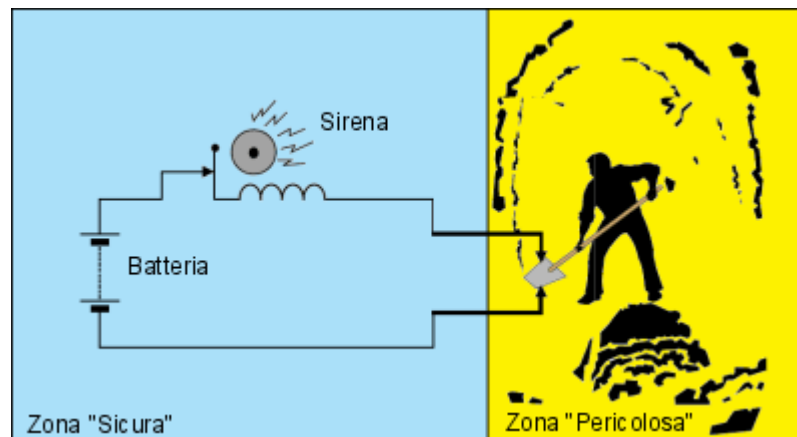


GUIDA PRATICA/TEORICA PER LA SICUREZZA INTRINSECA

Da dove nasce la Sicurezza Intrinseca?

Nel 1913 in Inghilterra, un'esplosione di gas metano in una miniera di carbone causò la morte di moltissime persone, addette ai lavori. La commissione d'inchiesta istituita per indagare sull'avvenuto discusse a lungo riguardo alle cause dell'esplosione, per arrivare alla conclusione che il colpevole era il sistema di segnalazione a bassa tensione col quale, dal fondo della miniera, si segnalava alla superficie che i carrelli contenenti il materiale erano pronti per essere tirati in superficie. Questo sistema, composto da delle batterie e da un avvisatore acustico (una sirena) veniva attivato cortocircuitando, a mano o con uno strumento metallico, due conduttori non protetti che correvano lungo tutta le lunghe gallerie della miniera.



Il sistema di segnalazione della miniera, erroneamente considerato sicuro

Il sistema fu inizialmente considerato sicuro poiché la bassa tensione e il livello di corrente nel circuito rimanevano all'interno dei parametri di sicurezza. La ricerca che seguì rivelò che è fondamentale tenere presente anche la quantità di energia che un circuito può immagazzinare. Senza i necessari metodi di protezione, l'energia induttiva immagazzinata nella sirena e nel cablaggio produce livelli di energia sufficiente a generare una scintilla che fu in grado di innescare la pericolosa mistura di aria e gas, causando la fatale esplosione.

Era nato il concetto di Sicurezza Intrinseca

L'apparato elettrico e i suoi circuiti associati da allora in poi dovettero essere costruiti in modo tale da prevenire l'insorgere di



scintille, effetti termici o archi elettrici in grado di innescare una sostanza esplosiva, e questo anche in condizione di guasto dell'apparecchiatura stessa.

La normativa ATEX

La Direttiva 94/9/EC del Parlamento Europeo e del Consiglio del 23 marzo 1994 è stata recepita dal nostro Paese con Decreto del Presidente della Repubblica n. 126 del 23 marzo 1998 concernente il riavvicinamento della legislazione degli Stati membri relative agli apparecchi e sistemi di protezione destinati ad essere utilizzati in atmosfera potenzialmente esplosiva (Aree Pericolose). Rientrano nel campo di applicazione del regolamento anche i dispositivi di sicurezza, di controllo e di regolazione destinati ad essere utilizzati al di fuori di atmosfere potenzialmente pericolose, necessari o utili per un sicuro funzionamento degli apparecchi e dei sistemi di protezione, al fine di evitare rischi di esplosione. Tale direttiva é entrata in vigore il 1 luglio 2003. Si considerano conformi al regolamento gli apparecchi, i sistemi e i dispositivi di protezione, corredati dell'attestazione CE di conformità.

Criteri per la Classificazione dei gruppi di apparecchi in categorie

Gruppo di Apparecchi I

Categoria M1 comprende gli apparecchi progettati e, eventualmente, dotati di mezzi di protezione speciali supplementari per funzionare conformemente ai parametri operativi stabiliti dal fabbricante e assicurare un livello di protezione molto elevato. Gli apparecchi di questa categoria sono destinati ai lavori in sotterraneo nelle miniere e nei loro impianti di superficie esposti al rischio di sprigionamento di grisù e/o di polveri combustibili. Gli apparecchi di questa categoria devono rimanere operativi in atmosfera esplosiva, anche in caso di guasto eccezionale dell'apparecchio, e devono essere caratterizzati da mezzi di protezione tali che:

- o In caso di guasto di uno dei mezzi di protezione, almeno un secondo mezzo indipendente assicuri il livello di sicurezza richiesto.
Oppure
- o Al verificarsi di due guasti indipendenti l'uno dall'altro, sia garantito il livello di sicurezza richiesto.

Il grado di protezione richiesto è simile quello "ia" richiesto per le
Barriere a Sicurezza Intrinseca.

Categoria M2 comprende gli apparecchi progettati per funzionare conformemente ai parametri operativi stabiliti dal fabbricante e

assicurare un livello di protezione elevato. Gli apparecchi di questa categoria sono destinati ai lavori in sotterraneo nelle miniere e nei loro impianti di superficie esposti al rischio di sprigionamento di grisù e/o di polveri combustibili; in presenza di atmosfera potenzialmente esplosiva, l'alimentazione di energia di questi apparecchi deve poter essere interrotta. I mezzi di protezione relativi agli apparecchi di questa categoria assicurano il livello di protezione richiesto durante il funzionamento normale, compreso quello in condizioni di funzionamento gravose, segnatamente quello risultante da forti sollecitazioni e da continue variazioni ambientali.

Gruppo di Apparecchi II

Categoria 1 comprende gli apparecchi progettati per funzionare conformemente ai parametri operativi stabiliti dal fabbricante e assicurare un livello di protezione molto elevato. Gli apparecchi di questa categoria sono destinati ad ambienti in cui si rileva, sempre, spesso o per lunghi periodi, un'atmosfera esplosiva dovuta a miscele di aria e gas, vapori, nebbie o miscele di aria e polveri. Gli apparecchi di questa categoria devono assicurare il livello di protezione richiesto, anche in caso di guasto eccezionale dell'apparecchio, e devono essere caratterizzati da mezzi di protezione tali che:

- o In caso di guasto di uno dei mezzi di protezione, almeno il livello di sicurezza richiesto sia assicurato da un secondo mezzo indipendente.

Oppure

- o qualora si manifestino due guasti indipendenti uno dall'altro, il livello di protezione richiesto sia garantito.

Categoria 2 comprende gli apparecchi progettati per funzionare conformemente ai parametri operativi stabiliti dal fabbricante e assicurare un livello di protezione elevato. Gli apparecchi di questa categoria sono destinati ad ambienti in cui vi è probabilità che si manifestino atmosfere esplosive dovute a gas, vapori, nebbie o miscele di aria e polveri. I mezzi di protezione relativi a questa categoria devono assicurare il livello di protezione richiesto, anche in presenza di anomalie ricorrenti o di difetti di funzionamento degli apparecchi di cui occorre abitualmente tener conto.

Categoria 3 comprende gli apparecchi progettati per funzionare conformemente ai parametri operativi stabiliti dal fabbricante e assicurare un livello di protezione normale. Gli apparecchi di questa categoria sono destinati ad ambienti in cui vi sono scarse probabilità che si manifestino, e comunque solo per breve tempo, atmosfere esplosive dovute a gas, vapori, nebbie o miscele di aria e polveri. Gli apparecchi di questa categoria devono assicurare il livello di protezione richiesto al funzionamento normale. Garanzia della Qualità

Le aziende che intendono produrre apparecchiature atte ad essere usate in atmosfere potenzialmente esplosive dovranno avere un Sistema di Garanzia della Qualità approvato dall'autorità competente, inoltre andranno soggette ad un controllo periodico sulla produzione.

Classificazione Zone ATEX

ZONE, GRUPPI E CATEGORIE

Nei luoghi e per le tipologie di impianto soggetti alla Direttiva 99/92/CE il datore di lavoro deve effettuare la classificazione delle zone per quanto riguarda il pericolo di formazione di atmosfere esplosive per la presenza di gas o polvere.

I dispositivi per l'utilizzo in zone potenzialmente esplosive sono divisi in GRUPPI:

- GRUPPO I: dispositivi usati nelle miniere
- GRUPPO II: dispositivi per le installazioni di superficie.

Dispositivi per MINIERE

GRUPPO I	
CATEGORIA M1	CATEGORIA M2
Funzionamento in atmosfera esplosiva	Apparecchiature non alimentate in atmosfera esplosiva

Dispositivi per INDUSTRIE IN SUPERFICIE

GRUPPO II		
Categoria Prodotto	GAS	POLVERE
1	Zona 0	Zona 20
	Zona 1	Zona 21
2	Zona 2	Zona 22

Classificazione delle zone 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 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 1	Area in cui durante la normale attività è probabile la formazione di un'atmosfera esplosiva consistente in una miscela di aria e di sostanze infiammabili sotto forma di gas, vapori o nebbia.
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 2	Area in cui durante le normali attività non è probabile la formazione di un'atmosfera esplosiva consistente in una miscela di aria e sostanze infiammabili sotto forma di gas, vapore o nebbia e, qualora si verificano, sia unicamente di breve durata.
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 verificano, sia unicamente di breve durata.

Esempio di marcatura

II 2 GD c T5 T100°C -20°C</=Ta</=60°C

II	Apparecchi destinati ad essere utilizzati in siti esposti ai rischi di atmosfere esplosive, diversi da sotterranei, miniere, gallerie, ecc., individuati secondo i criteri di cui all'allegato I della Direttiva 94/9/CE (ATEX)
2	Apparecchio progettato per funzionare conformemente ai parametri operativi stabiliti dal fabbricante e garantire un livello di protezione elevato.
GD	Protetto contro gas (G) e polveri esplosive (D).
c	Apparecchi non elettrici per atmosfere potenzialmente esplosive - Protezione mediante sicurezza costruttiva.



T5	Massima temperatura superficiale di 100°C per quanto riguarda il pericolo di innescio di atmosfere gassose.
T 100°C	Massima temperatura superficiale di 100°C per quanto riguarda il pericolo di innescio di polveri.
-20°C</=Ta</=60°C	Range di temperatura ambiente (con aria secca)

Classi di temperature

Gruppo I

Temperature =150°C oppure =450°C a seconda dello strato di polvere accumulato sull'apparecchio.

Gruppo II

Classi di temp. per gas (G)	Temp. superficiale ammissibile
T1	450°C
T2	300°C
T3	200°C
T4	135°C
T5	100°C
T6	85°C

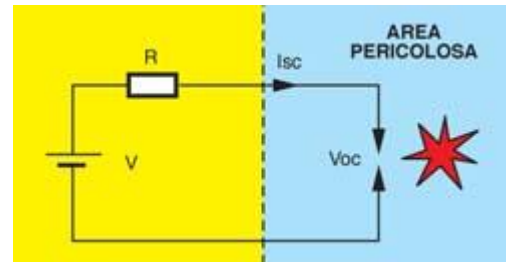
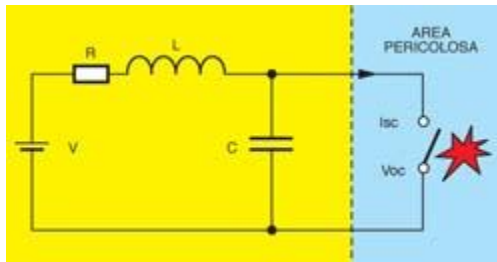
In cosa consiste quindi la Sicurezza Intrinseca?

Il concetto fondamentale della sicurezza, nelle Aree con atmosfere potenzialmente esplosive, consiste nell'**evitare presenza simultanea dell'atmosfera pericolosa e della sorgente d'innescio della medesima:**

- Contenendo l'esplosione entro un ben definito spazio dove non potrà causare nessun danno.
- Segregando fisicamente la sorgente di energia dalla miscela esplosiva
- Prevenendo il rilascio dell'energia sufficiente ad innescare qualsiasi miscela esplosiva.

In conformità ai concetti della sicurezza ed al modo di applicarli ci sono diversi metodi di protezione contro le esplosioni tali da permettere ad apparati elettrici il loro uso e funzionamento in Aree Pericolose. Tutte queste tecniche sono regolamentate da Normative nazionali ed internazionali, così come le regole ed i codici di applicazione, che definiscono come progettare ed installare

l'apparecchiatura, così come le autorità riconosciute ed autorizzate a rilasciare i certificati di conformità degli apparecchi o dei sistemi. Tra i metodi di protezione, il più semplice e più efficace, applicabile per gli apparecchi elettrici e la strumentazione elettronica, è la Sicurezza Intrinseca. I principi basilari su cui si fonda la Sicurezza Intrinseca, consistono nel limitare, in condizioni normali e di guasto prevedibili, la quantità di energia elettrica nei circuiti in Area Pericolosa, così come nella strumentazione interconnessa con gli stessi in Area Sicura, tale che non si possano avere archi o scintille o alte temperature superficiali che possano innescare l'atmosfera esplosiva. Gli apparecchi elettrici in Area Pericolosa, così come la strumentazione ad essi collegata in Area Sicura, devono essere progettati in modo da ridurre la tensione a circuito aperto (V_{oc}) e la corrente di corto circuito (I_{sc}) a valori tali per cui non possa causare l'innescò della miscela esplosiva aprendo, cortocircuitando, mettendo a terra o riscaldando qualsiasi componente del circuito medesimo.



^ La Sicurezza Intrinseca si basa sul principio di prevenire la possibilità di esplosione limitando l'energia elettrica e la temperatura superficiale.

^ Schema di circuito resistivo

La Sicurezza Intrinseca è il solo metodo accettato per proteggere le Aree maggiormente Pericolose (Zona 0).

La manutenzione e la calibrazione degli strumenti può essere fatta con gli impianti in funzione ed i circuiti attivi e funzionanti. La tensione bassa è anche sicura per il personale che la usa.

Nessuna protezione meccanica speciale è richiesta per fili e cablaggi, basta usare dei cavi normali per strumentazione.

La pratica della Sicurezza Intrinseca?

Barriere Zener o Barriere ad Isolamento Galvanico?

Nelle applicazioni a Sicurezza Intrinseca si devono considerare tre parti :

- I dispositivi, od apparati, in Area Pericolosa : apparecchiature semplici o apparecchiature a Sicurezza Intrinseca.
- l'Interfaccia di Sicurezza: Apparecchiature Associate.
- Cavi d'interconnessione.

APPARECCHIATURE SEMPLICI

Le apparecchiature quali interruttori, resistori, potenziometri, semiconduttori come i LED, i fototransistori, generatori come le termocoppie e le fotocellule possono essere considerate Apparecchiature Semplici se non generano e immagazzinano di \square di 1,5 V, 100 mA, 25 mW. Queste apparecchiature Semplici possono essere usate in Aree Pericolose senza bisogno di alcuna certificazione; devono essere considerati, per la classificazione di temperatura, sulla base della potenza d'uscita trasferita al dispositivo d'interfacciamento.

APPARECCHIATURE A SICUREZZA INTRINSECA

Trasmettitori, convertitori I/P, valvole a solenoide e ogni altro dispositivo capace di immagazzinare energia, devono essere certificati come Apparecchiature a Sicurezza Intrinseca adatte per uso in Area Pericolosa, in accordo alla classificazione delle zone ed alle caratteristiche dei gas (gruppo di gas e classe di temperatura).

APPARECCHIATURE ASSOCIATE

Le interfaccia tra il campo e la strumentazione di sala controllo sono chiamate usualmente "Barriere", queste proteggono i circuiti in Area Pericolosa, limitando la tensione e la corrente, nelle condizioni di uso normali e di guasto. Esistono due tipi di interfaccia a Sicurezza Intrinseca:

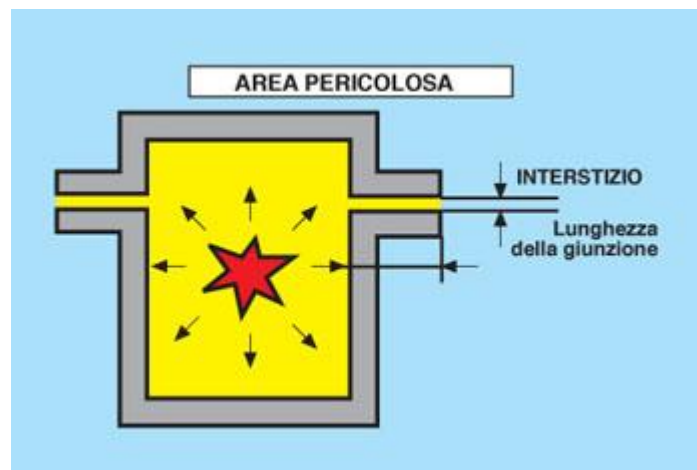
- o le Barriere Zener
- o le Barriere a Separazione Galvanica o Isolatori come più spesso sono chiamati

Esse differiscono fundamentalmente sul modo nel quale l'energia potenzialmente pericolosa, proveniente dalla sala controllo, \square deviata per prevenire che essa possa passare nei circuiti in Area Pericolosa.

Le Barriere devono essere progettate e certificate per essere adatte a collegarsi con Apparecchiature Semplici o a Sicurezza Intrinseca poste in Area pericolosa. Le Apparecchiature Associate sono la chiave d'accesso ad ogni Sistema a Sicurezza Intrinseca poiché definiscono i Parametri di Sicurezza Massimi ammessi dei circuiti collegati ai terminali di Area Pericolosa delle Barriere (solitamente di colore blu).

CAVI D'INTERCONNESSIONE

I valori bassi di tensione e corrente presenti nei circuiti intrinsecamente sicuri, permettono l'uso di cavi normalmente usati per la strumentazione di campo, purchè la capacità e l'induttanza di questi sia presa in considerazione nei calcoli circa la sicurezza dei sistemi. I parametri dei cavi raramente sono un problema per la distanza dei dispositivi in campo, soprattutto quando si usano Barriere a Separazione Galvanica.



Altre tecniche di protezione si basano sui principi di segregare, tener lontana, la miscela esplosiva dai circuiti, come la pressurizzazione Ex p, l'incapsulamento Ex m, l'immersione in olio Ex o, oppure in sabbia Ex q; altri ancora sul contenimento dell'esplosioni Ex d; altri infine sulla prevenzione Ex e (sicurezza aumentata) e l'Ex i la Sicurezza Intrinseca.

Una scelta pratica tra uso di Barriere Zener e Barriere ad Isolamento Galvanico

Le barriere a Sicurezza Intrinseca sono dispositivi di sicurezza, posti tra le apparecchiature che interconnettono l'Area Pericolosa con quella Sicura, e con lo scopo di limitare l'energia nell'Area Pericolosa, ad un livello inferiore a quello minimo richiesto per

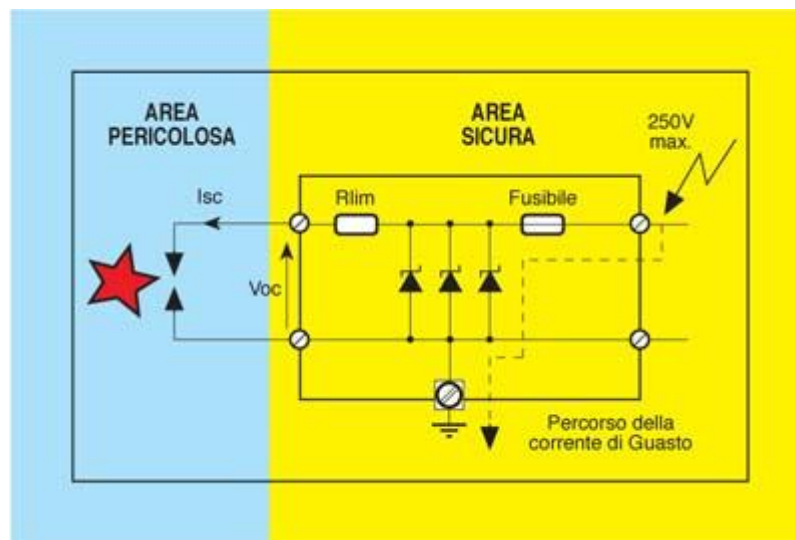
innescare la miscela esplosiva. L'intrusione di un eccesso di energia nei circuiti in Area Pericolosa, dovuto a condizioni di guasto in Area Sicura, può essere prevenuto a mezzo di:

- o Deviazione dell'energia di guasto verso terra (Ground in USA).
- o Bloccando l'energia di guasto con degli elementi di isolamento.

Durante le condizioni di guasto, i livelli di tensione e di corrente, che potrebbero presentarsi in Area Pericolosa, sono limitati entro valori di sicurezza.

Le Barriere Zener

Le Barriere Zener hanno avuto una grande diffusione soprattutto nel passato. Sono basate sul concetto della deviazione dell'energia e costituite da una rete, molto semplice, di componenti.



In condizioni normali di lavoro, la barriera passa i segnali elettrici, in entrambe le direzioni, senza attenuarli, o almeno così dovrebbe essere. Quando una tensione di guasto ($U_m = 250 \text{ V}_{\text{eff max.}}$) si presenta ai terminali della barriera rivolti verso l'Area Sicura, la conseguente corrente viene deviata verso terra attraverso il fusibile ed i diodi zener. Durante il transiente di guasto, la tensione a circuito aperto (V_{oc}), presente ai terminali verso l'Area Pericolosa, viene limitata alla tensione di zener, mentre la corrente di corto circuito (I_{sc}), in Area Pericolosa, è limitata dal resistore di limitazione (R_{lim}). I valori di V_{oc} e di I_{sc} sono rilevanti al fine di poter determinare la massima capacità e induttanza, ai

terminali d'ingresso dall'Area Pericolosa, per i gruppi dei gas che non potranno essere innescati da tali valori.

L'efficienza della Barriera dipende dalla buona connessione verso terra, che deve garantire il ritorno della corrente di guasto in Area Sicura (e per il tempo in cui il fusibile s'interrompe) prevenendo ogni sostanziale aumento della tensione e della corrente nei terminali dell'Area Pericolosa. Ciò viene garantito dall'uso di un conduttore di terra, dedicato solo per questo impiego, che deve anche essere separato da ogni altro filo di terra strutturale dell'impianto e connesso in un solo punto di riferimento .

La resistenza del collegamento tra la terra della Barriera Zener e quella di□ lontana del punto di riferimento, deve essere mantenuta inferiore ad 10hm e le normative richiedono che la sezione di tale conduttore non sia inferiore a 4 mm² (12AWG in USA).

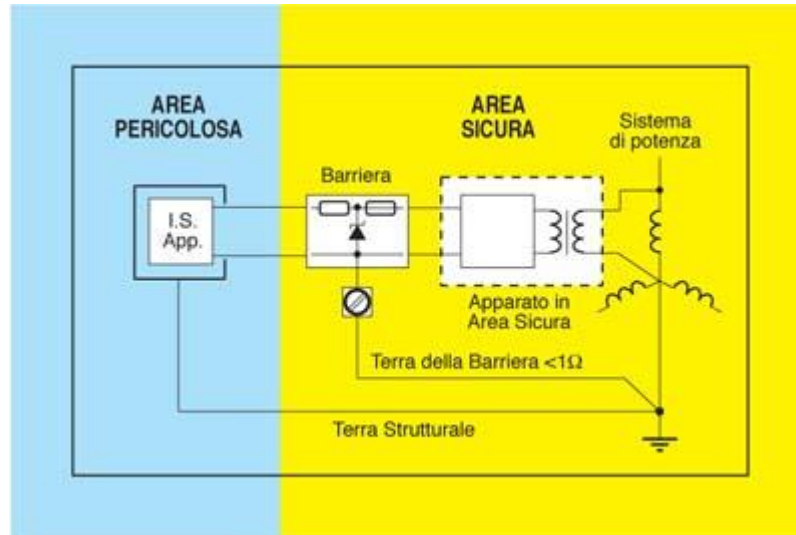
Le barriere Zener sono dei dispositivi semplici e a basso costo, tuttavia hanno delle limitazioni che devono essere considerate quando vengono scelte per impieghi nella Sicurezza Intrinseca.

I principali svantaggi delle barriere zener sono:

- o La necessità di un buon collegamento di terra (di resistenza inferiore a 1 Ohm) dedicato e mantenuto nel tempo.
- o La caduta di tensione ai capi della Barriera rende alcune applicazioni impossibili.
- o Connessioni sbagliate o improprie della Barriera potrebbero far bruciare il fusibile e guastare la Barriera.
- o Veramente bassa reiezione di modo comune.

Le Barriere ad Isolamento Galvanico

I problemi sollevati nell'applicazione con Barriere Zener sono tutti risolvibili con gli Isolatori galvanici che si basano sul principio di isolare anzichè quello di deviare l'energia potenzialmente pericolosa. La differenza consiste nel fornire un isolamento tra i circuiti in Area Pericolosa e quelli in Area Sicura, usando componenti quali trasformatori, relè e optoisolatori, che devono essere conformi alle normative della Sicurezza Intrinseca al fine di garantire la sicurezza contro il pericolo di esplosione. Uno schema di principio è mostrato nella Figura 3.



Quando ben progettate, le Barriere a Isolamento Galvanico, non permettono alla tensione di guasto ($U_m = 250 V_{eff} \text{ max.}$) di raggiungere il circuito di limitazione di energia che deve essere in grado di sopportare soltanto la tensione presente sul secondario del trasformatore. L'isolamento Galvanico permette ai circuiti di limitazione di essere flottanti rispetto a terra; pertanto sia il collegamento di terra che i fusibili, per questo circuito non sono più necessari. I Parametri di Sicurezza V_{oc} e I_{sc} , sono determinati in modo simile a quello applicato per le Barriere Zener.

I vantaggi principali delle Barriere a Isolamento Galvanico sono:

- La connessione di terra non necessaria e i dispositivi in Area Pericolosa possono essere messi a terra.
- Si possono usare sensori collegati alla terra strutturale del sistema (il proprio contenitore per esempio)
- Ampia tensione disponibile per i dispositivi in campo.
- Il condizionamento del segnale in uscita viene combinato assieme ai circuiti di protezione.
- Installazione semplificata ed eliminazione dei ritorni sui conduttori di terra.