

**Maggio 2014**

## CRITERIO DIMENSIONALE PER LA PROGETTAZIONE DELLE CUSTODIE IN ESECUZIONE 'EX D' E 'EX E', AD USO "QUADRI" PER IMPIEGO IN ZONE CLASSIFICATE CON PERICOLO DI ESPLOSIONE – PARTE PRIMA

Molti clienti ci segnalano l'esigenza di avere a disposizione un criterio dimensionale per le custodie utilizzabili come quadri di distribuzione, avviamento, controllo, segnalazione e smistamento cavi.

Trattandosi di un argomento che ricopre diverse problematiche di carattere dimensionale/costruttivo, in questa prima parte della trattazione intendiamo mettere in risalto le variabili inerenti al corretto dimensionamento di custodie adatte per installazione in ambienti con pericolo di esplosione, sia sotto l'aspetto meccanico, sia sotto l'aspetto elettrico.

Per poter effettuare un corretto dimensionamento di custodie per gli usi di cui sopra, è fondamentale che tutti i parametri siano sistematicamente presi in considerazione e impiegati come metodo di calcolo per la determinazione delle dimensioni di tali custodie.

Considerando che tali custodie devono essere idonee per l'installazione in ambienti con pericolo di esplosione ('Ex d', 'Ex de') e che, quindi, sono sottoposte a certificazione da parte di enti qualificati e riconosciuti in ambito internazionale, riveste la massima importanza che tali dimensionamenti siano rispondenti a tutti i parametri definiti dalle normative di riferimento quali:

- IEC 60079-0 / EN 60079-0 / CEI EN 60079-0: Atmosfere esplosive Parte 0: Apparecchiature – Prescrizioni generali;
- IEC 60079-1 / EN 60079-1 / CEI EN 60079-1 Atmosfere esplosive Parte 1: Apparecchiature protette mediante custodie a prova d'esplosione "d";
- IEC 60079-7 / EN 60079-7 / CEI EN 60079-7 Atmosfere esplosive parte 7: Apparecchiature con modo di protezione a sicurezza aumentata "e";
- IEC 60079-14 / EN 60079-14 / CEI EN 60079-14 Atmosfere esplosive parte 14: Progettazione, scelta e installazione degli impianti elettrici.

Tale incombenza spetta principalmente al costruttore di tali apparecchiature, secondo quanto prestabilito dalle norme di cui sopra, tuttavia intendiamo mettere a disposizione della nostra clientela un'ampia descrizione dei criteri che abitualmente adottiamo per effettuare tale dimensionamento.

Questa tipologia di contenitori, di seguito chiamati "Quadri", che devono essere adatti per installazione in ambienti con pericolo di esplosione, sia all'interno di insediamenti industriali, sia su piattaforme di perforazione/estrazione (Off-Shore), sia su mezzi galleggianti adibiti anch'essi alla perforazione e/o estrazione (FPSO), si suddividono essenzialmente nelle seguenti tipologie:

- Quadro di distribuzione Forza Motrice
- Quadro di distribuzione Luce
- Quadro di alimentazione Valvole Motorizzate (MOV)
- Quadro di avviamento motore
- Quadro di controllo e comando locale
- Quadro di smistamento cavi (Junction e Marshalling Boxes)
- Quadro di alimentazione sistemi di tracciatura elettrica.

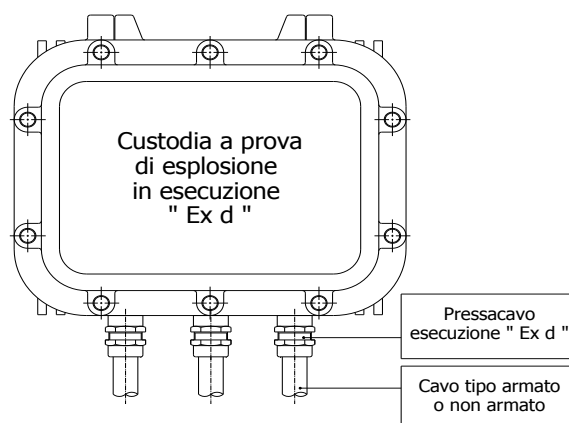
Le tipologie costruttive per questi tipi di Quadri si suddividono essenzialmente in:

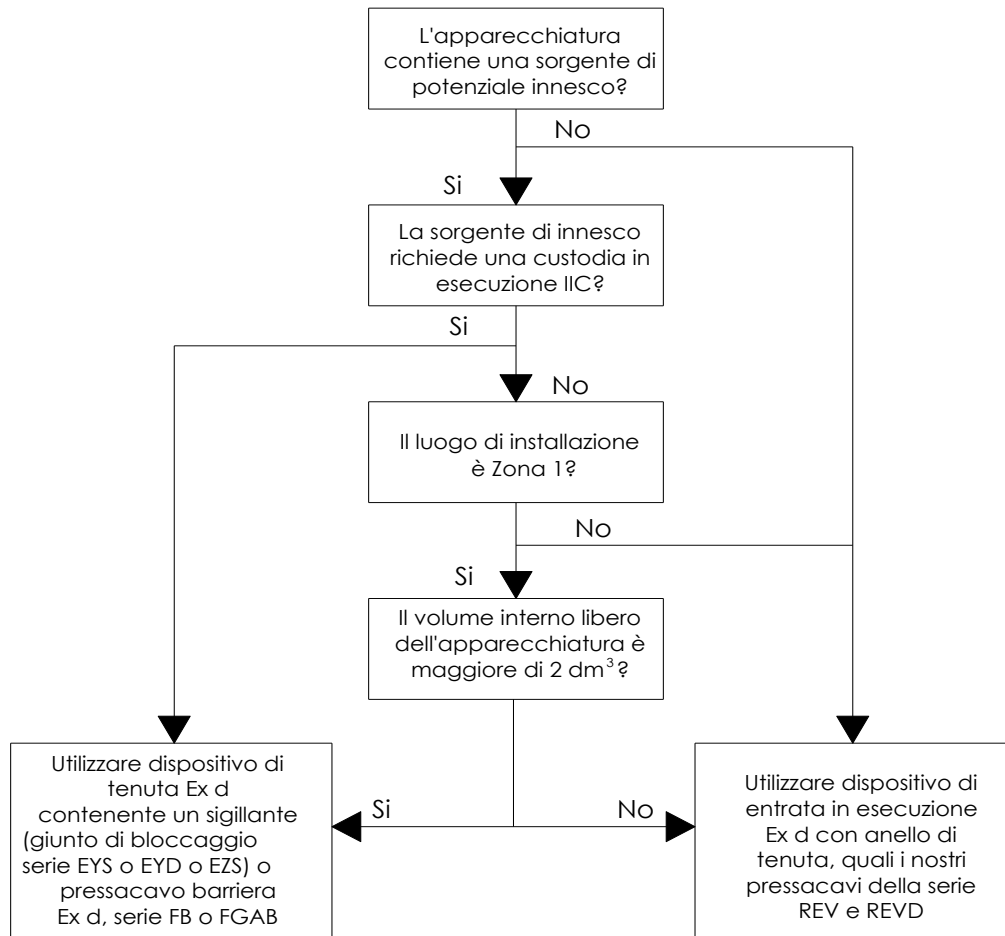
- Con entrata cavi “diretta”, (esecuzione ‘Ex d’)
- Con entrata cavi “indiretta”, (esecuzione ‘Ex de’).

L’*esecuzione “diretta”* prevede l’entrata dei cavi direttamente sul Quadro in esecuzione ‘Ex d’, con l’impiego di pressacavi a tenuta che non permette a un’eventuale esplosione all’interno del Quadro di propagarsi all’esterno dello stesso. In questo caso la scelta del pressacavo o del giunto di bloccaggio deve rispettare le prescrizioni di norma, come da grafico 1.

*Tipico di entrata cavi “diretta”, in esecuzione ‘Ex d’*

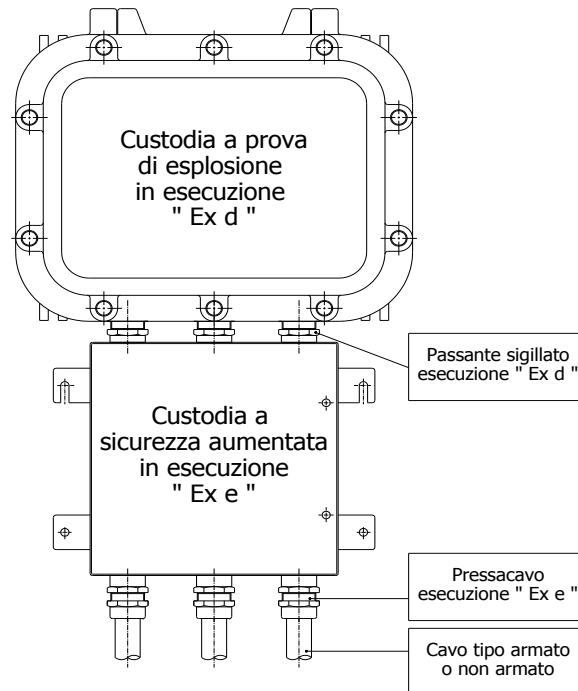
Grafico 1





L'esecuzione "indiretta" prevede l'impiego di una custodia d'ingresso / uscita cavi a sicurezza aumentata 'Ex e', entro la quale trovano alloggio le morsettiere a sicurezza aumentata. Da tale custodia vengono derivati tutti i collegamenti da essa e verso la custodia a prova di esplosione in esecuzione 'Ex d'. Il passaggio tra i due contenitori avverrà tramite giunti di bloccaggio sigillati e/o passanti sigillati, sempre in esecuzione 'Ex d'. In questo caso, la scelta del giunto di bloccaggio e/o del passante sigillato deve a sua volta rispettare le prescrizioni di norma, come da grafico 1 sopra citato.

Tipico di entrata cavi "indiretta", in esecuzione 'Ex de'.



## Il dimensionamento “Meccanico”

Uno dei problemi primari per il dimensionamento meccanico è quello di verificare che la quantità degli imbocchi di ingresso/uscita cavi dal Quadro sia correttamente dimensionata e disposta, in accordo ai parametri di certificato. Questo problema è riconducibile alla massima forabilità di ogni singola parete e/o del coperchio che sono un punto focale per tale dimensionamento.

Essendo molte le tipologie di custodie che necessitano di verifica della quantità massima ammissibile di imbocchi, si rimanda a quanto riportato nei manuali di installazione, uso e manutenzione per contenitori della nostra serie EJB..., EJB...A, EJBX..., GUB..., EJBE..., EJBXE..., GUBE..., GUBE...H, CCA..C... e CCAI... lasciando la descrizione specifica di questo dimensionamento ad una trattazione successiva.

Altro problema è quello di verificare la quantità di dispositivi installabili all'interno di questi contenitori e le distanze minime di rispetto, sempre in accordo ai parametri di certificato e, non da ultimo, alle specifiche richieste da parte della clientela. Anche per questa verifica si rimanda ai manuali d'installazione, uso e manutenzione summenzionati e ad una trattazione successiva.

Per “*minima distanza di rispetto*” si intende la distanza minima del componente e/o equipaggiamento da inserire nella custodia, verso la parete della custodia stessa e/o verso il componente al quale dovrà essere affiancato, al fine di permettere al componente e/o

equipaggiamento, una corretta dissipazione termica e conseguentemente un suo corretto funzionamento secondo i parametri dimensionali del costruttore.

Per *“Inter distanza tra i vari componenti interni”* si intende quella distanza fisica che deve essere lasciata tra un componente e quello adiacente, al fine di permettere una corretta dissipazione termica allo stesso e di non diminuire la portata di corrente a causa dell’estrema vicinanza ad altro componente. Questa distanza normalmente è rilevabile nella documentazione tecnica del costruttore.

Per *“minima interdistanza degli imbrocchi sulle pareti di passaggio”* s’intende la distanza minima prevista nella documentazione tecnica di certificato e nel rispetto della massima superficie forabile prevista in tale documentazione tecnica.

## Il dimensionamento “Elettrico”

Le problematiche relative ad un corretto dimensionamento elettrico sono molteplici e le possiamo riassumere in:

- dimensionamento in funzione della corrente nominale di esercizio ( $I_e$ ) delle apparecchiature e/o morsettiere;
- dimensionamento in funzione del potere di interruzione ( $I_{cu}$ ) in kA e tempo di intervento (s);
- scelta delle curve di intervento interruttori automatici magneto-termici o solo magnetici;
- dimensionamento in funzione della temperatura ambiente, in base alla classe di temperatura, secondo le suddivisioni da IEC 60079-0 o EN 60079-0;
- dimensionamento in funzione del coordinamento elettrico/filiazione e selettività;
- dimensionamento in funzione della massima dissipazione di potenza ammissibile (W);
- dimensionamento in funzione dell’energia specifica passante nel dimensionamento dei conduttori elettrici;
- dimensionamento in funzione del coefficiente di contemporaneità;
- dimensionamento del trasformatore per alimentazione circuiti secondari;
- la tensione nominale ( $U_e$ );
- la tensione di isolamento ( $U_i$ );
- la frequenza nominale (Hz);
- la compatibilità elettromagnetica dei componenti e/o equipaggiamenti elettrici.

Analizziamo ora nelle singole problematiche quali devono essere le azioni di sviluppo.

La corrente nominale di esercizio ( $I_e$ ) è il valore di corrente (in Amper) che i componenti assorbono in esercizio, in servizio continuativo 24 ore su 24, ed è il valore che dovrà essere considerato per un corretto dimensionamento dei conduttori elettrici all'interno del contenitore. Va considerato che questo valore di prassi **deve essere comunicato dal cliente in sede di richiesta dimensionale** e, in funzione della temperatura ambiente e della classe di temperatura nella quale il Quadro dovrà operare, lo sviluppatore dovrà correttamente dimensionare i conduttori e i componenti in base a tali dati.

- Per “*corrente nominale termica ( $I_{th}$ )*” si intende la corrente nominale che il componente è in grado di sopportare per un servizio continuativo e ad una temperatura di riferimento, dato rilevabile nella documentazione tecnica del produttore di tali componenti.
- Per “*corrente nominale di esercizio ( $I$ )*” si intende la corrente nominale che il progetto ha previsto di far operare al componente (corrente che normalmente si discosta molto dalla corrente nominale termica). Questa corrente nominale ( $I_e$ ) deve essere ovviamente rapportata alla temperatura ambiente nella quale il componente dovrà operare (tale temperatura NON è la temperatura ambiente di progetto ma, bensì la temperatura declassata per impiego in ambiente ristretto e con scarsa o nulla ventilazione).

Il potere d'interruzione ( $I_{cn}$ ) in kA e tempo di intervento (s) sono dei valori basilari per un corretto dimensionamento e **deve essere comunicato dal cliente in sede di richiesta dimensionale**. Tali valori determinano tutto il dimensionamento elettrico e pertanto è da considerarsi basilare per l'analisi di calcolo.

- Per “*potere di interruzione ( $I_{cn}$ )*” si intende la capacità nominale di interruzione del componente, in accordo alla normativa CEI EN 60947-2, (valore espresso in kA) e il tempo di intervento espresso in secondi.

La scelta delle curve di intervento degli interruttori automatici magneto-termici o solo magnetici è anch'essa una parte importante nel dimensionamento ed è un parametro, come per il potere di interruzione ( $I_{cn}$ ), che deve essere comunicato dal cliente in sede di richiesta dimensionale.

- Per “*curva di intervento interruttori automatici*” si intende la curva caratteristica per tipologia di impiego quale:
  - Curva B: Quando si ha a che fare con un generatore in grado di fornire solamente una debole corrente di cortocircuito.
  - Curva C: Carichi standard.
  - Curva D: Quando la corrente di avviamento è di notevole intensità (da 5 a 7 volte la corrente nominale).
  - Curva K: Protezione delle utenze con forti correnti di spunto (motori, trasformatori).
  - Curva Z: Protezione dei circuiti elettronici.

- Curva MA: Circuiti di alimentazione motori (interruttori con solo funzione magnetica)

Il dimensionamento in funzione della temperatura ambiente, in base alla classe di temperatura, secondo le suddivisioni da IEC 60079-0 o EN 60079-0 è un ulteriore parametro fondamentale per una corretta analisi. Infatti, la portata di corrente dei dispositivi è fortemente influenzata dalla variazione di temperatura ambiente che a sua volta subisce un ridimensionamento in funzione della classe di temperatura, classe di temperatura che deve essere comunicata dal cliente in sede di richiesta dimensionale.

- Per “*temperatura ambiente*” si intende il valore di progetto che deve essere comunicata dal cliente in sede di dimensionamento;
- Per “*classe di temperatura*” s’intende il valore, espresso in °C, al quale far riferimento per il controllo della massima temperatura superficiale che la superficie esterna della custodia può raggiungere per il suo corretto funzionamento in ambiente classificato quali:
  - T1 = 450°C
  - T2 = 300°C
  - T3 = 200°C
  - T4 = 135°C
  - T5 = 100°C
  - T6 = 85°C

temperature che non devono mai essere superate a causa del surriscaldamento interno dei componenti.

Il coordinamento elettrico/filiazione e selettività è un’altra delle variabili dimensionali che vanno considerate per tale calcolo. Infatti, se si optasse per dimensionare tutti gli interruttori automatici magneto-termici in base al potere d’interruzione richiesto, fermo restando che tecnicamente sarebbe comunque corretto, si avrebbe un surdimensionamento dei componenti e dei conduttori elettrici, in funzione di tale valore. Tuttavia le tecnologie costruttive hanno fatto sì che con un corretto coordinamento degli interruttori, si possa ottenere, a valle dell’interruttore generale, una corrente di corto circuito più bassa e conseguentemente poter adottare degli interruttori a valle idonei al valore sotteso. Questo, oltre a permettere un dimensionamento idoneo, porta ad un risparmio economico non trascurabile.

Il dimensionamento in funzione della massima dissipazione di potenza ammissibile (W) è fondamentale per un corretto dimensionamento elettrico in quanto investe i parametri di certificato. Infatti, per l’ottenimento del certificato sono state effettuate una serie di prove atte alla verifica della massima dissipazione termica ammissibile nei contenitori, in funzione sia della classe di temperatura, sia della temperatura ambiente. Per tale verifica, pertanto, vengono prese in considerazione le singole dissipazioni degli equipaggiamenti che saranno installati all’interno del

contenitore e la loro sommatoria, che non dovranno in alcun caso eccedere al valore previsto nel certificato. Ovviamente tali valori, rilevabili dalla documentazione tecnica di ogni costruttore, dovranno essere riparametrati in funzione della temperatura ambiente ed al declassamento per installazione in ambiente a ventilazione impedita.

- Per *“massima potenza dissipabile del componente e/o equipaggiamento, alla temperatura ambiente di progetto (W)”* si intende il valore di dissipazione termica di tale oggetto, valore recuperabile nella documentazione tecnica del costruttore e declassato o surclassato in funzione del suo valore, ad una specifica temperatura e da ricondurre al valore di temperatura di progetto. Va osservata la massima attenzione per tale dimensionamento, considerando che normalmente i componenti e/o equipaggiamenti hanno un valore di dissipazione termica riconducibili ad una posa in aria libera e, quindi, ad una temperatura di 20°C o ad altra temperatura dichiarata dal costruttore.

La verifica dell'energia specifica passante dei conduttori elettrici ( $I^2t = k^2S^2$ ) riveste grande importanza ai fini di un corretto dimensionamento in quanto tutte le correnti provocate da un cortocircuito che si presenti in un punto qualsiasi del circuito stesso, devono essere interrotte in un tempo non superiore a quello che porta i conduttori alla temperatura limite ammissibile. Pertanto sarà necessaria la verifica dei conduttori in base a tale valore.

Tale valore di  $I^2t$  lasciato passare, deve essere indicato dal costruttore del dispositivo di protezione.

- Per *“verifica dell'energia specifica passante dei conduttori elettrici”* si intende che i conduttori elettrici devono essere correttamente dimensionati per evitare che il surriscaldamento generato durante l'esercizio o durante la manifestazione di sovracorrenti dovute a malfunzionamenti (corto circuiti) possa essere la causa di incremento della temperatura superficiale del contenitore e conseguentemente l'innescò automatico di esplosione dell'atmosfera esterna che in quel momento potrebbe essere satura di gas. Questo dimensionamento dovrà essere in funzione dell'energia specifica passante  $I^2t$  nei singoli conduttori in condizioni estreme di corto circuito, valore rilevabile nella documentazione tecnica del costruttore ma necessitante di specifico calcolo successivo, in funzione della classe di temperatura e della temperatura ambiente di progetto.

Il coefficiente di contemporaneità è un altro dei parametri necessari per un corretto dimensionamento elettrico. Tale coefficiente **deve essere comunicato dal cliente in sede di richiesta dimensionale**. Parametro che determina, in funzione della contemporaneità di funzionamento degli equipaggiamenti, il valore di corrente che dovrà essere considerato per dimensionare i conduttori elettrici. Per contemporaneità ovviamente si intende la possibilità di essere funzionanti in servizio continuativo in parallelo.

Il dimensionamento del trasformatore per alimentazione di circuiti secondari, ove necessario e in presenza di circuiti ausiliari generati all'interno del Quadro, è un altro dei parametri di analisi. Tale dimensionamento viene eseguito facendo la sommatoria dei carichi ad esso sottesi e del fattore di



contemporaneità che essi potranno avere, considerando, inoltre, il picco di assorbimento massimo del più grosso dispositivo in avviamento in aggiunta alla sommatoria dei carichi totali.

La tensione nominale ( $U_e$ ) è il valore di tensione di esercizio che definisce le caratteristiche d'impiego di uno specifico circuito. Tutte le apparecchiature elettriche che si andranno ad impiegare, devono essere costruite in modo da essere capaci di funzionare a tale valore di tensione, con le tolleranze previste dalla norma di riferimento che in linea di principio corrispondono al  $\pm 10\%$  se non diversamente indicato nella richiesta del cliente.

La tensione di isolamento ( $U_i$ ) è il valore efficace della tensione di prova dell'isolamento, assegnato dal costruttore del componente e/o dell'equipaggiamento, che determina la capacità di tenuta del suo isolamento e le distanze superficiali (la distanza più breve misurata lungo la superficie di un isolante interposto tra due parti conduttrici).

La frequenza nominale (Hz) è il valore di frequenza alla quale riferire le condizioni di funzionamento del sistema. Tutte le apparecchiature elettriche che si andranno ad impiegare, devono essere costruite in modo da essere capaci di funzionare a tale valore di frequenza, con le tolleranze previste dalla norma di riferimento che in linea di principio corrispondono al  $\pm 5\%$  se non diversamente indicato nella richiesta del cliente.

La compatibilità elettromagnetica dei componenti e/o equipaggiamenti elettrici è uno dei requisiti richiesti nell'impiego di equipaggiamenti elettrici che deve essere preso in esame.

- Per "*Compatibilità elettromagnetica* dei componenti e/o equipaggiamenti elettrici" si intende che, oltre ai vari requisiti dettati dalla direttiva ATEX e dalla direttiva IECEx, tutti i componenti e/o equipaggiamenti elettrici devono rispondere anche alla direttiva macchine 2006/95/CE e, quindi, essere rispondenti alla Direttiva sulla Compatibilità Elettromagnetica (EMC) (2004/108/CE) ed alle normative elettriche di riferimento quali EN 61547 o IEC 61547 (immunità intrinseca) e Protezione da sovratensioni di reti transienti, in accordo ai valori prescritti nella norma EN 61547 o IEC 61547 (immunità).

Concludiamo questa prima stesura dicendo che tutte le attività finalizzate al dimensionamento elettro-meccanico, sono appannaggio del costruttore dei Quadri in esecuzione a prova di esplosione e che sono di sua responsabilità le analisi, i calcoli e il conseguente progetto esecutivo, apponendo di fatto la targa attestante la conformità alle normative di riferimento.