolose** calcolando la distanza pericolosa, intesa come la distanza dalla sorgente di emissione a partire dalla quale la concentrazione del gas o vapore infiammabile diventa inferiore a $k \cdot \text{LEL}$ (dove k è un coefficiente che vale 0,25 per emissioni di grado continuo e primo, e vale 0,5 per emissioni di grado secondo). In pratica questa distanza è utile per definire, se non l'estensione vera e propria, almeno le dimensioni delle zone pericolose. Questa distanza d_z , (per il calcolo della quale, la guida CEI 31-35 fornisce formule applicabili a vari casi) infatti definirebbe una sfera attorno alla sorgente di emissione, mentre l'estensione reale tiene conto anche di altri fattori, come quelli analizzati ai punti precedenti: portata dell'emissione, direzione dell'emissione, ventilazione, caratteristiche delle sostanze infiammabili, etc. Il risultato è che la forma dell'estensione risulterà diversa da una sfera, e in ogni situazione assumerà una forma geometrica differente.



Figura 4.5 - Esempio di ciò che non è considerato sorgente di emissione. Contenitori di vernici con coperchi sigillati (Ditta Kezal - Rivista UNAE)

Esempio di classificazione

Immaginiamo di avere un capannone industriale riscaldato con 2 generatori d'aria calda a gas naturale (metano) di potenza termica 40 kW ciascuno.

In prossimità di ciascun generatore è installata una valvola d'intercettazione manuale del gas. Il capannone è alto 10 metri ed ha una superficie di 250 mq, per un volume totale $V_0 = 2500$ mc. Il volume libero dell'ambiente, cioè il volume al netto dell'insieme di apparecchiature, mobili e altre strutture è $V_a = 2000$ mc.

Si assume la velocità dell'aria all'interno del capannone pari a $w = 0,1$ m/s (vedi nota all'appendice GB.6.1 della guida CEI 31-35).

La temperatura ambiente è di 18 °C, corrispondenti a $273 + 18 = 291$ °K.

1° Passo: la **sostanza pericolosa** presente è il gas metano, classificato con il numero 202 nella tabella GA-1 della guida CEI 31-35.

2° Passo: Le **sorgenti di emissione** vengono individuate nelle emissioni strutturali delle 2 valvole manuali e dei 2 generatori d'aria. Consideriamo queste emissioni come **sorgenti di grado continuo**. La guida CEI 31-35, basandosi su dati statistici, propone una perdita massima di gas di $5,6 \times 10^{-7}$ kg/s per valvole manuali (Tab. GB.3.2-1). Le emissioni cosiddette strutturali sono quelle che possono avvenire durante l'attività dell'impianto e possono aumentare in caso di cattiva manutenzione dell'impianto stesso. Le stesse emissioni strutturali, cioè le perdite, per i generatori d'aria calda ci danno $1,3 \times 10^{-8}$ kg/s per ciascun generatore (Tab. GB.3.2-3/1 guida CEI 31-35), quindi notevolmente inferiori alle perdite delle valvole.

3° Passo: La **portata di emissione delle sorgenti** le abbiamo già indicate al punto 2: $Q_{gv} = 5,6 \times 10^{-7}$ kg/s; $Q_{gg} = 1,3 \times 10^{-8}$ kg/s.

4° Passo: Per quanto riguarda la **ventilazione**, innanzitutto si prevedono aperture di ventilazione secondo quanto disposto dal DM 12/04/96 "Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio degli impianti termici alimentati da combustibili gassosi". All'art. 4.1.2 prevede per i locali fuori terra una superficie di ventilazione pari a $S = Q \times 10$ dove Q è la portata (potenza) termica complessiva degli impianti termici espressa in kW. Si ottiene quindi $S = 2 \times 40 \times 10 = 800$ cmq. **Si prevedono 2 aperture di ventilazione di 400 cmq ciascuna.**

Il tipo di **ventilazione** è **naturale**.

Calcoliamo la minima portata d'aria di ventilazione a regime utilizzando la formula B.1 della norma CEI 31-30 (formula 2.2a guida CEI 31-35): $Q_{amin} = (Q_g \times T_a) / (k \times LEL \times 293)$. k è un coefficiente che vale 0,25 per emissioni continue, mentre LEL per il metano si ricava dalla tabella GA-1 della guida CEI 31-35 e vale 4%. Il valore di LEL va trasformato da percentuale a kg/mc, e per fare questo ci appoggiamo alla formula indicata nella nota al punto B.4 della norma CEI 31-30: $LEL (kg/mc) = 0,416 \times 10^{-3} \times M \times LEL (\%) = 0,416 \times 10^{-3} \times 17,5 \times 4 = 0,029$ kg/mc. [M è la massa molecolare del gas metano ricavata sempre attraverso la tabella GA-1 della guida CEI 31-35].

Possiamo ora ricavare la **minima portata d'aria di ventilazione per ciascuna valvola** $Q_{aminv} = (5,6 \times 10^{-7} \times 291) / (0,25 \times 0,029 \times 293) = 7,6 \times 10^{-5}$ mc/s e la **minima portata d'aria di ventilazione per ciascun generatore** $Q_{aming} = (1,3 \times 10^{-8} \times 291) / (0,25 \times 0,029 \times 293) = 1,8 \times 10^{-6}$ mc/s.

Dalla minima portata d'aria di ventilazione possiamo ricavare il volume V_z di atmosfera potenzialmente esplosiva, intorno alla sorgente di emissione. V_z si calcola con la formula $(f \times Q_{amin}) / C$. f è un fattore di efficacia della ventilazione che varia da 1 (situazione ideale) a 5 (flusso d'aria impedito da ostacoli). Si ipotizza $f = 2$ che significa, in base alla guida CEI 31-35, un ambiente con diverse strutture aperte e/o parzialmente chiuse.

C rappresenta il numero di ricambi d'aria fresca nell'unità di tempo (1/s). Ipotizzando un ricambio dell'intero volume (2000 mc) ad ogni ora, si ottiene $C = 1/h = 1/3600 = 2,8 \times 10^{-4}$ 1/s. A questo punto calcoliamo il volume pericoloso attorno alle valvole $V_{zv} = (2 \times 7,6 \times 10^{-5}) / 2,8 \times 10^{-4} = 0,54$ mc, e il volume pericoloso attorno ai generatori $V_{zg} = (2 \times 1,8 \times 10^{-6}) / 2,8 \times 10^{-4} = 0,013$ mc. Entrambi sono volumi non trascurabili.

5° Passo: Definiamo le zone pericolose. Con una ventilazione di grado medio e con una disponibilità buona attorno alle due valvole e ai due generatori abbiamo tutte zone 0.

6° Passo: è possibile definire la distanza pericolosa d_z , considerando un fattore di sicurezza $k_z = 1$. La formula applicabile è la GB.5.1.2 della guida CEI 31-35 $d_z = 1,2 \times k_z \times (42300 \times Q_g \times f / M \times LEL\% \times w)^{0,55}$.

Per le valvole $d_{zv} = 1,2 \times 1 \times (42300 \times 5,6 \times 10^{-7} \times 2 / 17,5 \times 4 \times 0,1)^{0,55} = 0,0769$ m
Per i generatori $d_{zv} = 1,2 \times 1 \times (42300 \times 1,3 \times 10^{-8} \times 2 / 17,5 \times 4 \times 0,1)^{0,55} = 0,0097$ m

Criteria per la classificazione dei luoghi pericolosi per la presenza di polveri combustibili

Dal 1 luglio 2003 la classificazione deve essere effettuata in base alla norma EN 50281-3 (CEI 31-52) e non più in base alla CEI 64-2 che era ritenuta valida, in coabitazione, fino al 30 giugno 2003. Non essendo questa una guida alla classificazione, ci limitiamo, come fatto per i gas, a fornire qualche informazione e indicazione su come condurre i vari passi necessari per arrivare a definire le zone pericolose facendo ovviamente riferimento solo alla nuova normativa.

Le polveri combustibili si differenziano dalle polveri esplosive, in quanto queste ultime possono esplodere in assenza di aria, mentre le prime hanno bisogno del comburente. Esse vengono classificate in base ad alcune caratteristiche che le distinguono anche in base al loro livello di pericolosità. Queste caratteristiche, o almeno le principali, sono:

- **Conducibilità elettrica.** Le polveri vengono considerate conduttive, e perciò maggiormente pericolose, se la loro resistività elettrica è inferiore od uguale a $1000 \text{ ohm} \cdot \text{m}$.
- **Granulometria.** Le particelle sono considerate polvere in grado di formare una nube potenzialmente esplosiva, se le dimensioni del granulo di polvere è inferiore a 0,2 mm.
- **Temperatura di accensione.** In realtà si tratta di due temperature che indicano quando inizia l'innescò della nube di polvere, e sono dati che si utilizzano per stabilire la massima temperatura superficiale delle apparecchiature elettriche.
- **Limiti di esplosibilità.** Come visto per i gas (LEL, UEL), anche per le polveri esistono un limite inferiore ed un limite superiore di concentrazione delle polveri stesse in aria che possono provocare un'esplosione. Se questa concentrazione è troppo bassa (mancanza di polvere cioè di combustibile) o troppo alta (mancanza di ossigeno cioè di comburente) non si può formare l'atmosfera esplosiva. In realtà, per le polveri il solo limite che viene utilizzato è quello inferiore.
- **Energia di innesco.** E' l'energia minima necessaria per innescare un'esplosione in presenza di una miscela pericolosa. Mentre per i gas è sufficiente un'energia di decine o centinaia di microjoule, per le polveri è necessaria, in genere un'energia di decine o centinaia di millijoule (cioè un'ordine di grandezza superiore), testimoniando così una più elevata pericolosità dei gas, avendo un'innescò più facile.
- **Contenuto di umidità.** E' un parametro che va ad influenzare la portata di emissione da una sorgente.

La procedura da seguire per la classificazione delle zone pericolose, prevista dalla norma EN 50281-3, è analoga a quella della EN 60079-10 (CEI 31-30). Ricalchiamo allora, in sintesi, i passi già visti per i luoghi con presenza di gas.

- a. **1° PASSO:** Occorre **individuare le sostanze pericolose** presenti. Esempi di polveri pericolose sono: polvere di carbone, segatura, polvere di carta, latte in polvere, zucchero, cacao, polvere di grano, farina, polveri di magnesio, polveri di alluminio, polvere di tabacco, etc.
- b. **2° PASSO:** Occorre **individuare le sorgenti di emissione** cioè i punti dai quali può essere emessa una polvere nell'ambiente. Le sorgenti sono catalogate in base al livello di pericolosità in:
 1. Sorgenti di emissione di grado continuo, quando l'emissione è continua o comunque avviene per tempi lunghi
 2. Sorgenti di emissione di primo grado, quando l'emissione avviene in forma periodica, ma non prolungata, od occasionale, ma comunque prevista nel normale funzionamento..
 3. Sorgenti di emissione di secondo grado, quando l'emissione avviene per brevi periodi e non prevista nel normale funzionamento.

Tanto per capirci facciamo qualche esempio di ciò che può essere considerata sorgente di emissione e di che grado, e di ciò che può non essere considerata sorgente di emissione.

- Possono essere considerate sorgenti di grado continuo le superfici, ad esempio, di una polvere combustibile esposta all'atmosfera direttamente o attraverso uno sfiato.
- Possono essere considerate sorgenti di primo grado i punti di riempimento e svuotamento di contenitori di polvere.
- Possono essere considerate sorgenti di secondo grado le aperture attraverso le quali può uscire polvere, ma che vengono utilizzate poco frequentemente e per un periodo limitato di tempo.
- Non vengono invece considerate, ad esempio, sorgenti di emissione:
 4. Le tubazioni e le condotte prive di giunti.
 5. I serbatoi.
 6. Le tenute di valvole e flange, quando ideate appositamente per non emettere polvere.
 7. Gli involucri.

- c. **3° PASSO:** Occorre **definire la portata di emissione delle sorgenti** per delimitare l'estensione della zona pericolosa in base alla quantità di polvere emessa. Questa portata dipende essenzialmente dalla pressione alla quale si trova la sorgente.
- d. **4° PASSO:** Occorre **stabilire il grado di ventilazione** all'interno dell'ambiente nel quale può formarsi un'atmosfera esplosiva e nelle zone vicine alle sorgenti di emissione.
- e. **5° PASSO:** Occorre **definire le zone pericolose** che in questo caso sono quelle della tabella 4.3

Ripartizione delle aree a rischio di esplosione per la presenza di polvere combustibile-secondo direttiva 99/92/CE	
ZONA 20	Area in cui è presente in permanenza o per lunghi periodi o spesso un'atmosfera esplosiva sotto forma di nubi di polvere combustibile nell'aria.
ZONA 21	Area in cui occasionalmente durante le normali attività è probabile 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 la formazione di un'atmosfera esplosiva sotto forma di nubi di polvere combustibile e, qualora si verifici, sia unicamente di breve durata.

Tabella 4.3 - Classificazione in zone dei locali con pericolo esplosione per presenza di polvere

- f. **6° PASSO:** Occorre **definire l'estensione delle zone pericolose** basandosi su alcune indicazioni di massima fornite dalla norma. Ad esempio vengono indicate come zone 20 i serbatoi, i silos, le tramogge e i contenitori, come zone 21 le immediate vicinanze di punti di svuotamento e riempimento, e come zone 22 le vicinanze di macchine con aspirazione della polvere.

Vediamo graficamente alcuni esempi di classificazione di zone pericolose per la presenza di polveri, tratte dalla norma CEI 31-36 (EN 50281-1-2).

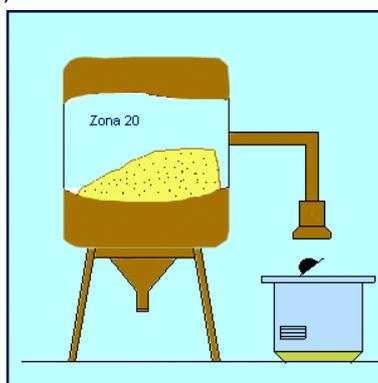


Figura 4.6 - Presenza permanente, frequente o per lunghi periodi di atmosfera esplosiva sotto forma di nubi di polveri combustibili (esempio: interno di tubi, contenitori, recipienti, etc.)

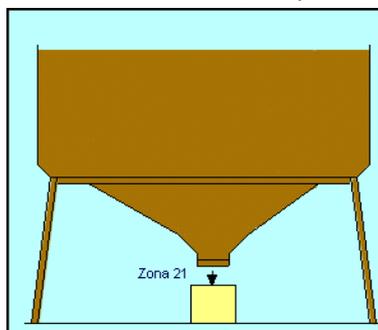


Figura 4.7 - Presenza occasionale di atmosfera esplosiva sotto forma di nubi di polveri combustibili durante il funzionamento ordinario dell'impianto (esempio: immediate vicinanze dei punti di riempimento e svuotamento, particolari operazioni di taglio, levigatura, etc.)

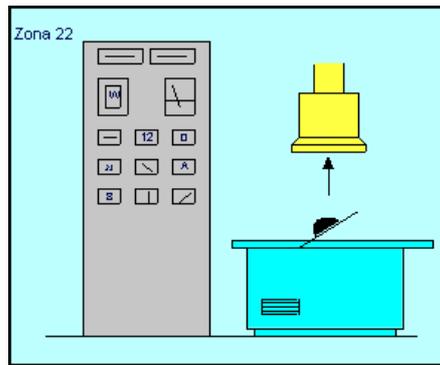


Figura 4.8 - Presenza occasionale di atmosfera esplosiva sotto forma di nubi di polveri combustibili in condizioni straordinarie (esempio: guasto) o in condizioni ordinarie per un breve periodo (esempio: vicinanze di macchine e apparecchi con aspirazione della polvere, depositi di imballaggi e di sacchi soggetti a rottura, etc.)

Criteri per la classificazione dei luoghi pericolosi per la presenza di sostanze esplosive

Per la catalogazione delle zone pericolose in questi ambiti, ricordiamo che stiamo parlando di aziende per la produzione o il deposito di esplosivi, non esiste ancora traccia di normativa europea e quindi rimane tuttora saldamente in vigore la parte della CEI 64-2 che tratta di questi luoghi (definiti dalla norma come luoghi di classe 0). Ricordiamo - anche se forse è' superfluo - che questi tipi di sostanze non hanno bisogno di comburenti per provocare un'esplosione e che quindi hanno un tasso di pericolosità notevolmente superiore, sia ai gas che alle polveri. Le sostanze in questione sono elencate negli allegati al RD n. 635 del 06/05/1940. La suddivisione in zone di questi luoghi è quella indicata in tabella 4.3.

Criteri per la classificazione delle zone pericolose nei luoghi di classe 0 in base alla norma CEI 64-2	
ZONA C0Z0	Zone interne a contenitori, come i serbatoi, per la lavorazione di sostanze esplosive
ZONA C0Z1	Zone in cui si è in presenza di sostanze esplosive in atmosfera durante le ordinarie condizioni di funzionamento
ZONA C0Z2	Zone in cui si è in presenza di sostanze esplosive in atmosfera solo in circostanze occasionali e comunque per tempi brevi
ZONA C0ZR	Zone adiacenti, attraverso aperture, alle zone C0Z2

Tabella 4.4 - Classificazione delle zone pericolose quando ci sono sostanze esplosive

5. Tabelle utili

In queste pagine elenchiamo una serie di tabelle di utilità che forniscono varie informazioni di carattere tecnico e normativo su quelle che sono le convenzioni (e non) di classificazione di sostanze ed apparecchiature. La prima indica quelle che sono le sostanze (gas, vapori, polveri, esplosivi) più frequentemente utilizzate all'interno di determinati tipi di fabbrica, o deposito.

Indicazione di luoghi con pericolo di esplosione per i quali deve essere realizzato un impianto elettrico antideflagrante	
Tipo di INDUSTRIA, MAGAZZINO, DEPOSITO, etc.	Tipo/i di GAS, VAPORE, POLVERE, ESPLOSIVO potenzialmente pericoloso presente
Acetilene	Acetilene, Gas infiammabile liquefatto
Adesivi	Acetone, Benzine, butatone, eptano, esano, metilsobutilchetone
Alcol metilico sintetico	Gas di reazione
Ammoniaca sintetica	Gas di reazione
Antidetonanti	Bromuro di etile
Carbone	Carbone
Carburo di calcio	Acetilene
Celluloide	Alcool isopropilico, celluloide, esanitrodifenilatoammonico, etere etilico
Centrali di compressione	Metano
Cokerie	Gas distillazione
Colle	Acetone, benzine, butatone, eptano, esano, metilsobutilchetone
Coloranti organici	diazomidonaftalina, gas di craking
Composti di sintesi organici	diazomidobenzoli, esanitrodifenilatoammonico, etialto di sodio, perossido di sodio
Conservazione del legno	cicloesano
Cosmetici	Acetone
Cotonifici	Cotone
Depositi bombole	Metano
Depositi profumi essenze	Acetato di butile, acetato di etile, acetato di isobutile, alcool etilico, benzolo, formiato di etile, oli essenziali
Distillazione catrame	Acetato di anile, acetilene, naftalina, piridina, toluolo
Distillazione rocce asfaltiche	Eptano, esano
Distillerie	Alcool etilico
Esplosivi	Acetone, Alcool metilico, benzolo, etere etilico
Estrazione olio di sanse	Benzine, eptano, esano
Fabbricazione di destrina	Destrina
Fabbricazione elettrodi	Carbone
Fabbriche colori e vernici	Acetato di etile, acetato di isobutile, acetato di propile, acetone, alcool isopropilico, anidride ftalica, butatone, cicloesano, eptano, etere etilico, metilsobutilchetone, nitrocellulosa, toluolo, trementina,
Farina di legno	Legno
Farina di zolfo	Zolfo
Farmaceutici	Acetone, acido salicilico, alcool etilico, alcool isopropilico, butatone, etere etilico, formiato di etile, ossido di etilene, stirolo monomero
Fiammiferi	Fosforo rosso, trisolfuro di fosforo
Fonderie	Gas di reazione
Gas di petrolio liquido	Gas infiammabile liquefatto
Gomma	Eptano, esano
Idrogenazione dei grassi	Gas infiammabile elettrolitico

Inchiostro di stampa	Toluolo, Trementina, xiloli
Insetticidi	Cicloesano, formiato di etile, trementina
Laboratorio di sviluppo pellicole fotografiche	Acetato di butile, acetato di isobutile, alcool etilico, benzine
Lavaggio a secco	Acetato di anile, acetato di propile, eptano, esano
Lavorazione catrame	Benzolo, naftalina, piridina, toluolo
Lavorazione cereali	Cereali
Lavorazione resine sintetiche	Acetato di isobutile, acetato di propile, acetonealdeide acetica, diossano, gas infiammabile liquefatto
Liquorifici	Alcool etilico
Lucidi da scarpe	Benzolo, cicloesano, trementina
Magnesio	Magnesio
Maturazione art. da frutta	Acetilene, etilene, gas di craking
Metallizzazione a polvere	Alluminio, Bronzo d'alluminio
Metallurgiche	Acetilene, gas di reazione
Miscele pirotecniche	Alluminio, cerio
Nastri adesivi	Acetone, Benzine, butatone, eptano, esano, metilsobutilchetone
Officine del gas	Benzolo, gas di reazione, gas distillazione
Petrolifere	Benzine, eptano, esano, etilene, gas di craking, gas infiammabile di sintesi, gas infiammabile elettrolitico, gas infiammabile liquefatto, metano
Pietre piroforiche	Bronzo d'alluminio, zirconio
Polveri metalliche di bronzine	Alluminio
Produzione di resine sintetiche	Acetato di isobutile, acetato di propile, acetone, aldeide acetica, diossano, gas infiammabile liquefatto
Produzione di pellicole fotografiche	Acetato di butile, acetato di isobutile, alcool etilico, bromuro di etile
Produzione di nerofumo	Nerofumo
Produzione di profumi	Acetato di butile, acetato di etile, acetato di isobutile, alcool etilico, benzolo, formiato di etile, oli essenziali
Raffinerie dello zucchero	Zucchero
Raffinerie oli minerali	Benzine, eptano, esano
Raion	Bromuro di etile, raion, solfuro di carbonio
Reagenti	diazomidobenzoli, esanitrodifenilatoammonico, etialto di sodio, perossido di sodio
Reagenti organici	Bromuro di etile, cloruro di etile, dietilamina, etilamina
Resine poliviniliche	Acetilene, cloruro di vinile
Risifici	Riso
Sgrassatura dei metalli	Benzine, eptano, esano
Sgrassatura delle ossa	Benzine, eptano, esano
Solfuro di carbonio	Solfuro di carbonio
Trielina	Acetilene

Tabella 5.1 - Elenco delle più comuni sostanze pericolose e rispettive industrie nelle quali sono utilizzate

La **temperatura di accensione** viene definita dalla norma EN 60079-10 (CEI 31-30) come la "Minima temperatura di una superficie riscaldata, alla quale, in condizioni specificate, avviene l'accensione di una sostanza infiammabile allo stato di gas o vapore in miscela con aria". E' quindi chiaro che la massima temperatura sulla superficie dell'apparecchiatura non deve mai raggiungere la temperatura di accensione di un gas o vapore presente in quel luogo. Lo stesso principio vale anche per le polveri: infatti in presenza di nubi di polvere la temperatura massima superficiale dell'apparecchiatura non deve essere superiore ai 2/3 della temperatura di accensione della miscela aria-polvere. In presenza di strati di polvere, cambia il calcolo, ma non il principio. Allo scopo di suddividere le varie custodie delle apparecchiature a seconda della **massima temperatura superficiale** è stata creata una classificazione in classi di temperatura.

Ribadiamo il concetto, già espresso in precedenza, che più la classe è alta e tanto migliore è l'apparecchiatura, in quanto T6 significa che, durante il suo funzionamento, un dispositivo così marcato non supererà gli 85 °C, e quindi ben difficilmente fornirà possibilità di esplosione causata dal raggiungimento della temperatura di accensione (ad esempio l'acetilene ha una temperatura di accensione di 305 ° C).

Suddivisione in classi di temperatura delle apparecchiature elettriche in base a norma EN 50014 (CEI 31-8)

Classe di temperatura	Massima temperatura superficiale (°C) (per apparecchiature elettriche di gruppo II)
T1	450
T2	300
T3	200
T4	135
T5	100
T6	85

Tabella 5.2 - Classi di temperatura stabilite in base ad una temperatura ambiente di 40 °C

Avevamo già visto la suddivisione delle apparecchiature in gruppo I e gruppo II, parlando delle direttive. All'interno del gruppo II, la norma EN 50014 (CEI 31-8) propone un'ulteriore classificazione in tre sottogruppi in base ad un parametro chiamato **MESG** (Maximum Experimental Safe Gap) cioè interstizio sperimentale massimo di sicurezza. **Questo parametro viene determinato in base al tipo di gas o vapore che individua la pericolosità dell'atmosfera, in base ad una prova sperimentale di trasmissione della fiamma all'interno della custodia.** E' un dato di interesse per le apparecchiature con modalità di protezione "Ex-d" cioè a prova di esplosione (che vedremo più avanti).

Un'altra caratteristica evidenziata nella seguente tabella è quella relativa all'**energia di innesco che è la minima energia sviluppata da una scintilla o dall'elevata temperatura in grado di provocare l'esplosione della miscela.** Proviamo a fare un piccolo calcolo. Ricordando che l'energia è data dal prodotto potenza x tempo, immaginiamo di avere un contatto chiuso in cui scorre una corrente di 10 mA, alimentato a 12 V. Ipotizzando di avere un tempo di apertura dei contatti di 0,2 ms, si può sviluppare una scintilla con una energia pari a $0,01 \times 12 \times 0,0002 = 24$ microjuole, energia sufficiente, ad esempio per innescare una miscela formata con gas del gruppo IIC (vedi tabella 5.3).

Classificazione in gruppi delle apparecchiature elettriche in base alla norma EN 50014 (CEI 31-8)				
Dislocazione	Gruppo	MESG	Gas o vapore	Energia di innesco
Miniere	I		Metano (Grisou)	> 280 microjoule
Industrie di superficie	IIA	> 0,9 mm	Acetato di amile Acetato di etile Acetato di N-butile Acetato di N-propile Acetone Alcol amilico Alcol butilico Alcol etilico Ammoniaca Benzene Butano Cicloesano Cloroetilene Decano Eptano Esano Etanolo Etil-metil-chetone Gas di alto forno Iso-butanolo Iso-Ottano Matano Industriale Metanolo Monossido di carbonio Nitrato di Etilene N-butanolo Ossido di carbonio Pentano Propano (gas rappresentativo) Xilene	> 180 microjoule
	IIB	> 0,5 mm < 0,9 mm	1:3-Butadiene Etere dietilico Etilene (gas rappresentativo) Gas di città Gas di forno a coke Ossido di etilene	> 60 microjoule
	IIC	< 0,5 mm	Acetilene Idrogeno Nitrato di Etile Solfuro di carbonio	> 20 microjoule

Tabella 5.3 - Suddivisione in gruppi delle custodie in base al livello di pericolosità di un dato gas o vapore

Riteniamo utile infine richiamare una tabella che non è specifica per l'argomento che stiamo trattando, ma ha una importanza primaria. Parlando di custodie non possiamo non riferirci ai gradi di protezione degli involucri contro il contatto diretto delle persone e contro la penetrazione di corpi solidi e liquidi, codice IP.

1° cifra del codice IP - Protezione contro i corpi solidi		2° cifra del codice IP - Protezione contro i liquidi	
0	Non protetto	0	Non protetto
1	Protetto contro corpi solidi di dimensioni superiori a 50 mm. (es. il contatto accidentale con una mano)	1	Protetto contro la caduta verticale di gocce d'acqua
2	Protetto contro corpi solidi di dimensioni superiori a 12 mm (es. il dito di una mano)	2	Protetto contro la caduta di gocce di acqua con inclinazione massima di 15°
3	Protetto contro corpi solidi di dimensioni superiori a 2,5 mm (es.un cacciavite)	3	Protetto contro la pioggia
4	Protetto contro corpi solidi di dimensioni superiori a 1,0 mm (es. un filo)	4	Protetto contro gli spruzzi d'acqua
5	Protetto contro la polvere	5	Protetto contro i getti d'acqua
6	Totalmente protetto contro la polvere	6	Protetto contro le ondate
		7	Protetto contro gli effetti della immersione
		8	Protetto contro gli effetti della sommersione

Tabella 5.4 - Gradi di protezione degli involucri secondo norma EN 60529 (CEI 70-1)

6. Metodi di protezione delle apparecchiature

Una volta eseguita la classificazione delle aree, individuando all'interno di un impianto le zone in cui è necessario cautelarsi maggiormente da possibili esplosioni, risulta di fondamentale importanza la scelta delle apparecchiature da installare. Il rischio che si verifichi un'esplosione, lo ripetiamo, è legato alla formazione di archi e scintille o al formarsi di temperature superficiali eccessive. In sostanza, le custodie degli apparecchi installati nelle zone pericolose devono evitare questo, o, se ciò non fosse possibile, devono limitare al massimo i danni.

Esistono tanti metodi di protezione basati su un numero esiguo di filosofie protettive, che possiamo sintetizzare così:

- Filosofia contenitiva dell'esplosione.** L'idea non è quella di evitare l'esplosione a tutti i costi, ma quella di farla avvenire all'interno di una custodia che la contenga e la circoscriva. Il metodo di protezione **Ex-d** è realizzato su questo criterio.
- Filosofia preventiva dell'esplosione.** L'idea è quella di realizzare componenti elettrici più sofisticati che, nel loro normale utilizzo, non creano cause d'esplosione (quindi non raggiungono elevate temperature superficiali e non formano scintille). Le custodie di tipo **Ex-e ed Ex-n** sfruttano questo principio.
- Filosofia inoffensiva dell'esplosione.** Si realizzano componenti elettrici di potenza talmente limitata che, in ogni condizione di funzionamento, l'esplosione non si può comunque innescare. A sfruttare questo criterio è la modalità di protezione **Ex-i**.
- Filosofia isolativa dell'esplosione.** Un'altra idea semplice è quella di isolare i materiali elettrici che potrebbero essere causa dell'innescò per scintille o temperature elevate, dalla miscela combustibile-comburente, così da rendere di fatto impossibile l'esplosione. A sfruttare questo criterio abbiamo vari modi di protezione come **Ex-m, Ex-p, Ex-q, Ex-o**.



Figura 6.1 - Motore costruito con modo di protezione Ex-d (Ghirardi)

Forniamo allora qui di seguito un elenco, il più completo possibile, delle varie esecuzioni di apparecchiature Ex, con la loro definizione e le zone nelle quali possono essere utilizzate. Nei capitoli seguenti, analizzeremo in dettaglio le caratteristiche di ogni modalità di protezione.

Modo di protezione	Definizione	Aree di uso
Ex-d	Modo di protezione a prova d'esplosione	Zone 1 e 2
Ex-e	Modo di protezione a sicurezza aumentata	Zone 1 e 2
Ex-n	Modo di protezione "n"	Zona 2
Ex-i	Modo di protezione a sicurezza intrinseca	Zone 0, 1 e 2
Ex-m	Modo di protezione ad incapsulamento in resina	Zone 1 e 2
Ex-p	Modo di protezione a sovrappressione interna	Zone 1 e 2
Ex-q	Modo di protezione ad immersione sotto sabbia	Zone 1 e 2
Ex-o	Modo di protezione ad immersione in olio	Zone 1 e 2
Ex-s	Modo di protezione "s"	Zone 0, 1 e 2

Tabella 6.1 - Modalità di protezione delle apparecchiature e loro zone di installazione



Figura 6.2 - Custodia di derivazione in modo di protezione Ex-d IP65 (Ghirardi)

7. Modo di protezione Ex-d (EN 50018 - CEI 31-1)

L'idea fondante della modalità di protezione chiamata Ex-d è semplicemente geniale. Un vecchio detto afferma: se non puoi battere il nemico alleati con esso; è questo che fanno le apparecchiature protette con custodie Ex-d, le quali si "arrendono" all'esplosione - nel senso che la ipotizzano come non evitabile - ma resistono con tutte le loro forze alle sue conseguenze, cioè la contengono all'interno della custodia. La caratteristica principale quindi, di questo tipo di protezione è la sua robustezza, in quanto deve resistere alla sovrappressione interna che si crea nel caso di un'esplosione che avvenga dentro alla custodia. Immaginiamo di avere un componente elettrico in grado di innescare un'atmosfera esplosiva (scintille o temperatura elevata) e di volerlo proteggere con questa modalità. Cosa dobbiamo fare ? Lo prendiamo e lo inseriamo all'interno di un contenitore (vedi figura 7.1) che ha determinate caratteristiche:

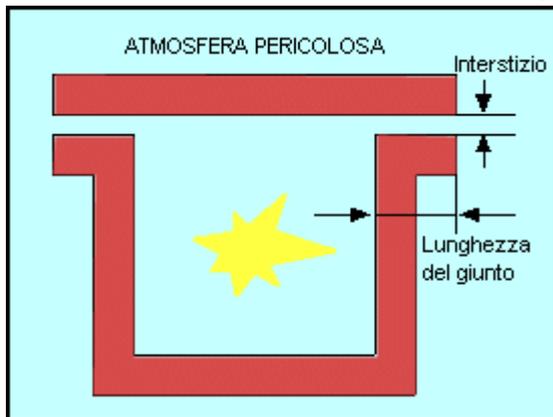


Figura 7.1 - Custodia in esecuzione Ex-d

1. **Una elevata resistenza meccanica** che gli consente di resistere ad eventuali esplosioni. I materiali utilizzati per realizzare queste custodie erano tempo fa la ghisa, mentre ora sono leghe di alluminio e di rame che non hanno problemi di corrosione. La norma prevede anche l'utilizzo di custodie in plastica, sotto certe condizioni, ma è un materiale che rimane confinato ad applicazioni di piccola componentistica come interruttori e pulsanti.
2. Non si deve pensare la custodia per forza come una scatola con un coperchio come espresso simbolicamente dalla figura 7.1. Bisogna allargare lo sguardo, **la custodia può avere qualsiasi forma e dimensione** e può essere un apparecchio illuminante che contiene i soliti reattore, tubo, starter, una custodia che contiene un intero motore, una scatola di derivazione, un quadro elettrico contenente vari componenti, un interruttore, un rilevatore di gas etc. La grande forza di questo sistema sta nel poter utilizzare componenti elettrici normalissimi inseriti semplicemente all'interno di queste custodie. Dovendo realizzare un impianto in luoghi con pericolo di esplosione si possono quindi acquistare solo prodotti generici e proteggere con custodie Ex-d solo quelli inseriti nelle zone pericolose, senza ricorrere all'acquisto di costosi prodotti specifici.
3. Come si nota dalla fig. 7.1 **la caratteristica costruttiva più significativa è il giunto** con la sua lunghezza e la sua "altezza" (interstizio). Il giunto rappresenta l'area esistente fra l'interno e l'esterno della custodia ed ha la indispensabile funzione di impedire che l'esplosione e la fiamma si propaghino all'esterno - dove c'è la presenza di un'atmosfera esplosiva. Per evitare questo, **i giunti devono essere adeguatamente lunghi e con interstizi piuttosto stretti, in modo che i gas combustibili che escono dalla custodia vengano sufficientemente raffreddati**. All'uscita così i gas non hanno più la possibilità di innescare l'esplosione all'esterno. Il giunto, così come dice la parola, non è nient'altro che l'unione fra due parti della custodia - come scatola e coperchio nella figura 7.1. Senza addentrarci troppo nelle soluzioni costruttive, possiamo indicativamente dire che esistono due tipologie di giunti, quelli non filettati e quelli filettati. L'unica differenza dei secondi rispetto ai primi sta nella filettatura interna, la quale comporta un percorso più lungo da percorrere per il gas in uscita, e quindi una maggiore possibilità di raffreddamento a parità di lunghezza (il percorso aumenta perchè il gas segue il filetto). La norma EN 50018 (CEI 31-1) "Costruzioni elettriche per atmosfere potenzialmente esplosive - Custodie a prova di esplosione "d" fornisce due tabelle per determinare le dimensioni dell'interstizio in funzione del giunto e del tipo di gas. La seguente tabella 7.1 è un estratto di queste tabelle per giunti flangiati, cilindrici o ad angolo.

Gruppo del gas	Gas rappresentativo	Volume della custodia (cm ³)	Lunghezza minima del giunto 9,5 mm	Lunghezza minima del giunto 25 mm
			Interstizio massimo (mm)	
IIA	Propano	V < 100	0,3	0,4
		V > 2000	-	0,4

IIB	Etilene	V < 100	0,2	0,2
		V > 2000	-	0,2
IIC	Idrogeno	V < 100	0,15	0,15
		V > 2000	-	0,15

Tabella 7.1 - Spessore dell'interstizio in base a lunghezza del giunto, gruppo di gas e volume della custodia
 Sempre le stesse norme CEI 31-1 prevedono che i giunti non vengano ostruiti e che se esiste un ostacolo - tipo parete, tubazioni, oggetti - alla fuoriuscita dei gas combusti, questo sia mantenuto ad una distanza minima: vedi la figura 7.2.

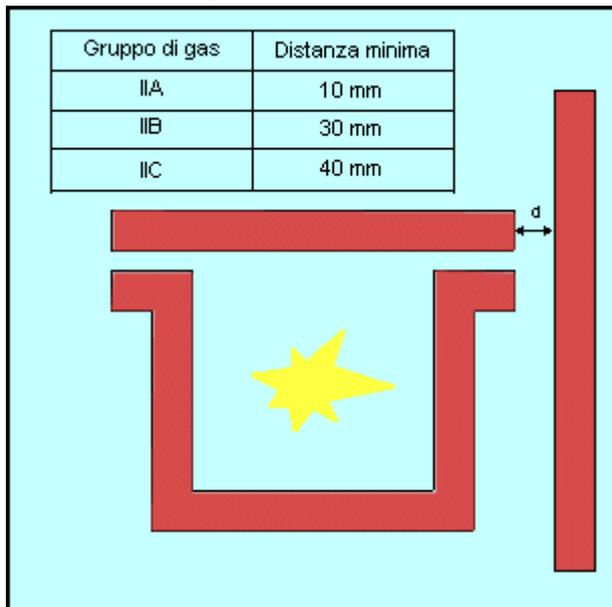


Figura 7.2 - Distanze minime da tenere tra limite del giunto ed ostacolo

Spesso viene inserita una guarnizione nel giunto. Occorre chiarire che questa precauzione può essere utile solo per migliorare il grado di protezione IP, ma non per migliorare la tenuta ai fini dell'ingresso di gas all'interno della custodia o ai fini della tenuta alla fiamma verso l'uscita.

Abbiamo detto che una grande forza del metodo Ex-d a prova di esplosione è quello di permettere di utilizzare componentistica elettrica normale, che viene solo rinchiusa in una custodia. Se i componenti che vengono inseriti nella custodia non hanno interazioni con l'esterno, come per i trasformatori, le morsettiere, i relè, i contattori, etc. non esiste il minimo problema, chiudiamo la custodia e il gioco è fatto, ma in molte situazioni occorre, dall'esterno, comandare apparecchiature che sono all'interno della custodia. E' il caso di interruttori, sezionatori, pulsanti e in genere tutti gli apparecchi di manovra: bisogna allora presiporre dall'esterno delle aste di manovra che permettano di comandare l'apparecchio interno. Tutto questo deve essere fatto rispettando le caratteristiche della custodia, ed ecco allora che l'asta di manovra si configura come un vero e proprio giunto, la cui lunghezza e interstizio rispettano le disposizioni normative già ricordate nella tabella 7.1.

Nelle figure 7.3 e 7.4 viene rappresentato uno stesso quadro, esternamente ed internamente, realizzato in esecuzione Ex-d: si può notare che la componentistica interna alla custodia è la stessa usata in qualsiasi tipo di quadro.



Figura 7.3 - Quadro di comando realizzato in esecuzione a prova di esplosione - visto dall'esterno (Ghirardi)



Figura 7.4 - Quadro di comando realizzato in esecuzione a prova di esplosione - visto dall'interno (Ghirardi)

8. Modo di protezione Ex-e (EN 50019 - CEI 31-7)

"Modo di protezione nel quale sono applicate misure complementari al fine di fornire una sicurezza aumentata contro la possibilità di temperature eccessive e la formazione di archi e scintille all'interno o sulle parti esterne di una costruzione elettrica che non produce archi o scintille in servizio normale". Così recita la definizione di sicurezza aumentata "e" tratta dall'ultima edizione, datata maggio 2002, della norma CEI 31-7. Che cosa significa dunque ? Innanzitutto che questo metodo di protezione ha un campo applicativo più ristretto dell'Ex-d, in quanto **applicabile solo alle apparecchiature elettriche che non provocano**, durante il loro funzionamento, **archi, scintille o temperature elevate**. Sono quindi **escluse quelle costruzioni**, come ad esempio i motori in corrente continua con spazzole e collettore o i contattori, che per il loro principio di funzionamento possono essere **causa di innesco di un'esplosione**. Bene, escludiamo queste, e prendiamo ad esempio una morsettiere: in condizioni ordinarie non è un apparecchio che possa provocare innesco; per proteggere la morsettiere col modo Ex-e, ed utilizzarla quindi anche in ambienti potenzialmente esplosivi, dobbiamo fare in modo che le cause di innesco (arco, scintilla o temperatura elevata) non si verifichino nemmeno in condizioni non ordinarie. Questo lo si ottiene attraverso particolari accorgimenti costruttivi, come il sovradimensionamento dell'apparecchiatura - che ne limita le temperature eccessive -, il rinforzamento dell'isolamento - che limita la formazione di archi -, l'aumento delle distanze fra parti meccaniche in movimento - che limita la possibilità di scintille -, e in genere una maggiore attenzione alla resistenza dei materiali impiegati e al grado di protezione delle custodie (IP).

Le apparecchiature pensate con questo modo di protezione non sono in grado di resistere ad una eventuale esplosione e quindi l'esplosione non deve avvenire.

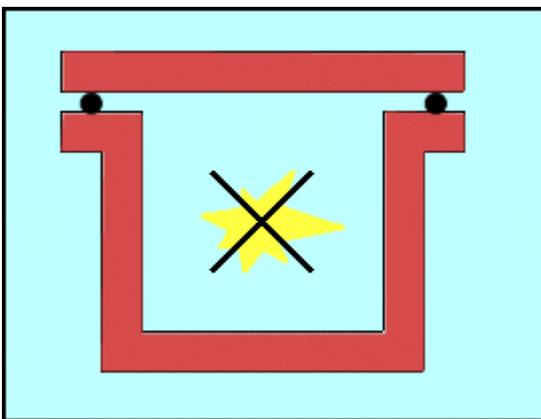


Figura 8.1 - Schematizzazione del modo di protezione Ex-e in cui viene evidenziata la impossibilità dell'esplosione

Quali sono allora le costruzioni adatte ad essere protette in questo modo ? La norma non pone limiti, ma indica una serie di prescrizioni particolari per alcune apparecchiature che si prestano piuttosto bene alla protezione a sicurezza aumentata:

- Macchine elettriche rotanti (come i motori asincroni con rotore a gabbia, ma non i motori a collettore)
- Apparecchi di illuminazione alimentati dalla rete (come lampade fluorescenti a catodo freddo o lampade a filamento di tungsteno)
- Lampade a mano con sorgente di alimentazione autonoma
- Apparecchi e trasformatori di misura
- Trasformatori diversi da quelli di misura
- Accumulatori (ad esempio al piombo o al nichel-cadmio)
- Casette di derivazione e di giunzione per usi generali
- Dispositivi di riscaldamento a resistenza

Questo elenco, come detto, non esclude che anche altre apparecchiature possano essere protette in sicurezza aumentata, ma rende almeno l'idea di quali siano le applicazioni più frequenti.

A proposito di frequenza, occorre dire che le apparecchiature maggiormente costruite su questi criteri sono le scatole di derivazione e di giunzione contenenti morsetti. Succede spesso di avere una combinazione di modi di protezione differenti, ad esempio con morsetti a protezione Ex-e e le altre parti dell'apparecchiatura a protezione Ex-d (perchè scintillanti e quindi non proteggibili con l'Ex-e).

Mentre nella protezione Ex-d si utilizza componentistica comune e la protezione è affidata alla custodia, ora la protezione è affidata al singolo componente, che deve quindi essere ad altissima tecnologia ed installato con estrema precisione. D'altro canto non esistono più difficoltà nei sistemi di chiusura delle custodie che è una problematica tipica dei sistemi protetti Ex-d.

Nel caso in cui, all'interno di una custodia contenente componenti protetti Ex-e, ci sia la necessità di inserire anche componenti come relè od interruttori (scintillanti e quindi vietati per l'Ex-e), questi vanno protetti con altri metodi come Ex-d, Ex-m, Ex-q.

Il metodo di protezione a sicurezza aumentata Ex-e va bene per apparecchiature destinate ad essere installate in zona 1 (gas) e zona 21 (polveri) e quindi ovviamente anche nelle zone 2 e 22.



Figura 8.2 - Scatola di derivazione in alluminio in esecuzione Ex-e IP65 (Cortem)



Figura 8.3 - Armatura illuminante in esecuzione combinata Ex-ed IP65 (Cortem)

9. Modo di protezione Ex-i (EN 50020 - CEI 31-9 ed EN 50039 - CEI 31-10)

Questo modo di protezione è chiamato a sicurezza intrinseca. Se andate su un dizionario vi accorgete che la parola "intrinseco" significa "che fa parte della sua natura, della sua essenza". Sappiamo che per innescare un'esplosione occorre fornire una certa quantità di energia (elettrica o termica), se noi questo livello di energia non lo raggiungiamo mai sarà impossibile avere un'atmosfera esplosiva, cioè saremo "intrinsecamente" sicuri. Il modo di protezione Ex-i si basa su questo concetto. Capirete quindi che **non è sicuramente un modo adatto a grandi apparecchiature**, ma si ritaglia un **suo uso** nelle applicazioni e **nei circuiti in cui l'energia in gioco è talmente bassa che non deve essere possibile raggiungere l'energia minima di innesco** della miscela M.I.E. (Minimum Ignition Energy): circuiti di controllo, di telecomunicazioni, di comando, di segnalazione, sensori, trasduttori, componenti elettronici e tutto ciò che sviluppa potenze estremamente basse. Questo deve avvenire, sia in condizioni ordinarie che in condizioni specificate di guasto (vedi categorie "ia" e "ib").

Gruppo di prodotto	Gas rappresentativo	Minima energia di innesco (MIE)
Gruppo I	Metano	280 microjoule
Gruppo IIA	Propano	180 microjoule
Gruppo IIB	Etilene	60 microjoule
Gruppo IIC	Idrogeno	20 microjoule

Tabella 9.1 - In un sistema a sicurezza intrinseca l'energia non deve superare questi valori

Ma l'energia posseduta o sviluppata da questi circuiti da dove proviene ? Chi conosce la basi dell'elettrotecnica, sa che qualsiasi circuito si può ridurre alla combinazione di un componente attivo, il

generatore, e di tre componenti passivi, il resistore R, l'induttore L e il condensatore C. L'energia allora può provenire o dall'alimentazione, o dai componenti passivi conservativi, cioè quelli in grado di accumulare energia: essi sono L che accumula energia sotto forma di campo magnetico legato al quadrato della corrente ($E = 1/2 * L * I^2$), e C che accumula energia sotto forma di campo elettrico legato al quadrato della tensione ($E = 1/2 * C * V^2$).

La norma CEI 31-9 fornisce a questo riguardo tre curve per ognuno dei tre casi:

- Circuito prevalentemente resistivo in cui l'energia sviluppata dipende dalla potenza della sorgente di alimentazione (V e I)
- Circuito prevalentemente induttivo in cui l'energia immagazzinata viene rilasciata sotto forma di arco elettrico in fase di apertura del circuito e dipende da L e da I
- Circuito prevalentemente capacitivo in cui l'energia immagazzinata viene rilasciata sotto forma di scintilla in fase di chiusura del circuito e dipende da C e da V

Dai tre grafici è possibile scoprire se la combinazione delle grandezze (ad esempio L ed I nel caso induttivo) portano a superare la minima soglia di innesco. E' da sottolineare che in circuito elettrico complesso, formato da tutti i componenti, il criterio della sicurezza deve essere soddisfatto in tutti e tre i casi, e se una sola delle condizioni non viene esaudita il circuito non si può dire intrinsecamente sicuro.

Se non si possono conoscere con sufficiente precisione i parametri, come i valori di capacità e induttanza, allora si deve ricorrere ad un metodo sperimentale.

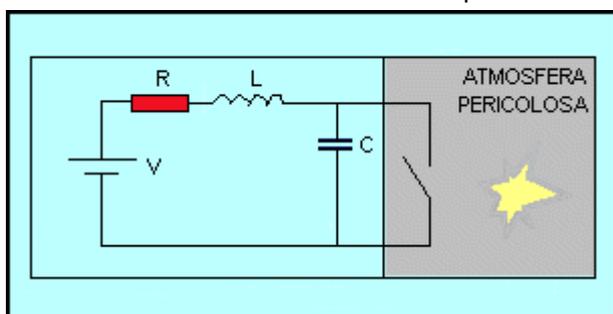


Figura 9.1 - Schematizzazione del modo di protezione a sicurezza intrinseca Ex-i

Le costruzioni elettriche a sicurezza intrinseca si suddividono in due categorie:

1. **Categoria "ia"**: se la costruzione elettrica garantisce la sicurezza, quando alimentata ai valori massimi di tensione, sia in condizioni ordinarie, sia in presenza di un guasto singolo e sia in presenza di una qualsiasi combinazione di due guasti. Adatta per installazioni in zona 0.
2. **Categoria "ib"**: se la costruzione elettrica garantisce la sicurezza, quando alimentata ai valori massimi di tensione, sia in condizioni ordinarie, sia in presenza di un guasto singolo. La non garantita sicurezza in presenza di doppio guasto rende queste costruzioni adatte solo per installazioni in zona 1 e successiva.

C'è da dire però che le costruzioni a sicurezza intrinseca non sono apparecchiature a se stanti, con una funzione ben precisa, ma fanno parte di un sistema più complesso formato da almeno tre elementi:

1. Costruzione elettrica a sicurezza intrinseca (o costruzione semplice)
2. Costruzione elettrica associata (definita anche barriera di protezione)
3. Cavi di collegamento tra 1 e 2

Dei sistemi a sicurezza intrinseca, formati da queste tre parti, si occupa la norma CEI 31-10.

Vediamo innanzitutto il significato delle parti che ci è invece spiegato dalla norma CEI 31-9.

Costruzione elettrica a sicurezza intrinseca: sono quelle costruzioni in cui tutti i circuiti sono ad energia così limitata che diventano in sé sicuri. Esempi di queste costruzioni sono trasduttori come i sensori induttivi, le elettrovalvole, i convertitori I/P, i trasmettitori di segnali, i generatori di tensione e corrente, etc.

Costruzione elettrica semplice: sono quelle costruzioni che rispondono ad una di queste caratteristiche:

- Elementi in grado di immagazzinare energia (Es. condensatori e induttori)
- Sorgenti di energia che non generino più di 1,5 V, 100 mA, 25 mW (Es. celle solari, termocoppie)
- Componenti passivi (Es. scatole di giunzione, interruttori, componenti a semiconduttore come LED, transistor, etc.)

Costruzione elettrica associata: le costruzioni a sicurezza intrinseca e le costruzioni semplici stanno in zona pericolosa (vedi fig. 9.2), ad esempio una termocoppia, ma il circuito di elaborazione del segnale della termocoppia normalmente è situato in zona non pericolosa. Si pone il problema dunque di far sì che i circuiti della zona sicura non trasferiscano energie pericolose all'interno della zona potenzialmente esplosiva; la cosa si risolve interponendo fra i due un'interfaccia di separazione, una barriera di protezione, che viene chiamata costruzione elettrica associata. Questa separazione può essere effettuata in due modi, passivamente attraverso circuiti contenenti diodi zener che scaricano a terra eventuali sovratensioni pericolose, o attivamente attraverso l'interposizione di separatori galvanici come fotoaccoppiatori o

trasformatori.

Cavi di collegamento: sono cavi unipolari o bipolari normali che possono costituire un pericolo solo nel caso di grandi lunghezze a causa dell'immagazzinamento di energia attraverso le sue componenti induttive e capacitive.

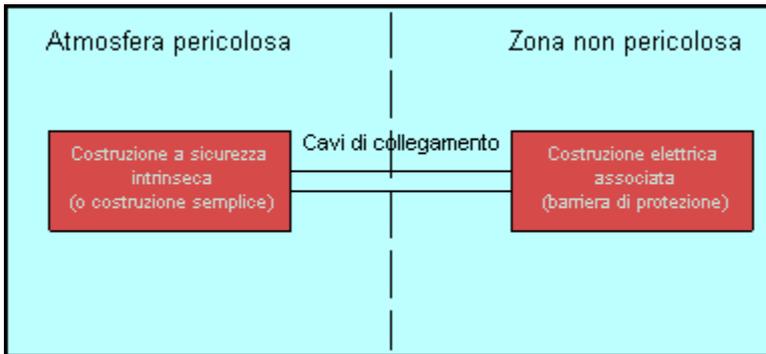


Figura 9.2 - Schematizzazione di un sistema a sicurezza intrinseca

Un sistema a sicurezza intrinseca è definito come "insieme di costruzioni elettriche interconnesse, descritto in un documento del sistema, nel quale i circuiti o parte dei circuiti, destinati ad essere utilizzati in un'atmosfera esplosiva, sono circuiti a sicurezza intrinseca" dalla norma CEI 31-10.

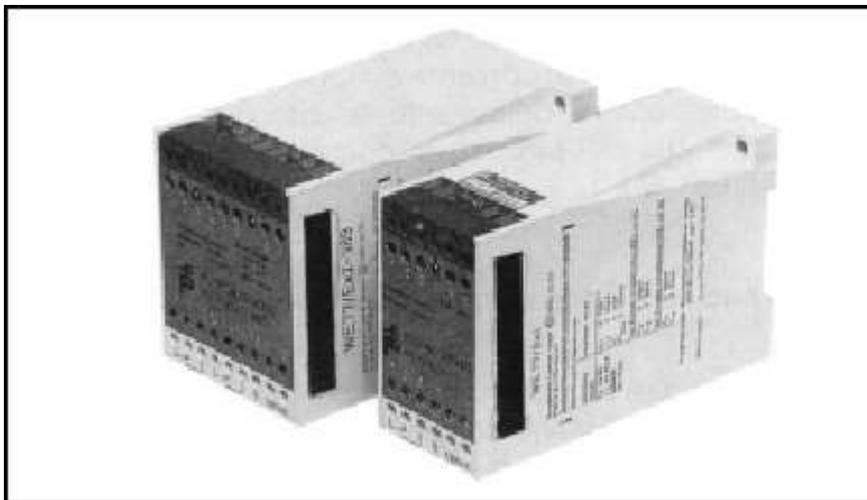


Figura 9.3 - Barriere di protezione a separazione galvanica (Ghirardi)

10. Modo di protezione Ex-n (EN 50021 - CEI 31-11)

Il modo di protezione Ex-n non ha una definizione, come gli altri, perchè in realtà consiste in un insieme di metodi di protezione diversi, che vengono utilizzati a seconda del tipo di apparecchiatura che si deve proteggere. Poichè questo modo di protezione non prende in considerazione l'ipotesi di guasto o situazione anomala, ma solo una situazione di funzionamento ordinario, **è adatto solo per la zona 2**. Nella zona 2, ricordiamolo, la probabilità che si crei un'atmosfera potenzialmente esplosiva è estremamente bassa, e nel contempo la maggior parte delle zone pericolose sono proprio zone 2. E' quindi comprensibile l'importanza di questo metodo, anche se tuttora più dal punto di vista teorico che pratico, in quanto ancora poco utilizzato, almeno in Italia.

Abbiamo detto che i metodi di protezioni utilizzati sono diversi e quindi giustamente la norma CEI 31-11 distingue cinque modi, ognuno contraddistinto da una tecnica di costruzione e una filosofia di protezione differente. Vediamo nella tabella 10.1 la sintesi di questi "sottomodi".

Modo di protezione	Definizione
Ex-nA	Apparecchiature elettriche non scintillanti
Ex-nC	Apparecchiature elettriche scintillanti
Ex-nL	Apparecchiature a limitazione di energia
Ex-nP	Apparecchiature a pressurizzazione semplificata
Ex-nR	Custodie a respirazione limitata

Tabella 10.1 - I diversi modi di protezione Ex-n tutti adatti solo per la zona 2 (e 22)

Analizziamo in dettaglio le caratteristiche di questi modi:

1. **Ex-nA** - Metodo adatto per le costruzioni non scintillanti, cioè quelle che, in funzionamento normale, non possono generare inneschi per scintille, archi o temperature elevate. Fanno parte di queste apparecchiature i **motori asincroni con rotore a gabbia** e comunque i motori senza collettore e spazzole), le **scatole di derivazione** e giunzione e gli **apparecchi illuminanti**. In questo caso il rischio di innesco è veramente minimo.
2. **Ex-nC** - Metodo adatto per le costruzioni elettriche scintillanti. In questo caso occorre prendere provvedimenti affinché le sostanze infiammabili non entrino in contatto con le parti scintillanti. Le tecniche di protezione usate sono le seguenti:
 - o **Dispositivi di interruzione a cella chiusa** - In questo caso si accetta l'eventualità che avvenga una esplosione (come nel modo di protezione Ex-d), all'interno di una cella chiusa - in cui sono contenute le parti che possono produrre scintille come ad esempio interruttori o relè - ma si fa in modo che essa non possa propagarsi all'esterno.
 - o **Dispositivi a chiusura ermetica** - Qui si impedisce che l'atmosfera potenzialmente esplosiva, situata all'esterno del dispositivo, finisca all'interno, attraverso la chiusura ermetica in custodie metalliche saldate o fuse.
 - o **Dispositivi a tenuta** - Sono dispositivi che non devono essere aperti durante il funzionamento normale e hanno una tenuta nei confronti dell'ingresso dell'atmosfera esterna potenzialmente esplosiva.
 - o **Componenti non innescanti** - Sono componenti costruiti in modo che, o il meccanismo di contatto, o la custodia in cui sono inseriti, impediscono di fatto l'innesco (sempre e solo in condizioni ordinarie di funzionamento)
3. **Ex-nL** - Metodo adatto per le apparecchiature che, nel loro normale funzionamento, producono o rilasciano un'**energia talmente bassa da rendere impossibile raggiungere il livello di innesco** (come nel modo di protezione Ex-i).
4. **Ex-nP** - Metodo basato sul principio "qui ci sto io e tu non entri". Viene creata e mantenuta una **sovrapressione all'interno della custodia** in cui ci sono gli elementi scintillanti, in modo che l'atmosfera esterna a pressione minore - potenzialmente esplosiva - non possa entrare (come nel modo di protezione Ex-p).
5. **Ex-nR** - E' il metodo forse più originale come idea. Non viene impedita completamente l'entrata di gas o vapori infiammabili nelle custodie, ma solo limitata; in questo modo **occorre un tempo elevato perchè all'interno della custodia si raggiunga una concentrazione tale da superare il limite inferiore di esplosibilità**. Originale, ma forse un pò troppo rischioso.

Essendo apparecchiature destinate alla zona 2 o 22 (categoria 3G o 3D secondo la direttiva ATEX 94/9/CE) le procedure di certificazione sono semplificate, e non occorre l'esame CE di tipo da parte di un organismo notificato.

Per ora le maggiori applicazioni di questo metodo si rivolgono alle apparecchiature non scintillanti come l'armatura illuminante di figura.



Figura 10.1 - Armatura illuminante in esecuzione Ex-nA (Cortem)

11- Modo di protezione EX-p (EN 50016 - CEI 31-2)

Il sistema di protezione adottato dal modo di protezione Ex-p è molto semplice come idea, un pò meno come realizzazione. L'idea è quella di **creare una sovrapressione all'interno della custodia da proteggere, in modo che l'atmosfera esterna potenzialmente esplosiva non possa entrare** a causa della forza di pressione creata all'interno. Questa sovrapressione la si ottiene introducendo nelle custodie aria o gas inerte.

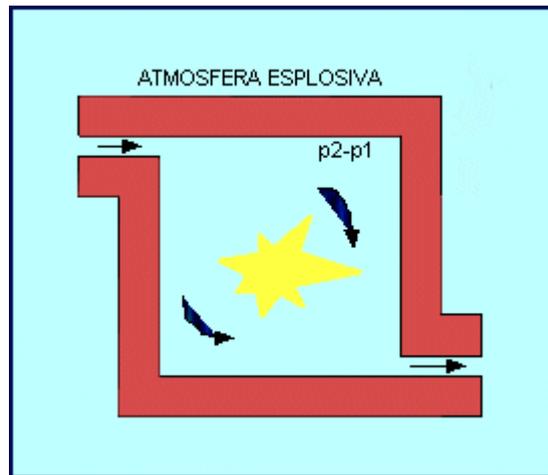


Figura 11.1 - Schematizzazione del modo di protezione Ex-p

Esistono tre tecniche differenti per creare e mantenere nelle custodie una pressione superiore a quella atmosferica. Vediamole:

1. **Sovrapressione con circolazione continua del gas di protezione.** In questo caso il gas utilizzato è in genere l'aria che viene prelevata dall'esterno, mandata a pressione di almeno 50 Pa (0,5 mbar) all'interno della custodia e poi scaricata all'esterno. Questa tecnica viene utilizzata spesso nei motori in quanto si sfrutta l'aria di sovrappressione anche per il raffreddamento.
2. **Sovrapressione con compensazione delle perdite.** Qui il gas inerte non viene fatto circolare, ma viene immessa una quantità di gas sufficiente solo a compensare le perdite fisiologiche della custodia che si presume non perfettamente a tenuta.
3. **Sovrapressione statica.** Significa che viene introdotto il gas a pressione e poi non si fa più nulla presumendo che la pressione rimanga inalterata nel tempo. Si presume, ovviamente l'uso di custodie a tenuta, senza le quali questo metodo non funziona.

In quali applicazioni viene adottato questo modo di protezione? Essenzialmente per apparecchiature di elevate dimensioni: grandi motori, intere cabine elettriche, grossi quadri elettrici, trasformatori, etc.

Forse ci avete già pensato, il tipo di protezione deve essere sottoposto a continui controlli per essere certi della presenza della sovrappressione: questo rende complesso e costoso il modo Ex-p, che infatti non ha una grande diffusione.

Frequentemente accade che l'Ex-p non venga utilizzato da solo per proteggere l'intera apparecchiatura, ma in combinazione con altri modi; pensate a cosa potrebbe accadere se il sistema di controllo della pressione avesse un guasto: il sistema di sicurezza e di segnalazione si troverebbe ad operare in un ambiente non protetto. Ecco allora che i circuiti di sicurezza che diventano operativi in caso di guasto, vengono normalmente protetti con custodie a prova di esplosione Ex-d.

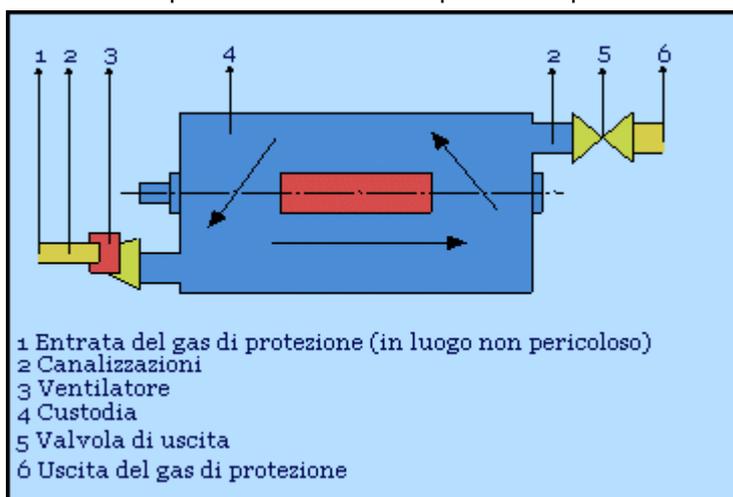


Figura 10.2 - Macchina elettrica rotante a sovrappressione interna con compensazione delle perdite con un ventilatore interno di raffreddamento. La pressione, in tutti i punti in cui si può produrre una perdita, è superiore al valore minimo di 0,5 mbar

12 - Modo di protezione Ex-m (EN 50028 - CEI 31-13)

Il modo di protezione Ex-m **consiste nell'incapsulare il componente da proteggere in un composto di resina**, in modo che l'atmosfera esplosiva esterna non possa essere innescata.

La modalità è abbastanza semplice, ma come si può intuire è **applicabile solo a piccoli componenti** (pensate ad un quadro o ad un motore inglobati in un blocco di resina!). Infatti le principali applicazioni

presenti e soprattutto future (l'Ex-m è un metodo di giovane età) si rivolgono a circuiti stampati, singoli componenti come condensatori, transistor, relè statici, sensori, pile, fusibili, accumulatori, circuiti di alimentazione per lampade e comunque tutti i componenti statici in generale.

La protezione per incapsulamento, come previsto dalla norma EN 60079-14 - CEI 31-33, è adatta per la zona 1 (e 21 se parliamo di polveri). Tuttavia, esiste una tecnica di incapsulamento speciale, chiamata Ex-m, basata su un principio di doppia protezione, tale per cui in caso di guasto la sicurezza viene garantita dalla protezione aggiuntiva, che è adatta anche per la zona 0. Le prescrizioni da adottare per raggiungere questo grado aggiuntivo di protezione ed ottenere un incapsulamento speciale sono indicate nella norma EN 50284 - CEI 31-43.

Il componente incapsulato, ha bisogno di collegamenti con il resto dell'impianto e quindi si pone il problema di come inserire questo cavo senza alterare la protezione del composto di resina. In genere si lascia un tratto di conduttore nudo nel composto, della lunghezza di almeno 5 mm.

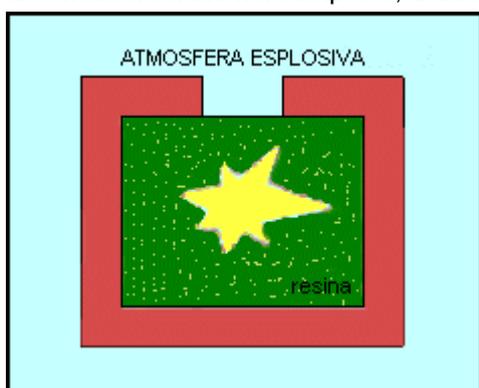


Figura 12.1 - Schematizzazione del modo di protezione Ex-m

13 - Modo di protezione Ex-o (EN 50015 - CEI 31-5)

Modo di protezione secondo il quale **le costruzioni elettriche o parti di esse sono immerse in un liquido di protezione (in genere olio)** in maniera tale che un'atmosfera esplosiva che si trovi al di sopra del liquido o all'esterno della custodia (vedi fig. 13.1) non possa essere innescata. E' questa la definizione della norma e spiega abbastanza bene di cosa si tratta. Un'altra cosa che si capisce abbastanza bene sono i problemi di manutenzione e controllo che si incontrano, per mantenere il livello dell'olio, per mantenere la pressione a livelli adeguati sia in custodie ermetiche che non ermetiche, per svuotare e riempire la custodia in caso di lavori sull'apparecchiatura.

Da quanto detto, si può concludere che anche questo modo non gode di grande popolarità. Quando sentiamo parlare di olio, pensiamo subito ai trasformatori, ed è infatti essenzialmente su queste macchine che si concentra il modo di protezione Ex-m.



Figura 13.1 - Schematizzazione del modo di protezione Ex-o

14 - Modo di protezione Ex-q (EN 50017 - CEI 31-6)

Il modo di protezione Ex-q, chiamato a riempimento pulverulento, è simile all'Ex-o, solo che **le parti suscettibili di innescare un'atmosfera esplosiva sono immerse in un materiale di riempimento (particelle di quarzo o di vetro)**, invece che nell'olio. Una delle differenze è quindi che, mentre è pensabile far funzionare una macchina in movimento immersa in olio, altrettanto non lo è se è immersa in sabbia.

Qui non viene impedito l'ingresso del gas all'interno della custodia, ma viene impedita comunque l'esplosione per il fatto che la fiamma viene estinta nel suo propagarsi attraverso il percorso nel materiale di riempimento.

Le principali applicazioni vengono ristrette alle apparecchiature funzionanti in bassa tensione (1000

V è la massima tensione di alimentazione ammessa). E' tipico il suo uso per i condensatori di rifasamento delle lampade fluorescenti protette con l'Ex-e.

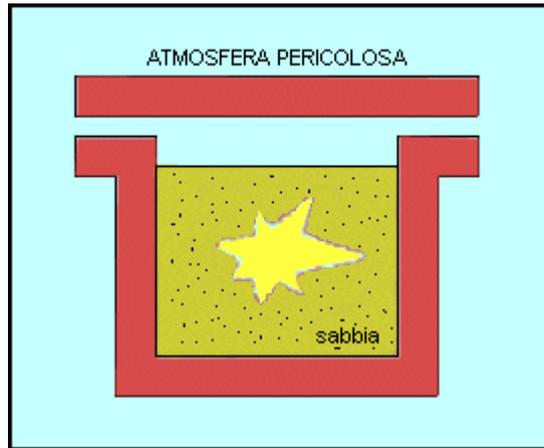


Figura 14.1 - Schematizzazione del modo di protezione Ex-q

15 - Modo di protezione Ex-s

Come avrete notato, nel titolo di fianco al simbolo della **protezione Ex-s**, non è stata indicata **alcuna norma di riferimento**, al contrario dei metodi precedenti. Infatti, ciò che caratterizza questo modo di protezione è che non è coperto da nessuna norma. Viene chiamato modo di protezione speciale.

Succede che vengono adottate, da parte delle aziende costruttrici, delle soluzioni di protezione che non sono previste da nessuna norma, ma che vengono ritenute equivalenti ai fini della sicurezza. L'azienda allora sottopone l'apparecchiatura all'esame di un organismo nazionale riconosciuto. Se le prove di laboratorio confermano l'equivalenza nella protezione, viene rilasciato un certificato che attesta l'apparecchiatura realizzata con modo di protezione Ex-s. Questo certificato ha validità solo nazionale, e quindi se si vuole utilizzare l'apparecchiatura anche in altro paese, occorre rifare la certificazione anche in quel paese.

In definitiva le soluzioni definite Ex-s sono sperimentazioni che, a volte, poi col tempo, diventano di uso comune e vengono regolarizzate in una norma.

16 - Modi di protezione composti

Molto spesso accade che una apparecchiatura elettrica, per la sua protezione, non si appoggi su un singolo modo di protezione, ma su due o più modi: tipico è l'esempio del motore protetto con custodia a prova di esplosione Ex-d, con morsettiera protetta con il modo a sicurezza aumentata Ex-e.

La necessità nasce dal fatto che l'Ex-e si applica solo alle apparecchiature che non possono essere causa di innesco; se la costruzione nel suo complesso comprende anche parti scintillanti o ad elevata temperatura, ecco allora l'esigenza di proteggere queste parti in modo differente.

Si parla in questi casi di modo di sicurezza composto, e composto è anche il codice che contraddistingue il modo di protezione: dopo le lettere Ex si mettono i codici dei modi di protezione in ordine di importanza.



Figura 16.1 - Torcia portatile in esecuzione EEx-e ib IIC T4 (Ghirardi)

Nell'esempio di fig. 16.1 abbiamo una torcia portatile protetta in esecuzione a sicurezza aumentata e sicurezza intrinseca in categoria ib, adatta ad essere utilizzata in atmosfere con gas del gruppo IIC (idrogeno), con classe di temperatura T4 (135 °C).

17 - Corrispondenza tra costruzioni Ex e zone di installazione

Una volta analizzati tutti i modi di protezione delle apparecchiature vediamo di fare un quadro riassuntivo che ci dica dove possono essere utilizzate: zone 0, 1 o 2 per i gas e zone 20, 21 e 22 per le polveri.

Luoghi con presenza di gas o vapori infiammabili

Per i gas i riferimenti per effettuare questa classificazione sono innanzitutto la norma EN 60079-14 - CEI 31-33, e la direttiva ATEX 94/9/CE. Riassumiamo in una tabella le scelte possibili.

Modo di protezione delle apparecchiature	Zona con pericolo di esplosione secondo norma EN 60079-14 - CEI 31-33			Classificazione prodotti secondo direttiva ATEX 94/9/CE	
	Zona 0	Zona 1	Zona 2	Gruppo	Categoria
Ex-ia	idoneo	ridondante	ridondante	II	1G
Ex-ma	idoneo	ridondante	ridondante	II	1G
Ex-s per zona 0	idoneo	ridondante	ridondante	II	1G
Ex-d	vietato	idoneo	ridondante	II	2G
Ex-e	vietato	idoneo	ridondante	II	2G
Ex-p	vietato	idoneo	ridondante	II	2G
Ex-m	vietato	idoneo	ridondante	II	2G
Ex-o	vietato	idoneo	ridondante	II	2G
Ex-q	vietato	idoneo	ridondante	II	2G
Ex-ib	vietato	idoneo	ridondante	II	2G
Ex-s per zona 1	vietato	idoneo	ridondante	II	2G
Ex-n	vietato	vietato	idoneo	II	3G
Ex-s per zona 2	vietato	vietato	idoneo	II	3G
tipo industriale selezionato	vietato	vietato	idoneo	II	3G

Tabella 17.1 - Scelta delle costruzioni elettriche in base alla zona di installazione (gas)

La tabella 17.1 merita qualche commento e qualche chiarimento. Il termine **idoneo** significa che quel tipo di costruzione garantisce un livello adatto di sicurezza per quella zona. Il termine **ridondante** significa che quel tipo di costruzione garantisce un livello sovrabbondante di sicurezza per quella zona, e sicuramente dal punto di vista economico non sembra la scelta migliore. Ci pare offensivo spiegare il termine **vietato**.

Dei vari modi di protezione abbiamo già parlato; rimane da chiarire solo l'ultima voce della tabella "tipo industriale selezionato". Infatti la CEI EN 60079-14 prevede anche questa possibilità, che consiste nell'utilizzare costruzioni elettriche conformi a prescrizioni di una norma riconosciuta, con precise caratteristiche per evitare inneschi (quindi zona 2) e selezionate da un esperto. In sintesi, una persona, che si dichiarasse e si sentisse esperto del settore, potrebbe, sotto la sua responsabilità, prevedere una soluzione in qualche modo personale all'installazione in zona 2. Si presume che in pochi vorranno prendersi questa responsabilità, anche se minima, considerando il basso livello di rischio che si ha in zona 2.

Luoghi con presenza di polveri combustibili

Per le polveri, i riferimenti per effettuare la scelta delle costruzioni sono due: da un lato la vecchia CEI 64-2 in vigore fino al 30 giugno 2003, dall'altro la nuova norma EN 50281-1-2 / CEI 31-36, già in vigore in coabitazione e la direttiva ATEX 94/9/CE che si applica anche alle polveri e non solo ai gas. Come già fatto precedentemente, ragioniamo solo in termini della nuova norma.

I criteri che vanno seguiti, secondo la norma, per stabilire quali apparecchiature vadano installate nelle varie zone sono i seguenti:

1. La massima temperatura superficiale T delle custodie non deve essere naturalmente superiore alla temperatura di innesco della cosiddetta "nube di polvere" T_{cl} (miscela aria-polvere). In realtà, per maggiore sicurezza, la norma impone che $T < 2/3 T_{cl}$. Inoltre, la massima temperatura superficiale delle custodie deve rispondere anche ad una seconda condizione, relativa alla pericolosità dello strato di polvere che si può formare su una custodia: $T = T_{5mm} - 75 K$, dove T_{5mm} è la temperatura di accensione di uno strato di polvere di 5 mm (per strati diversi la norma consente la consultazione di un grafico). In definitiva la max temperatura superficiale accettabile diventa la minore fra le due - quella della nube e quella dello strato.
2. Tutte le apparecchiature devono rispettare i dettami della direttiva ATEX 94/9/CE.
3. Tutte le apparecchiature devono ovviamente avere un adeguato grado di protezione nei confronti della penetrazione della polvere.

Caratteristiche delle apparecchiature	Zona con pericolo di esplosione secondo norma EN 50281-1-2 CEI 31-36		
	Zona 20	Zona 21	Zona 22
Grado di protezione	IP 6X	IP 6X	IP 6X (se polveri conduttrici) IP 5X (se polveri non conduttrici)*
Classificazione secondo direttiva ATEX 94/9/CE	II 1D	II 2D	II 3D
Temperatura massima superficiale (T)	T < Tmax	T < Tmax	T < Tmax
* una polvere è conduttrice se la sua resistività elettrica è inferiore o uguale a 1000 ohm*m			

Tabella 17.2 - Scelta delle costruzioni elettriche in base alla zona di installazione (polveri)

Detto questo, possiamo evidenziare che tutti i tipi di costruzioni e di modi di protezione visti per i gas, i vari Ex-d, Ex-e, etc., possono essere utilizzati anche per le polveri, a patto che siano rispettate anche le condizioni viste sopra.

18 - Realizzazione e installazione degli impianti

Impianti nei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di gas

La norma da seguire per realizzare gli impianti in questi tipi di luoghi è la EN 60079-14 (CEI 31-33) "Impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di gas (diversi dalle miniere)".

Visti quali sono i metodi di realizzazione dei vari tipi di custodie da utilizzare nei luoghi con pericolo di esplosione, andiamo ad analizzare con quali modalità e quali accorgimenti devono essere eseguiti gli impianti elettrici in tali luoghi. Sinteticamente possiamo restringere le tipologie di impianto in tre filoni principali:

1. **Impianto in tubo** - metodo predominante in USA, Sud-America, Medio ed estremo Oriente.
2. **Impianto in cavo con entrata diretta nella custodia** - metodo predominante in GB, Spagna.
3. **Impianto in cavo con entrata indiretta nella custodia** - metodo predominante in Germania, Italia, Francia, Europa dell'Est.

I tre metodi hanno costi e livelli di sicurezza differenti, anche se bisogna dire che la normativa li considera alternativi uno all'altro, senza ordini di preferenza. Vediamone allora le caratteristiche.

Impianti in tubo

Realizzare un impianto in tubo significa porre tutti i conduttori all'interno di tubi filettati metallici (Fig. 18.1). I tubi rigidi utilizzabili sono quelli previsti dalle norme UNI 7683 e UNI 8863, in attesa che venga recepita una apposita norma IEC.

E' questo un tipo di **impianto con un livello di protezione meccanica decisamente elevato**, adatto quindi in quei luoghi dove questo problema è particolarmente sentito (es. industrie chimiche e petrolifere). Anche la **sicurezza dell'impianto è particolarmente elevata**, anche in relazione all'uso dei giunti di bloccaggio.

D'altra parte un impianto siffatto è **totalmente rigido e quindi poco adattabile a modifiche di cablaggio**, **l'installazione è onerosa** e i tubi tendono ad arrugginire col tempo.

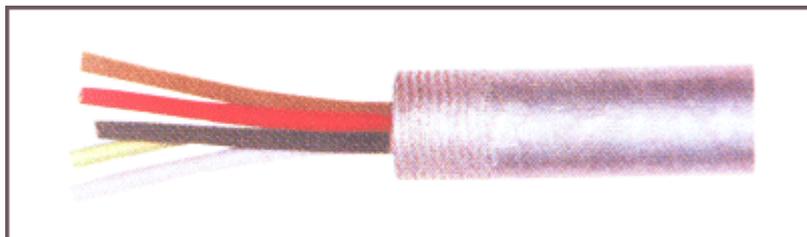


Figura 18.1 - Conduttori posti all'interno di un tubo filettato (Cortem)

Per evitare che un'eventuale esplosione si propaghi attraverso i tubi di collegamento tra una custodia e un'altra, la normativa impone che all'uscita di ogni custodia, venga inserito, prima del tubo un cosiddetto **"raccordo o giunto di bloccaggio"** (fig. 18.2), un elemento che riempito di resina non permette la trasmissione dell'esplosione attraverso il tubo portacavi. Questo giunto sigillante non deve essere installato ad una distanza superiore a 45 cm dalla custodia. Deve essere inoltre installato ogni volta che si passa da una zona considerata ordinaria ad una zona ritenuta con pericolo di esplosione. Il riempimento del raccordo con la miscela di bloccaggio, in genere resina epossidica, è un'operazione delicata che va effettuata con una

serie di precauzioni atte ad impedire che si formino zone vuote che potrebbero vanificare l'arresto della fiamma.

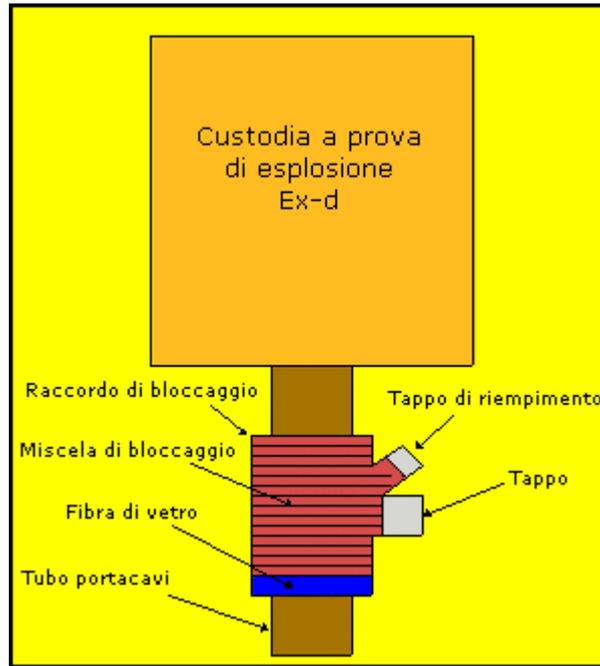


Figura 18.2 - Entrata di un tubo portacavi all'interno di una custodia EX-d attraverso un raccordo di bloccaggio

Un'altra prescrizione che va seguita è legata al massimo riempimento dei tubi, il cui diametro deve essere almeno 1,4 volte superiore al diametro del cerchio formato dai cavi.

Abbiamo detto che i tubi utilizzati sono normalmente rigidi, ma ci sono situazioni in cui può essere utile e sensato utilizzare tubi flessibili, come ad esempio quando occorre collegare ad esempio un quadro con una apparecchiatura soggetta a vibrazioni come un motore. Questi tubi flessibili sono considerati componenti se la loro lunghezza è inferiore ai 45 cm e come accessori in caso contrario. Questa considerazione ci fornisce la scusa per parlare di questa distinzione esistente nel mondo degli impianti antideflagranti. Un elemento è considerato un componente di impianto quando viene utilizzato in abbinamento ad una costruzione elettrica ed in questo caso ha bisogno di una certificazione come le apparecchiature (la lettera U nel certificato attesta che si tratta di un componente). Un accessorio è una parte di apparecchiatura talmente semplice che non abbisogna di certificazioni, come i manicotti, le curve, le riduzioni, i tubi rigidi, etc.



Figura 18.3 - Esempio di impianto realizzato in tubo. Si notano tra una custodia e l'altra i raccordi di bloccaggio (Ghirardi)

Impianti in cavo con entrata diretta nella custodia

Questo tipo di impianto somiglia molto di più ad impianto tradizionale, in quanto i cavi non vengono inseriti in tubi metallici rigidi, ma vengono posati con le modalità normali. Nel caso dell'entrata diretta, la conduttura entra direttamente nella custodia attraverso la barriera costituita da un pressacavo con guarnizione (fig. 18.4), che impedisce ad una eventuale esplosione di propagarsi al di fuori della cassetta.

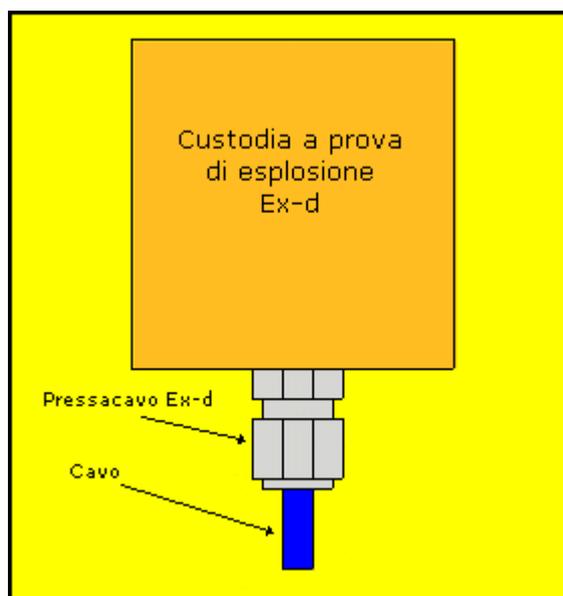


Figura 18.4 - Modalità di entrata diretta in una custodia Ex-d di un cavo

I pressacavi utilizzati devono rispondere alle caratteristiche della norma EN 50018 (CEI 31-1) e ne esistono di due tipi: per **cavi armati** - fig. 18.5 - (cavi con armatura che assicura oltre ad una certa resistenza meccanica anche la continuità di massa) e per **cavi non armati** - fig. 18.6 - (validi quando il rischio di danneggiamenti meccanici è limitato e la continuità con la terra non obbligatoria).

La guarnizione dei pressacavi deve avere una lunghezza tale da assicurare la tenuta dell'esplosione, in genere almeno uguale alla lunghezza del giunto di laminazione della custodia.

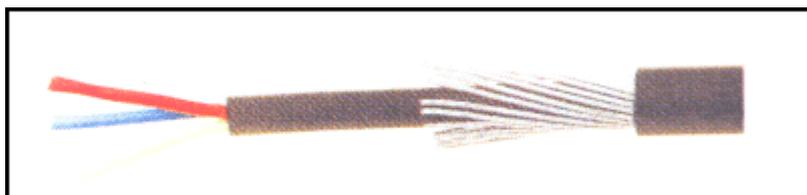


Figura 18.5 - Cavo armato, necessita di un pressacavo per cavo armato (Cortem)

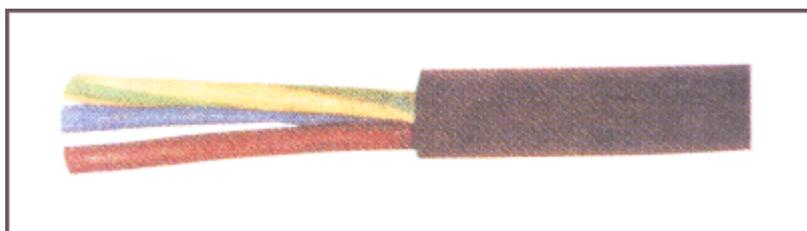


Figura 18.6 - Cavo non armato, necessita di un pressacavo per cavo non armato (Cortem)

Sia che si utilizzino cavi armati che cavi non armati, ovviamente occorre rispettare alcune prescrizioni installative come non inserire più cavi nello stesso pressacavo e utilizzare pressacavi con diametro interno uguale al diametro del cavo.



Figura 18.7 - Esempio di impianto realizzato in cavo (Ghirardi)
Impianti in cavo con entrata indiretta nella custodia

In questo caso il cavo non entra direttamente nella custodia a prova di esplosione Ex-d, ma passa attraverso quella che possiamo chiamare una "camera di de-esplosione", in genere a sicurezza aumentata Ex-e, nella quale sono contenuti i morsetti di collegamento. I cavi poi proseguono ed arrivano, attraverso degli isolatori passanti sigillati nella camera Ex-d che contiene le apparecchiature che potrebbero provocare scintille (Fig. 18.8). Questi isolatori sigillati sono considerati come componenti e non come accessori.

La norma EN 60079-14 (CEI 31-33) prevede poi alcune prescrizioni aggiuntive di installazione per quanto riguarda le apparecchiature Ex-e, Ex-i, Ex-p.

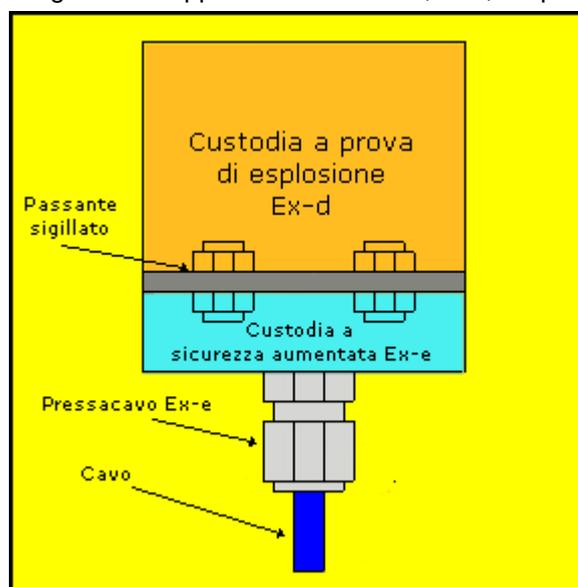


Figura 18.8 - Modalità di entrata indiretta in una custodia Ex-d di un cavo

Impianti nei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di polveri

Le prescrizioni relative all'installazione delle costruzioni elettriche nelle zone con pericolo di esplosione per la presenza di polveri combustibili, le troviamo nella norma EN 50281-1-2 (CEI 31-36). Non sono molte, ma possiamo elencare le più importanti:

- I tipi di cavo utilizzabili sono:
 1. Cavi infilati in tubi filettati
 2. Cavi intrinsecamente protetti contro danni meccanici e impermeabili alla polvere, come ad esempio i cavi ad isolamento termoplastico, schermati o con armatura, con guaina in PVC, PCP o similare, oppure i cavi racchiusi in una guaina di alluminio, con o senza armatura, o ancora cavi ad isolamento minerale con guaina metallica
 3. Cavi con protezione esterna
- I percorsi dei cavi devono essere fatti in modo da limitare effetti di attrito e di accumulo di cariche elettrostatiche
- Tutti i circuiti devono essere provvisti di un mezzo efficace di sezionamento completo del circuito comprendente il neutro
- Occorre prendere precauzioni per limitare il più possibile il deposito di polveri sui cavi
- Se questo non fosse possibile, occorre considerare nel calcolo della portata dei cavi, un effetto di riduzione dovuto all'accumulo di polvere che impedisce lo smaltimento del calore
- Se i cavi devono attraversare pavimenti, pareti, etc. che formano una barriera per la polvere, l'attraversamento deve lasciare inalterate le caratteristiche della barriera, cioè il foro va sigillato

19 - Impianto di messa a terra

L'impianto di terra nei luoghi con pericolo di esplosione assume una doppia importanza, rispetto a quello che è il suo ruolo tradizionale. Qui, non è "solamente" un'installazione atta alla protezione delle persone contro i contatti indiretti, ma diventa un mezzo fondamentale per prevenire la formazione di scintille pericolose che potrebbero innescare un'atmosfera esplosiva.

Oltre alle solite disposizioni da seguire in materia di impianti di messa a terra - CEI 64-8, CEI 11-1, CEI 81-1 - vanno applicate altre precauzioni per fare in modo che la sicurezza dell'impianto antideflagrante, così faticosamente costruita con tutti gli altri accorgimenti, non venga invalidata.

Queste precauzioni le andiamo a cercare nella EN 60079-14 (CEI 31-33) per i gas e nella EN 50281-1-2 (CEI 31-36), ma le loro pagine ci regalano delusioni, in quanto l'argomento, per quanto importante, viene appena sfiorato. Mentre stiamo per cadere nel vuoto normativo, ci aggrappiamo allora alla stampella della

vecchia CEI 64-2, che morta come norma, rinasce come guida. Facendo un mix fra le varie disposizioni possiamo quindi dire che per realizzare un impianto che potremmo chiamare Ex-DOC dobbiamo rispettare e fare attenzione a:

1. **Proteggere le persone dai contatti indiretti.** Ma questo lo fa o almeno dovrebbe farlo qualsiasi impianto di terra.
2. **Proteggere contro l'innescò di esplosioni per guasto a terra.** Al fine di evitare la formazione di scintille capaci di provocare l'accensione dell'atmosfera esplosiva per la presenza di gas, si deve impedire ogni contatto con parti nude attive (a meno che non siano a sicurezza intrinseca). Un sistema TT utilizzato in zona 1 deve essere protetto da un dispositivo differenziale. Viene ribadito il divieto di utilizzo del sistema TN-C in un luogo pericoloso. Un sistema IT deve essere dotato di un dispositivo di controllo dell'isolamento per segnalare il primo guasto verso terra. Nei luoghi pericolosi viene richiesta la creazione di un sistema di equipotenzialità a cui connettere tutte le masse e le masse estranee e che può comprendere conduttori di protezione, tubi metallici, guaine metalliche dei cavi, armature in filo d'acciaio e parti metalliche di strutture, ma non può comprendere conduttori di neutro. Altre parti metalliche che non sono masse estranee come porte e finestre non richiedono il collegamento.

L'equipotenzialità viene in genere realizzata attraverso una rete equipotenziale comprendente anche le tubazioni degli impianti. I collegamenti devono essere effettuati in modo da evitare il loro allentamento col tempo, il quale provocherebbe un pericoloso aumento della resistenza di contatto. Gli impianti di protezione catodica non devono essere collegati al sistema di equipotenzialità.

3. **Proteggere contro le scariche elettrostatiche.** "Nella progettazione di impianti elettrici, devono essere presi provvedimenti per ridurre ad un livello sicuro gli effetti dell'elettricità statica", così dice lo stringato articolo 6.4 della EN 60079-14. Cerchiamo quindi informazioni altrove.

Possiamo intanto dire che **le scariche elettrostatiche sono causate dal trasferimento di elettroni da un oggetto ad un altro**, nel momento in cui l'intensità del campo elettrico fra i due corpi supera la rigidità dielettrica dell'aria. La carica elettrica si può formare per sfregamento e separazione tra due corpi differenti, come ad esempio per calpestio su pavimenti sintetici, per sfregamento di indumenti sintetici, per srotolamento di nastri di plastica, per movimento di nastri trasportatori, per flusso di liquidi o di polveri, per l'azione di pulitura a vapore, per l'uso di verniciatura a spruzzo, per l'uso di cinghie di trasmissione (in cui c'è la continua separazione delle superfici di contatto, autentica manna per la separazione delle cariche elettriche), e altro ancora.

La prima precauzione che potremmo prendere è quella di evitare tutte queste situazioni, e comunque in ogni caso non potremmo sentirci al sicuro. Poichè **una persona elettrostaticamente carica, toccando un materiale conduttore può generare una scintilla in grado di innescare un'atmosfera esplosiva**, è bene che i pavimenti nelle zone pericolose siano di tipo conduttivo, come conduttive devono essere le calzature indossate dagli operatori.

Le precauzioni, in qualche modo attive che si possono mettere in atto per prevenire i rischi di accumulo di cariche elettrostatiche sono fondamentalmente tre.

1 - **Aumentare il livello di umidità del locale** - infatti in ambienti molto secchi la resistività dei materiali isolanti tende ad aumentare notevolmente, impedendo così a volte che la loro resistenza verso terra sia inferiore ad 1 Mohm, limite al di sotto del quale si considera che ci sia una sufficiente dispersione delle cariche. Si raccomanda comunque un tasso di umidità non inferiore al 20%.

2 - **Aumentare il livello di ionizzazione dell'aria** - il sistema consiste nell'inondare l'aria con ioni positivi e negativi, così che quando l'aria ionizzata viene a contatto con una superficie carica, la superficie attrae gli ioni di polarità opposta. Il risultato è che l'elettricità statica che si era formata sugli oggetti viene neutralizzata. Ovviamente questo sistema non si limita ad eliminare le cariche esistenti, ma tende a prevenirne la formazione.

3 - **Collegare a terra tutte le parti metalliche sedi di accumulo di cariche** - questa è la precauzione di carattere impiantistico e consiste nel rendere equipotenziali le zone pericolose attraverso il collegamento a terra ed equipotenziale di tutte le masse, le masse estranee e tutte le parti metalliche degli impianti di lavorazione che potrebbero essere causa di accumulo di cariche elettrostatiche. Una citazione a parte merita il caso del carico e scarico di liquidi infiammabili trasportati con autobotti. In questo caso le autobotti devono essere rese equipotenziali con l'impianto fisso, perchè altrimenti potrebbero essere provocate scintille nel contatto fra un corpo carico (autobotte o cisterna caricata dal movimento del fluido) con uno generalmente con carica inferiore (l'impianto locale). La connessione fra i due sistemi avviene per mezzo di una pinza di messa a terra costruita in modo tale che non vengano prodotte scintille al momento del collegamento (fig. 19.1), in quanto il contatto vero e proprio viene fatto avvenire in una camera a prova di esplosione Ex-d.



Fig. 19.1 - Pinza Ex-d usata per il collegamento a terra di autobotti e cisterne durante le operazioni di carico e scarico. Il contatto a terra avviene all'interno del corpo della pinza in una camera Ex-d solamente dopo aver allacciato la pinza all'impianto di terra locale. (Cortem)

4. **Proteggere contro le scariche atmosferiche** - Qui bisogna fare una distinzione. I luoghi in cui si lavorano o immagazzinano sostanze esplosive devono in ogni caso essere protetti contro le scariche atmosferiche. Per i luoghi, invece, con pericolo di esplosione per presenza di gas o polveri, occorre valutare la situazione attraverso le norme CEI 81-1 e CEI 81-4, e se è il caso installare LPS esterni, LPS interni o limitatori di sovratensione (SPD).
5. **Proteggere contro le sovratensioni prodotte da parti metalliche protette catodicamente** - Ricordiamo che la protezione catodica (in genere a corrente impressa) è un sistema utilizzato per prevenire e proteggere dalla corrosione delle parti metalliche interrato di un impianto, in genere condutture o serbatoi. La norma EN 60079-14 proibisce espressamente questo metodo di protezione nelle zone 0 e 20. Nelle aree con un unico impianto di terra, le condutture protette catodicamente, che escono dal terreno in una zona pericolosa, devono essere collegate con le masse e le masse estranee non protette catodicamente poste fuori terra. Quando le parti metalliche protette catodicamente entrano od escono dall'area di influenza dell'impianto di terra, devono essere provviste di giunti isolanti posti all'esterno dell'area stessa.

20.a - Verifica e manutenzione

I riferimenti normativi che trattano del delicato tema della verifica degli impianti nei luoghi con pericolo di esplosione sono la norma CEI EN 60079-17 (CEI 31-34) "Verifica e manutenzione degli impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di gas (diversi dalle miniere)" e la guida CEI-ISPEL fascicolo 3683R per la verifica delle installazioni elettriche nei luoghi pericolosi. Non esiste al momento una norma che riguardi in specifico le verifiche nei luoghi pericolosi per la presenza di polveri combustibili. La Guida CEI-ISPEL era nata per guidare le verifiche di legge (quelle per intenderci previste fino a poco tempo fa dal DPR 547/55 ed ora dal DPR 462/01) e prende come riferimento la "vecchia" CEI 64-2: di conseguenza, anche se i suoi contenuti sono ancora validi, dovrà essere aggiornata. Prendiamo allora come riferimento la norma CEI 31-34 che offre utili indicazioni sul significato di verifica e sulla sua realizzazione pratica.

La specificità degli impianti elettrici in questi luoghi, impongono una attenzione ed una cura particolari nel mantenere l'integrità delle specifiche caratteristiche che permettono il funzionamento nelle atmosfere potenzialmente esplosive.

La norma CEI 31-34 definisce la verifica come l'azione che implica l'attento esame di un componente dell'impianto, eseguita senza smontarlo, oppure, se necessario, con l'aggiunta di un particolare smontaggio, completata talora da misure, al fine di raggiungere una valida conclusione sullo stato del componente stesso. A proposito di smontaggio, l'azione di verifica può essere smontata in tre fasi, in tre tipi di esami, che, a partire dal più superficiale sono:

- **Verifica a vista** - E' la verifica che permette di identificare i difetti a occhio nudo, senza l'utilizzo di attrezzi o misure. Ad esempio può essere la mancanza di una vite o un bullone, il non rispetto di distanze minime, la mancanza di giunti di bloccaggio, etc. Le custodie non vengono aperte e gli apparecchi sono sotto tensione.
- **Verifica ravvicinata** - E' la verifica che consente di andare un pò oltre, e ad esempio capire, tramite l'ausilio di un attrezzo, se la vite o il bullone sono allentati, se ci sono guarnizioni inadatte, etc. Anche questo tipo di esame non prevede l'apertura delle custodie e il sezionamento dell'impianto.
- **Verifica dettagliata** - E' la verifica che implica l'utilizzo di utensili per l'apertura delle custodie e di strumentazione di misura. Gli apparecchi vengono sezionati dalla sorgente di energia.

Un'altra classificazione nasce dal momento nel quale la verifica viene svolta. Se effettuata su tutte le costruzioni elettriche e gli impianti elettrici prima della messa in servizio dell'impianto, si parla di **verifica iniziale**. La verifica iniziale viene fatta per accertare che il modo di protezione scelto e la sua installazione siano appropriate. Se le costruzioni elettriche non sono state modificate, ci si può riferire ad una verifica equivalente effettuata dal costruttore.

Se la verifica viene effettuata, sempre in modo sistematico su tutti gli elementi dell'impianto, ad intervalli regolari di tempo, si parla di **verifica periodica**. L'intervallo fra le verifiche periodiche non deve superare comunque i tre anni. Sulle costruzioni elettriche mobili (come gli apparecchi per la saldatura elettrica), particolarmente soggette al danneggiamento, l'intervallo deve scendere ad un anno. Per queste costruzioni devono essere prese precauzioni, per fare in modo che vengano usate solo nei luoghi appropriati al loro modo di protezione, al gruppo del gas ed alla classe di temperatura.

Ricordiamo che è prevista anche una terza modalità di verifica, quella a campione, cioè eseguita non a tappeto su tutto, ma su una parte proporzionale degli elementi dell'impianto. La **verifica a campione** è accettata laddove esami a vista e ravvicinati attestino buone condizioni dell'impianto e le prime verifiche dettagliate confermino questa tendenza. Il numero di verifiche a campione può essere tanto inferiore quanto maggiori sono le risultanze positive delle verifiche precedenti. La verifica a campione dovrebbe in genere avere lo scopo di controllare l'effetto delle condizioni ambientali, delle vibrazioni, dei difetti di progettazione.

Effettuazione delle verifiche

Per effettuare le verifiche - che devono essere svolte solo da personale esperto sui vari modi di protezione, sulle modalità di installazione, sulle leggi e norme pertinenti e sui principi generali della classificazione dei luoghi pericolosi - deve essere disponibile la seguente documentazione aggiornata:

1. La **classificazione dei luoghi pericolosi**
2. Il **gruppo e la classe di temperatura delle costruzioni elettriche**
3. L'**elenco e la posizione nell'impianto delle costruzioni elettriche**, dei ricambi e delle informazioni tecniche per consentire di mantenere l'utilizzo delle apparecchiature in conformità al loro modo di protezione

Dopo la verifica iniziale, per assicurare che le installazioni siano mantenute in condizioni soddisfacenti si devono effettuare verifiche periodiche (o in alternativa assoggettare gli impianti a supervisione continua da parte di personale esperto), stabilendo un intervallo di verifica in base ai possibili deterioramenti che può subire l'impianto. La norma CEI 31-34 indica una serie di cause che possono influire sul deterioramento delle apparecchiature: la sensibilità alla corrosione, l'esposizione a prodotti chimici o solventi, il rischio di accumulo di polveri o sporcizia, il rischio di penetrazione d'acqua, l'esposizione a temperature anomale, la formazione e l'esperienza del personale, il rischio di modifiche o di regolazioni non autorizzate, il rischio di manutenzioni non in conformità con le raccomandazioni del costruttore. In figura 20.1 viene indicata una possibile procedura da seguire per effettuare le verifiche.

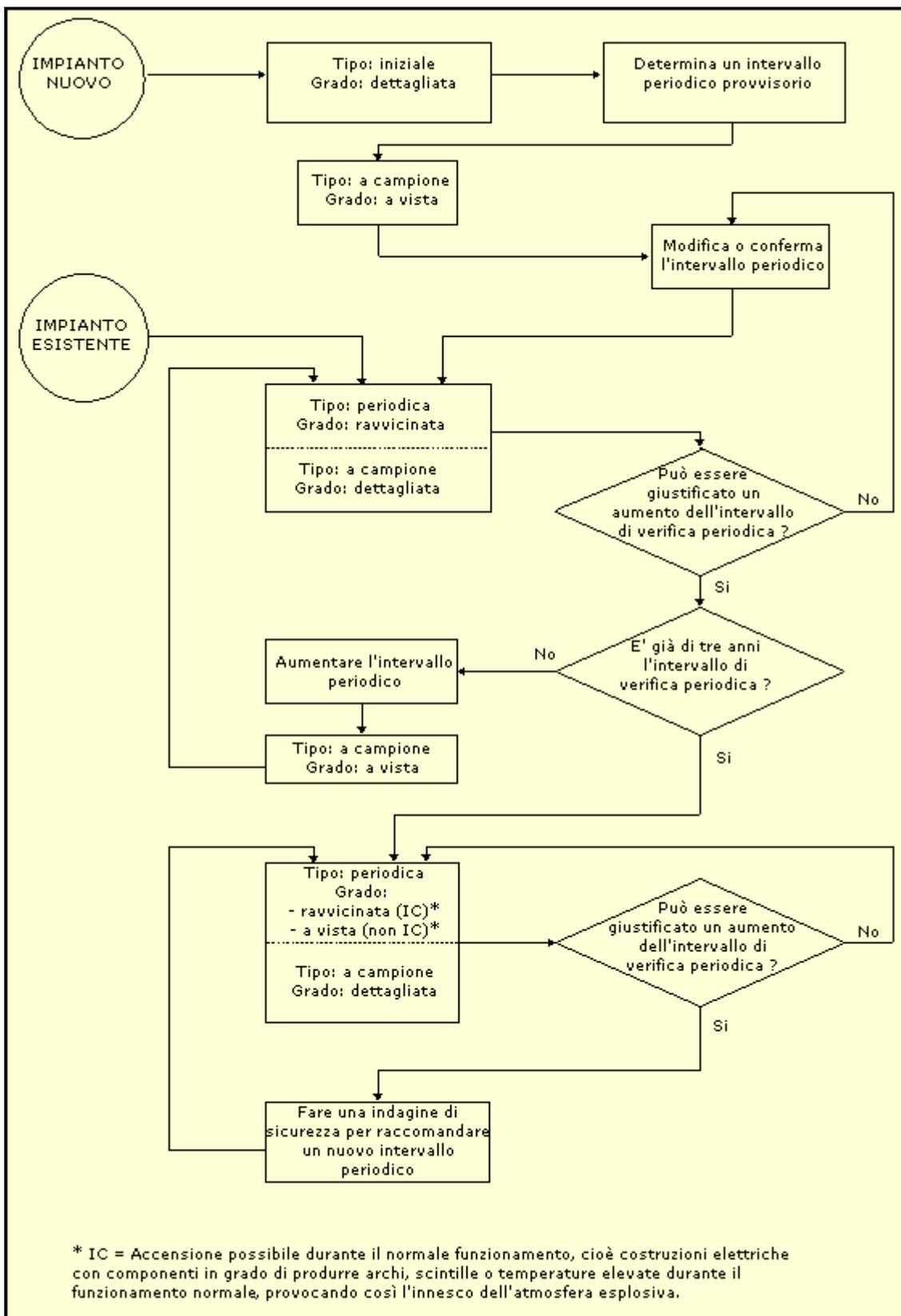


Figura 20.1 - Procedura tipica per le verifiche periodiche (da norma CEI 31-34)

Tra una verifica periodica e l'altra, si devono effettuare verifiche a campione che serviranno, oltre che per controllare l'impianto, anche a ridefinire, se necessario, l'intervallo e il grado (vista, ravvicinata, dettagliata) della verifica.

Ulteriori verifiche vanno svolte nel caso in cui siano state eseguite sostituzioni, riparazioni, modifiche o regolazioni sui componenti.

Un altro momento di verifica deve essere quello nel quale l'apparecchiatura elettrica viene spostata da un luogo ad un altro o la classificazione del luogo cambia: occorrerà controllare che il modo di protezione, il gruppo della custodia e la classe di temperatura siano adatti alle nuove condizioni.

Nelle tabelle seguenti sono proposte le schede di ispezione normative per i vari tipi di impianti Ex. Le schede sono suddivise in tre livelli di verifica: sulle costruzioni elettriche, sugli impianti e sulle condizioni ambientali nelle quali l'impianto è installato.

20.b - Verifica e manutenzione

Scheda di verifica per impianti Ex-d, Ex-e, Ex-n										
Verificare che: D=Dettagliata - R=Ravvicinata - V=A Vista		Ex-d			Ex-e			Ex-n		
		Grado di verifica								
		D	R	V	D	R	V	D	R	V
A	Costruzioni elettriche									
1	La costruzione elettrica sia adatta alla classificazione del luogo pericoloso	*	*	*	*	*	*	*	*	*
2	Il gruppo della costruzione elettrica sia corretto	*	*		*	*		*	*	
3	La classe di temperatura della costruzione elettrica sia corretta	*	*		*	*		*	*	
4	L'identificazione del circuito della costruzione elettrica sia corretta	*			*			*		
5	L'identificazione del circuito della costruzione elettrica sia disponibile	*	*	*	*	*	*	*	*	*
6	La custodia, le parti di vetro e le guarnizioni e/o i materiali di tenuta tra vetro e metallo siano in condizioni soddisfacenti	*	*	*	*	*	*	*	*	*
7	Non esistano modifiche non autorizzate	*			*			*		
8	Non esistano modifiche non autorizzate visibili		*	*		*	*		*	*
9	Viterie, dispositivi d'ingresso cavi (diretti e indiretti) ed elementi di chiusura siano di tipo corretto e siano completi e a tenuta - esame fisico - esame a vista	*	*		*	*		*	*	*
10	Le superfici dei giunti piani siano pulite, non danneggiate e le eventuali guarnizioni siano in condizioni soddisfacenti	*								
11	Gli interstizi dei giunti piani siano conformi ai valori massimi ammessi	*	*							
12	Le caratteristiche nominali, il tipo e la posizione delle lampade siano corretti	*			*			*		
13	Le connessioni elettriche siano ben serrate				*			*		
14	Le condizioni delle guarnizioni delle custodie siano soddisfacenti				*			*		
15	I dispositivi d'interruzione in cella chiusa ed a chiusura ermetica non siano danneggiati							*		
16	Le custodie a respirazione limitata siano soddisfacenti							*		
17	Le ventole dei motori siano ad una distanza sufficiente dalla custodia e/o dagli elementi di protezione	*			*			*		
B	Impianti									

1	Il tipo di cavo sia appropriato	*			*			*				
2	I cavi non presentino danni evidenti	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
3	La sigillatura di passanti, condotti, tubi e/o tubi protettivi sia soddisfacente	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
4	I raccordi di bloccaggio e le cassette di giunzione dei cavi siano correttamente riempiti	*										
5	Sia mantenuta l'integrità dei sistemi con tubo protettivo e la relativa interfaccia con sistemi misti	*			*			*				
6	I conduttori di terra, compresi tutti i collegamenti equipotenziali supplementari, siano soddisfacenti (es. le connessioni siano serrate ed i conduttori abbiano una sezione sufficiente) - esame fisico - esame a vista	*			*			*				
7	L'impedenza dell'anello di guasto (sistema TN) o la resistenza di terra (sistema IT) sia soddisfacente	*			*			*				
8	La resistenza d'isolamento sia soddisfacente	*			*			*				
9	I dispositivi elettrici automatici di protezione operino entro i limiti permessi	*			*			*				
10	I dispositivi elettrici automatici di protezione siano correttamente tarati (il ripristino automatico non è possibile in zona 1)	*			*			*				
11	Siano rispettate le speciali condizioni d'uso (ove applicabili)	*			*			*				
12	Le estremità dei cavi non utilizzati siano correttamente protette	*			*			*				
13	Gli ostacoli adiacenti ai giunti flangiati delle custodie a prova di esplosione siano in accordo con l'EN 60079-14 (CEI 31-33)	*	*	*								
C	Condizioni ambientali											
1	Le costruzioni elettriche siano adeguatamente protette contro la corrosione, le condizioni atmosferiche, le vibrazioni ed altri fattori avversi	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
2	Non esista accumulo inammissibile di polvere o sporcizia	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
3	Gli isolanti elettrici siano puliti e asciutti				*			*				

Tabella 20.1 - Programma di verifica per gli impianti Ex-d, Ex-e, Ex-n (da norma CEI 31-34)

20.c - Verifica e manutenzione

Scheda di verifica per impianti Ex-i				
Verificare che:		Grado di verifica		
		Dettagliata	Ravvicinata	A vista
A	Costruzioni elettriche			
1	La documentazione dei circuiti e/o delle costruzioni elettriche sia adatta alla classificazione del luogo	*	*	

	pericoloso			
2	La costruzione elettrica installata sia quella precisata nella documentazione - solo per costruzioni elettriche fisse	*	*	
3	La categoria ed il gruppo del circuito e/o della costruzione elettrica siano corretti	*	*	
4	La classe di temperatura della costruzione elettrica sia corretta	*	*	
5	L'installazione sia chiaramente targhettata	*	*	
6	Non esistano modifiche non autorizzate	*		
7	Non esistano modifiche non autorizzate visibili		*	*
8	Le barriere di sicurezza, i relè ed altri dispositivi di limitazione dell'energia siano di tipo approvato, siano installati secondo i requisiti della certificazione e siano convenientemente messi a terra se necessario	*	*	*
9	Le connessioni elettriche siano ben serrate	*		
10	I circuiti stampati siano puliti e non danneggiati	*		
B	Impianti			
1	I cavi siano installati conformemente alla documentazione	*		
2	La schermatura dei cavi sia collegata a terra secondo la documentazione	*		
3	I cavi non presentino danni evidenti	*	*	*
4	La sigillatura dei passanti, dei condotti e dei tubi e/o dei tubi protettivi sia soddisfacente	*	*	*
5	Le connessioni punto a punto siano tutte corrette	*		
6	La continuità dei conduttori di terra sia soddisfacente (per es. le connessioni siano serrate ed i conduttori abbiano una sezione sufficiente)	*		
7	Le connessioni di terra non inficino l'integrità del modo di protezione	*	*	*
8	Il circuito a sicurezza intrinseca sia isolato rispetto alla terra o sia messo a terra soltanto in un punto (riferirsi alla documentazione)	*		
9	La separazione dei circuiti a sicurezza intrinseca da quelli non a sicurezza intrinseca sia assicurata laddove tutti i circuiti siano in una stessa custodia di distribuzione od in uno stesso scomparto	*		
10	La protezione dal cortocircuito dei circuiti di alimentazione, ove applicabile, sia in accordo con la documentazione	*		
11	Siano rispettate, ove richiesto, le speciali condizioni d'uso	*		
12	Le estremità dei cavi non utilizzati siano correttamente protette	*	*	*
C	Condizioni ambientali			
1	Le costruzioni elettriche siano adeguatamente	*	*	*

	protette contro la corrosione, le condizioni atmosferiche, le vibrazioni ed altri fattori avversi			
2	Non esista accumulo esterno inammissibile di polvere o sporcizia	*	*	*

Tabella 20.2 - Programma di verifica per gli impianti Ex-i (da norma CEI 31-34)

20.d - Verifica e manutenzione

Scheda di verifica per impianti Ex-p				
Verificare che:		Grado di verifica		
		Dettagliata	Ravvicinata	A vista
A	Costruzioni elettriche			
1	La costruzione elettrica sia adatta alla classificazione del luogo pericoloso	*	*	*
2	Il gruppo della costruzione elettrica sia corretto	*	*	
3	La classe di temperatura della costruzione elettrica sia corretta	*	*	
4	L'identificazione del circuito della costruzione elettrica sia corretta	*		
5	L'identificazione del circuito della costruzione elettrica sia disponibile	*	*	*
6	La custodia, le parti di vetro e le guarnizioni e/o i materiali di tenuta tra vetro e metallo siano in condizioni soddisfacenti	*	*	*
7	Non esistano modifiche non autorizzate	*		
8	Non esistano modifiche non autorizzate visibili		*	*
9	Le caratteristiche nominali, il tipo e la posizione delle lampade siano corretti	*		
B	Impianti			
1	Il tipo di cavo sia adatto	*		
2	I cavi non presentino danni evidenti	*	*	*
3	I conduttori di terra, compresi tutti i collegamenti equipotenziali supplementari, siano soddisfacenti (es. le connessioni siano serrate ed i conduttori abbiano una sezione sufficiente) - esame fisico - esame a vista	*	*	*
4	L'impedenza dell'anello di guasto (sistema TN) o la resistenza di terra (sistema IT) sia soddisfacente	*		
5	I dispositivi elettrici automatici di protezione operino entro i limiti ammessi	*		
6	I dispositivi elettrici automatici di protezione siano correttamente tarati	*		

7	La temperatura del gas di protezione immesso sia inferiore alla massima specificata	*		
8	I condotti, le tubazioni e le custodie siano in buon stato	*	*	*
9	Il gas di protezione sia privo di impurità	*	*	*
10	La pressione e/o la portata del gas di protezione siano adeguate	*	*	*
11	I manometri e/o gli indicatori di portata, gli allarmi e gli interblocchi, funzionino correttamente	*		
12	Il tempo di lavaggio prima di dare tensione sia adeguato	*		
13	Le condizioni di installazione di barriere antiscintilla ed antiparticelle nelle canalizzazioni di uscita del gas che attraversino luoghi pericolosi siano soddisfacenti	*		
14	Siano rispettate le particolari condizioni d'uso (ove applicabili)	*		
C	Condizioni ambientali			
1	Le costruzioni elettriche siano adeguatamente protette contro la corrosione, le condizioni atmosferiche, le vibrazioni ed altri fattori avversi	*	*	*
2	Non esista accumulo inammissibile di polvere o sporcizia	*	*	*

Tabella 20.1 - Programma di verifica per gli impianti Ex-p (da norma CEI 31-34)

20.e - Verifica e manutenzione

Con l'entrata in vigore, il 23 gennaio 2002, del DPR 462/01 sono cambiate le modalità di denuncia degli impianti Ex. Riassumiamo qui le procedure necessarie per adempiere agli obblighi di legge nel caso appunto degli impianti realizzati nei luoghi con pericolo di esplosione.

1. L'Installatore realizza l'impianto.

2. Una volta realizzato l'impianto, **l'Installatore esegue le verifiche previste dalle norme e dalle disposizioni di legge** sull'impianto stesso.

3. **L'Installatore rilascia al datore di lavoro, la dichiarazione di conformità** ai sensi dell'art. 9 della legge 46/90 e compilata in base al modello previsto dal DM 20/2/92. La dichiarazione viene sottoscritta dall'installatore, è datata e riporta la descrizione dell'impianto e i riferimenti normativi, oltre che l'indirizzo dell'immobile presso cui è installato l'impianto.

4. Solo dopo il ricevimento della dichiarazione di conformità, **il datore di lavoro può mettere in esercizio l'impianto**, cioè iniziare l'attività lavorativa (in questo caso, al momento attuale l'impianto non è ancora omologato).

5. **Entro trenta giorni** dalla messa in esercizio dell'impianto **il datore di lavoro invia una copia della dichiarazione di conformità all'ASL/ARPA** territorialmente competenti. Nei comuni in cui sia stato attivato lo Sportello Unico per le attività produttive, la copia va inviata ad esso, che provvederà all'inoltro al soggetto precedente (ASL/ARPA). In questo caso, poiché l'omologazione dell'impianto è subordinato alla prima verifica dell'ASL/ARPA, è meglio inviare, insieme alla dichiarazione di conformità, anche gli allegati obbligatori e facoltativi previsti dal DM 20/2/92, cioè eventuale progetto, relazione con tipologie dei materiali utilizzati, schemi, riferimenti a dichiarazioni di conformità precedenti, copia del certificato di riconoscimento dei requisiti tecnico-professionali. Il datore di lavoro, pertanto, invia insieme alla dichiarazione ed agli allegati, un modulo di trasmissione della dichiarazione in cui si descrive localizzazione, tipologia e dimensioni dell'impianto.

6. **L'ASL/ARPA rilascia un attestato di avvenuta ricezione della dichiarazione di conformità**, trasmessa dal datore di lavoro o dallo sportello unico, al fine di documentare l'adempimento dell'obbligo.

7. **L'ASL/ARPA, entro due anni, effettua la prima verifica sull'impianto, che ha valore di omologazione.** Ricordiamo che l'omologazione è l'atto amministrativo che attesta la conformità dell'impianto considerato alla regola d'arte e alle leggi vigenti in materia.

8. **Il datore di lavoro è tenuto ad effettuare regolare manutenzione degli impianti.**

9. **Il datore di lavoro è tenuto a far sottoporre gli impianti a verifica periodica.** La richiesta di verifica, tramite un apposito modulo può essere fatta all'ASL/ARPA oppure ad organismi individuati dal Ministero delle attività produttive. Questi organismi vengono individuati anche attraverso la conoscenza della norma UNI CEI 45004 "Criteri generali per il funzionamento dei vari tipi di organismi che effettuano attività di ispezione", oltre alla conoscenza delle norme CEI dei comitati 11 "Impianti elettrici ad alta tensione e di distribuzione di bassa tensione", 31 "Materiali antideflagranti", 64 "Impianti elettrici utilizzatori di bassa tensione", 81 "Protezione contro i fulmini". Queste verifiche sono a carico del datore di lavoro. La richiesta di verifica deve essere biennale in tutti i casi.

10. Una volta eseguita la verifica, chi l'ha eseguita (**ASL/ARPA od organismo abilitato**) **rilascia un verbale al datore di lavoro**, il quale lo deve conservare in caso di controllo degli organi di vigilanza e per le successive verifiche.

11. **Il datore di lavoro, in caso di cessazione, modifica sostanziale o trasferimento/spostamento degli impianti, comunica immediatamente la modifica all'ASL/ARPA.** La modifica sostanziale oltre la quale occorre effettuare la comunicazione si può ritenere essere quella che comporta l'obbligo del rilascio della dichiarazione di conformità di cui all'art. 9 delle legge 46/90.

12. L'ASL/ARPA od organismo abilitato effettua una verifica straordinaria dell'impianto in caso di:

- **esito negativo della verifica periodica;** si possono verificare due casi:
 - **violazione di norme di legge penalmente sanzionate** (ad es. DPR 547/55 Titolo VII, Dlgs 626/94); in questo caso il verificatore, se ha la qualifica di Ufficiale di Polizia Giudiziaria (UPG), provvederà ad attivare le procedure sanzionatorie previste dal Dlgs 758/94, mentre se ha la qualifica di Pubblico Ufficiale (PU) provvederà ad avvertire i soggetti competenti;
 - **violazioni riferite alle norme di buona tecnica (particolarmente alle norme CEI);** in questo caso il verificatore segnalerà nel verbale di verifica le motivazioni dell'esito negativo del verbale con riferimento alle specifiche norme applicabili.
- **modifica sostanziale dell'impianto:** è compito del datore di lavoro individuarla. In ogni caso si può far riferimento ad un chiarimento del Ministero delle Attività Produttive, il quale afferma che occorre l'omologazione dopo la messa in esercizio degli impianti installati in luoghi con pericolo di esplosione nei casi di nuovo impianto, di trasformazione e di ampliamento (come da legge 46/90). Ne risulta che la modifica sostanziale, che necessita di verifica straordinaria, ma non di omologazione, si identifica con la "manutenzione straordinaria" (come da legge 46/90);
- **richiesta del datore di lavoro:** in questo caso il datore di lavoro dovrà indicare le motivazioni della richiesta di verifica straordinaria.
Anche le verifiche straordinarie sono onerose e le spese per la loro effettuazione sono a carico del datore di lavoro (anche se l'art. 7 del DPR 462/2001 non lo specifica chiaramente). Al termine della verifica, il tecnico redige il verbale di verifica, precisando la natura straordinaria della verifica, l'esito finale della stessa e ne rilascia una copia al datore di lavoro.

13. **L'effettuazione delle verifiche straordinarie non modifica la data di scadenza delle verifiche periodiche,** che rimangono riferite alla data della prima dichiarazione di conformità dell'impianto.