

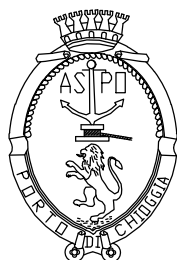
REGIONE VENETO

PROVINCIA DI VENEZIA

# COMUNE DI CHIOGGIA

NUOVA CABINA DI TRASFORMAZIONE MT-BT A SERVIZIO DELL'AREA DI CANTIERE RELATIVAMENTE ALLA PROCEDURA DI AFFIDAMENTO DEI LAVORI DI BONIFICA E RIQUALIFICAZIONE AMBIENTALE DELLE AREE INERENTI ALLA REALIZZAZIONE DELLE BANCHINE A-B DEL TERMINAL FLUVIO-MARITTIMO IN VAL DA RIO DI CHIOGGIA (VE)  
PROGETTO ESECUTIVO

Committente:



## A.S.P.O.

AZIENDA SPECIALE PER IL PORTO DI CHIOGGIA  
DELLA CAMERA DI COMMERCIO INDUSTRIA ARTIGIANATO  
ED AGRICOLTURA DI VENEZIA  
VIA MAESTRI DEL LAVORO, 50 - 30015 CHIOGGIA (VE)  
P.IVA: 02081110278

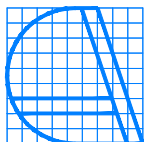
Oggetto:

RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTI ELETTRICI

Allegato:

# B

Progettisti:



**ANTONIO COLELLA**  
*ingegnere*

30173 Venezia-Mestre Via Martiri della Libertà, 242/B  
cod. fis. CLL NTN 52104 FB39C  
TEL 041/5352593 Fax 041/2667322 Email: info@simmos.it  
Email PEC: antonio.colella@pec.it



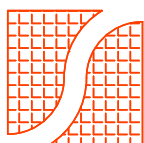
Scala:

-

Data:

NOVEMBRE 2018

Collaboratori:



**SIMMOS** s.r.l.  
**PIANI & PROGETTI**

30173 Venezia-Mestre Via Martiri della Libertà, 242/B  
Tel.: 041-5352593 Fax: 041-2667322  
Email: info@simmos.it Web: http://www.simmos.it  
Email PEC: simmosri@pec.it



File:

c1802b653-0.doc

Sost. il:

-

IL PRESENTE DISEGNO E' DI NOSTRA PROPRIETA' ED E' SOTTO LA PROTEZIONE DELLA LEGGE SULLA PROPRIETA' LETTERARIA, NE E' QUINDI VIETATA, PER QUALSIASI MOTIVO, LA RIPRODUZIONE E CONSEGNA A TERZI

rev.	data	descrizione	oper.	verif. R.C.	approv. D.T.
rev. 0	29/11/2018	PRIMA EMISSIONE	117-122	117	113
rev. 1	-	-	-	-	-

## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>DESCRIZIONE GENERALE .....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>PARERE ENTE GESTORE E-DISTRIBUZIONE.....</b>	<b>3</b>
<b>4</b>	<b>CLASSIFICAZIONE DEI LUOGHI.....</b>	<b>3</b>
<b>5</b>	<b>NORME DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>4</b>
<b>6</b>	<b>DESCRIZIONE DELLE OPERE EDILI .....</b>	<b>5</b>
<b>7</b>	<b>DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI ELETTRICI.....</b>	<b>5</b>
7.1	Armadi di Media Tensione .....	6
7.2	Trasformatore MT/BT in olio.....	7
7.3	Quadri elettrici QG-BT/N-P .....	8
7.4	Gruppo di continuità .....	9
7.5	Cavi .....	10
<b>8</b>	<b>IMPIANTO DI TERRA .....</b>	<b>11</b>
8.1	Generalità .....	11
8.2	Definizioni.....	11
8.3	Realizzazione dell'impianto di terra .....	13
<b>9</b>	<b>CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE GENERALI DEGLI IMPIANTI.....</b>	<b>13</b>
9.1	Tubi protettivi e scatole per impianti incassati .....	13
9.2	Sezioni minime .....	15
<b>10</b>	<b>PROTEZIONI DALLE SOVRACORRENTI.....</b>	<b>16</b>
<b>11</b>	<b>PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI E INDIRETTI.....</b>	<b>17</b>
<b>12</b>	<b>VERIFICHE .....</b>	<b>18</b>

## **1 PREMESSA**

La presente relazione descrive gli interventi necessari per la realizzazione della nuova cabina di trasformazione MT/BT, da porre all'interno dell'area portuale in località Val Da Rio Chioggia (VE) gestita da A.S.PO. Chioggia, con sede operativa in via Maestri del Lavoro n.50.

La nuova cabina di trasformazione MT/BT consentirà di fornire la necessaria alimentazione elettrica alle apparecchiature elettromeccaniche ed elettriche da utilizzare per lo svolgimento delle attività autorizzate e appaltate di bonifica e riqualificazione ambientale, per la realizzazione delle banchine A - B del terminal fluvio-marittimo in Val dal Rio di Chioggia.

Le opere specialistiche progettate fanno riferimento alle attività edilizie, per il posizionamento del manufatto prefabbricato, i collegamenti elettrici dalla fornitura E-Distribuzione, i quadri interni di gestione e distribuzione. Non sono previste linee elettriche di alimentazione in uscita dal vano verso le utenze necessarie per la realizzazione delle opere di bonifica e riqualificazione ambientale, poiché esse fanno parte degli oneri di apprestamento del cantiere a carico dell'Impresa Aggiudicataria delle opere di bonifica.

Gli impianti elettrici, previsti all'interno del manufatto edilizio, saranno eseguiti "a regola d'arte", in accordo con le esigenze specifiche e in conformità alle normative vigenti in fatto di sicurezza e buona tecnica impiantistica.

Per la redazione del progetto elettrico sono state rispettate le normative e linee guida elencate nel successivo paragrafo.

## **2 DESCRIZIONE GENERALE**

Le opere oggetto dell'appalto sono così suddivise:

1. opere edili:

- realizzazione di piano di fondazione per la successiva posa del manufatto edile prefabbricato destinato ad alloggiare le apparecchiature elettriche, compreso il trasformatore di potenza 1.600 kVA;

2. opere elettriche:

- fornitura e posa in opera di armadio di Media Tensione completo di unità di controllo a microprocessore, cella arrivo E-Distribuzione;
- fornitura e posa di n° 1 trasformatore MT/BT in olio con potenza pari a 1.600 kVA;
- fornitura e posa di quadro "power center" di cabina a cubicoli fissi e interruttori estraibili/removibili;
- fornitura e posa di gruppo di continuità;
- fornitura e posa di rifasamento fisso trasformatore;
- fornitura e posa di terminazioni MT;
- fornitura e posa di cavi MT e BT di adeguata dimensione;
- realizzazione di impianto di illuminazione, impianto forza motrice e impianto di terra ed equipotenziale;

## **3 PARERE ENTE GESTORE E-DISTRIBUZIONE**

La proposta progettuale è stata analizzata e concordata preliminarmente con gli uffici tecnici di E-Distribuzione che ha rilasciato apposita specifica tecnica con codice di rintracciabilità n° 187087003; n° Preventivo 2153801 e n° cliente 350653992.

## **4 CLASSIFICAZIONE DEI LUOGHI**

Ai fini della Norma CEI 64-8/7 gli ambienti sono considerati come "**luoghi ordinari**"; infatti non rientrano in nessuna categoria contenuta nel paragrafo 7 della Norma CEI 64-8. A tale riscontro per gli stessi non sono necessarie particolari prescrizioni elettriche, ai fini della sicurezza delle persone e/o cose presenti all'interno dell'area e sezione di impianto in progetto.

## **5 NORME DI RIFERIMENTO**

L'impianto elettrico nei locali in esame sarà costruito a "regola d'arte" per quanto previsto dalla legislazione vigente in merito e saranno rispettate dall'esecutore delle opere le seguenti leggi e norme:

- ⇒ Le norme tecniche emanate per le opere di cui trattasi dagli enti e associazioni competenti (V.V.FF., U.L.S.S., U.N.I., C.E.I., I.S.P.E.S.L., P.M.P., S.P.I.S.A.L., ecc.);
- ⇒ LEGGE 1° marzo 1968, n. 186. "Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici". (G.U. 23 marzo 1968, n. 77);
- ⇒ DECRETO MINISTERIALE DEL 22/01/2008 n° 37 "Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera 2) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia delle attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici. (G.U. 12 marzo 2008, n. 61);
- ⇒ DECRETO LEGISLATIVO 9 Aprile 2008, n. 81. "Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 Agosto 2007, n. 123, in materia della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro" (G.U. 30 Aprile 2008, n. 101);
- ⇒ Norma Europea EN 12464-1: 2004 (E) – Luce e illuminazione – Illuminazione dei posti di lavoro – Parte 1: Posti di lavoro interni;
- ⇒ Norma CEI 17-5 - Apparecchiature a bassa tensione. Parte 2: Interruttori automatici;
- ⇒ Norma CEI 17-113 - Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT). Parte 1: Regole generali;
- ⇒ Norma CEI 70-1 - Grado di protezione degli involucri (codice IP);
- ⇒ Norma CEI 23-12/1, /2 - Spine e prese per uso industriale - CEI EN 60309-1 - 2 – /A11 - IEC 309-1 -2;
- ⇒ Norma CEI 64-8 - "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua". Collegamenti internazionali: IEC 60050-826: 1982; IEC 60050-826/A1: 1997-07; IEC 60050-826/A2: 1998-05; IEC 60050-826/A3: 1999-04.
  - Parte 1: Oggetto, scopo e principi fondamentali; 64-8/1;
  - Parte 2: Definizioni; 64-8/2;
  - Parte 3: Caratteristiche generali; 64-8/3;
  - Parte 4: Prescrizioni per la sicurezza; 64-8/4;
  - Parte 5: Scelta ed installazione dei componenti elettrici; 64-8/5;
  - Parte 6: Verifiche; 64-8/6;
  - Parte 7: Ambienti ed applicazioni particolari; 64-8/7.

## **6 DESCRIZIONE DELLE OPERE EDILI**

L'opera edile sarà realizzata secondo le prescrizioni di E-Distribuzione DG 2092 e Norme CEI 0-16. L'intervento prevede la realizzazione in opera di una soletta in calcestruzzo armato dello spessore di 10 cm, su cui sarà posta la cabina prefabbricata in calcestruzzo armato vibrato (c.a.v.), adatta all'impiego in ambiente marino, avente le seguenti dimensioni:

- Dimensioni esterne della struttura: lunghezza x larghezza x altezza (14,88x2,48x2,78 m);
- Dimensioni interne della struttura: lunghezza x larghezza x altezza (14,70x2,30x2,58 m).

Essa è composta di due sezioni affiancate che individuano tre locali separati da pareti divisorie di spessore 9 cm.

- Locale e-distribuzione (5,53 x 2,3 metri);
- Locale misure (0,9 x 2,3 metri);
- Locale utente (8 x 2,3 metri).

## **7 DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI ELETTRICI**

Il progetto prevede l'installazione, nel locale utente dedicato, di un trasformatore in olio avente potenza di 1600 kVA. La quantità del liquido isolante contenuto all'interno del trasformatore è inferiore a 1000 dm<sup>3</sup>.

Le apparecchiature di media tensione, situate nel locale utente, sono composte da un primo scomparto di tipo "capovolto" (ingresso cavi dal basso e uscita dall'alto) con funzione di protezione generale conforme alla normativa CEI 0-16. Il secondo scomparto è dedicato alla protezione del lato primario del trasformatore contro il sovraccarico, cortocircuito e guasto a terra; mentre il terzo scomparto è predisposto per un'eventuale futura sottocabina. La composizione del quadro MT è descritta negli elaborati grafici allegati.

Dal trasformatore sarà posata una nuova linea in cavo FG16R16 0.6/1 kV con formazione 3x(6x1x240) + (3x240N) + 2x240PE mm<sup>2</sup>, protetta a valle da un interruttore magnetotermico scatolato 4x2500A correttamente tarato che funge da generale BT dell'impianto.

E' previsto inoltre un quadro elettrico generale di Bassa Tensione "QG-BT" rispondente ai criteri di sicurezza e di coordinamento interruttori/cavi, secondo quanto indicato dalla Norma CEI 64-8. Tale quadro sarà dimensionato e costruito con l'inserimento di alcuni interruttori che in seguito andranno ad alimentare le linee elettriche delle sezioni di trattamento previste dal progetto di bonifica.

Considerato l'ambiente marino le barrature principali e di terra saranno con munite di trattamento di argentatura o stagnatura.

Nei locali tecnologici è prevista la realizzazione di un impianto di forza motrice, d'illuminazione ordinaria e di emergenza. Sarà installato un pulsante di sgancio posto all'esterno del manufatto che in caso di emergenza aprirà l'interruttore generale di MT, togliendo tensione all'intero impianto.

Sarà realizzato l'impianto di messa a terra composto da un anello in corda di rame da 35 mm<sup>2</sup> posato lungo il perimetro della fondazione, integrato da n° 6 dispersori verticali da 1,50 metri in profilato di acciaio zincato, posti all'interno di pozzetti in calcestruzzo, il tutto da realizzare secondo le disposizioni contenute nelle norme CEI EN 50522 e CEI 99-3.

### **7.1 Armadi di Media Tensione**

Quadro di media tensione della corrente in arrivo e di protezione generale, isolato in aria, in esecuzione protetta a tenuta d'arco interno o similare.

Il quadro di media tensione a semplice sistema di sbarre in esecuzione tripolare, protetto in carpenteria metallica, sarà esente da manutenzione, assemblato in fabbrica. Il quadro sarà conforme alla Norma/Standard IEC 62271-200 Edition 2.0 2011-10; EN 62271-200 January 2012; CEI 62271-200:2011.

Gli scomparti saranno formati dai seguenti componenti:

- involucro esterno e lamiera di copertura delle manovre in lamiera metallica presso-piegata;
- capsula del quadro che alloggia le apparecchiature primarie (come interruttore in vuoto, sezionatore a tre posizioni, per il sezionamento della linea e la messa a terra) e le sbarre;
- compartimento cavi.

La capsula delle apparecchiature primarie sarà costruita in acciaio inossidabile resistente alla corrosione. Le pareti della capsula e gli isolatori passanti per le connessioni elettriche saranno assemblati con idoneo processo di saldatura, tale da realizzare un sistema sigillato. Le apparecchiature primarie e le sbarre contenute nella capsula saranno protette da influssi ambientali come agenti atmosferici inquinanti, umidità, polvere, gas aggressivi e piccoli animali. Ogni singolo scomparto ha una propria capsula. Nei blocchi di scomparti, le apparecchiature primarie di più unità funzionali condivideranno una sola capsula.

Caratteristiche elettriche e costruttive:

- Tensione di utilizzo 24KV
- Tensione di servizio 20KV
- Corrente nominale sezionatore di linea 630A

- Corrente nominale interruttore 630A
- Corrente nominale sistema di sbarre 630A
- Frequenza nominale 50Hz
- Tenuta alle tensione d'impulso Fase - Fase, Fase - Terra 125KV
- Distanza d'isolamento 145KV
- Tenuta alla frequenza industriale frequenza 50Hz 1 minuto
- Corrente di breve durata per 1 secondo
- Potere di chiusura 40Ka
- Capacità d'interruzione interruttore 16Ka
- Tenuta all'arco interno per 1 secondo 16kA
- Tensione ausiliaria circuiti di controllo e segnalazione: 110÷240Vca
- Ciclo di verniciatura comprendente almeno le fasi di fosfograssaggio, lavaggio, essiccazione, verniciatura a polvere epossipoliestere, verniciatura a solvente con vernice alchidica melamminica;
- Spessori minimi dello strato coprente: 40 microns;
- Aderenza dello strato coprente secondo DIN 53151 o UNI EN ISO 2409;
- Resistenza in nebbia salina UNI ISO 9227 (procedura operativa) 250h;
- Tipo d'installazione per interno;
- Grado di protezione: IP3X;
- Altezza d'installazione: ≤ 1000 metri;
- Temperatura ambiente minima/massima: -25/+40°C;

Il quadro sarà costituito da una composizione di unità normalizzate.

## **7.2 Trasformatore MT/BT in olio**

È prevista l'installazione di un trasformatore MT/BT in olio, con potenza pari a 1600 kVA. Il sistema individuato prevedrà perdite conformi a Regolamento EU 548/2014.

Il trasformatore sarà dotato di circuito magnetico realizzato con lamierini magnetici ad alta permeabilità a grani orientati. Avvolgimento Bt costruito in banda d'alluminio isolata. Avvolgimento MT costruito in filo, piattina o banda d'alluminio. Gli avvolgimenti saranno immersi in fluido dielettrico isolante in olio minerale ad alte prestazioni secondo lo standard IEC 60296. L'interno della cassa del trasformatore, il coperchio e il box di protezione cavi, se presente, saranno sabbiati e quindi trattati con un rivestimento protettivo, mentre tutte le parti esterne sono sabbiate e poi verniciate secondo norma ISO12944.

### **DATI TECNICI:**

- Potenza: 1.600 kVA;
- Tensioni 20±2x2,5%/0,4 kV;
- N° isolatori: 3 (lato MT) / 3+1 (lato BT);
- Posizione isolatori MT/BT: Coperchio;
- Protezione degli isolatori: IP00 (lato MT) / IP00 (lato BT);



- Frequenza: 50Hz;
- Gruppo vettoriale: Dyn11;
- Tipo di raffreddamento: ONAN;
- Perdite a vuoto al 100%: 1.200 W;
- Perdite a carico a 75 °C: 14.000 W;
- Temperatura di progetto: -25/+40°C;
- Massima altitudine d'installazione: 1000 metri;
- Tipo di cassa: Cassa ermetica senza conservatore completamente riempita;
- Tipo di fluido isolante: Olio minerale non inibito;
- Lunghezza: 1800 mm;
- Larghezza: 1100 mm;
- Altezza: 1950 mm;
- Peso olio: 750 kg;
- Peso totale: 3650 kg;
- Tensione di cortocircuito %: 6%;
- Famiglia di perdite: Ao/Bk;
- Installazione: interno;
- Rapporto di trasformazione: 50.

### **7.3 Quadri elettrici QG-BT/N-P**

Norme:

- CEI EN 61439-1 Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 1: Regole generali;
- CEI EN 60947-2 Apparecchiature a bassa tensione - Parte 2: Interruttori automatici;
- CEI EN 60947-3 Apparecchiatura a bassa tensione - Parte 3: Interruttori di manovra, sezionatori, interruttori di manovra-sezionatori e unità combinate con fusibili;
- CEI EN 61439-2 Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 2: Quadri di potenza;
- CEI EN 61439-3 Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 3: Quadri di distribuzione destinati ad essere utilizzati da persone comuni (DBO);
- CEI 17-43 Metodo per la determinazione delle sovratemperature, mediante estrapolazione, per le apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) non di serie (ANS);
- CEI 17-52 Metodo per la determinazione della tenuta al cortocircuito delle apparecchiature assiemate non di serie (ANS);
- CEI EN 50274 Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione – Protezione contro le scosse elettriche - Protezione dal contatto diretto accidentale con parti attive pericolose;
- CEI 17-86 Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Guida per la prova in condizioni d'arco dovuto a un guasto interno;
- CEI EN 62208 Involucri vuoti per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione - Prescrizioni generali;
- CEI 17-97/1 Apparecchiature a bassa tensione - Dispositivi di protezione contro le sovracorrenti - Parte 1: Applicazione delle caratteristiche nominali di cortocircuito

CEI EN 61439-5 Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 5: Quadri di distribuzione in reti pubbliche;  
IEC 60204:2018 SER Safety of machinery - Electrical equipment of machines – ALL PARTS

I quadri di bassa tensione saranno installati all'interno del "locale utente" della cabina elettrica, ubicata in ambiente portuale.

Le condizioni climatiche esterne previste sono:

- Temperatura aria minima -5°C
- Temperatura aria media 15°C
- Temperatura aria massima 40°C
- Umidità relativa 50÷100%

#### Caratteristiche Elettriche

- Tensione nominale di impiego 400V +/-10%;
- Tensione nominale di isolamento 690V;
- Frequenza 50Hz;
- Fasi 3+N;
- Corrente nominale sbarre semisbarra A (normale) fasi e neutro 2500A (1A/mm<sup>2</sup>);
- Corrente nominale sbarre semisbarra B (preferenziale) fase e neutro 1600A (1A/mm<sup>2</sup>);
- Densità di corrente sulle derivazioni dalle sbarre principali 1A/mm<sup>2</sup> sulla In della protezione di valle (no regolata su sganciatore);
- Corrente nominale di c.to (I<sub>cw</sub>) 50kA simm;
- Corrente manica di cresta (I<sub>pk</sub>) 110kA di picco;
- Tensione ausiliaria circuiti controllo e segnalazione 230Vca/24Vdc;
- Tensione circuito anticondensa 230Vca;
- Tensione di prova circuiti di potenza a 50 Hz/1' 2.5kV;
- Tensione di prova circuiti ausiliari a 50 Hz/1' 2kV.

#### 7.4 Gruppo di continuità

Gruppo di continuità avrà le seguenti caratteristiche tecniche:

- Potenza nominale: 1.000 VA;
- Autonomia: 60 minuti;
- Ingresso Monofase
- Tensione: 230 V ± 25%;
- Frequenza: 50/60 Hz;
- Fattore di potenza: > 0.9; Uscita Monofase;
- Tensione da batteria: 230 V ± 5%;
- Tensione da rete: 230 V ± 10%;
- Forma d'onda: sinusoidale.
- Normative: EN50091-1 73/72/EEC (Sicurezza), EN50091-2 89/336/EEC (E.M.C.), Marcatura CE (Direttive Europee).

## **7.5 Cavi**

### CAVI UNIPOLARI MT 12/20kV:

Linea di Media Tensione realizzata con cavo unipolare, di tipo e formazione come sotto indicati: isolamento in gomma sintetica a base di EPR qualità G7 (a norme CEI 20-11).

Posa da eseguirsi in tubazioni in PVC già predisposte e/o in canalizzazioni metalliche.

### CAVI FG16(O)M16 0,6/1kV:

Cavo FG16(O)M16 0,6/1kV. Conduttore a corda rotonda flessibile di rame rosso ricotto; Isolante: Gomma HEPR ad alto modulo qualità G16 che conferisce al cavo elevate caratteristiche elettriche, meccaniche e termiche. Guaina termoplastica speciale di qualità M16, colore verde. Marcatura: stampigliatura ad inchiostro ogni 1 metro. FG16OM16 Afumex 1000 Plus 0,6/1 kV. Cca-s1b, d1, a1 IMQ EFP anno ..... Marcatura metrica progressiva.

Il tutto in conformità ai requisiti previsti dalla Normativa Europea per i Prodotti da Costruzione (CPR UE 305/11).

Applicazioni: cavi adatti all'alimentazione elettrica in costruzioni ed altre opere di ingegneria civile con l'obiettivo di limitare la produzione e la diffusione di fuoco e di fumo, rispondenti al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR). Cavi per energia e segnalamento a bassissima emissione di fumi e gas tossici (limiti previsti dalla CEI 20-38 con modalità di prova previste dalla CEI 20-37). Idonei in ambienti a rischio d'incendio ove sia fondamentale garantire la salvaguardia delle persone e preservare gli impianti e le apparecchiature dall'attacco dei gas corrosivi (esempio: scuole, ospedali, alberghi, supermercati, metropolitane, cinema, teatri, discoteche, uffici, ecc...).

Adatti per posa fissa su muratura e su strutture metalliche.

### CAVI FS17

Conduttore FS17. Cavo idoneo per installazione fissa entro tubo o canalina e per cablaggio quadri elettrici. Caratteristiche principali: - Conduttore a corda rotonda flessibile di rame rosso ricotto; - Isolante in PVC di qualità S17; - Marcatura riportante anche la sezione del cavo ogni 0,5 metri; - Temperatura massima di funzionamento: +70°C; - Temperatura massima raggiungibile in regime di cortocircuito: +160°C; - Tensione nominale: 450/750 V; - Conformità alle norme: CEI EN 50525; Cca – s3, d1, a3 in accordo alla normativa Europea Prodotti da Costruzione CPR. Applicazioni: Cavi adatti all'alimentazione elettrica in costruzioni ed altre opere di ingegneria civile con l'obiettivo di limitare la produzione e la diffusione di fuoco e di fumo, rispondenti al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR). Adatti per installazione fissa e protetta su o entro apparecchi d'illuminazione, all'interno di apparecchi e di apparecchiature di interruzione e di comando, per tensioni sino a 1000V in corrente alternata o, in caso di corrente continua, sino a 750 V verso terra.

## 8 IMPIANTO DI TERRA

### 8.1 Generalità

L'impianto di terra costituisce un fondamentale mezzo per disperdere correnti elettriche nel terreno e per proteggere, unitamente ai dispositivi d'interruzione automatica del circuito, le persone dal pericolo di elettrocuzione. Un buon impianto di terra, associato ad uso corretto dei collegamenti equipotenziali, rappresenta una delle soluzioni più utilizzate per raggiungere il miglior livello di sicurezza. Un impianto di terra, a seconda della funzione che deve assolvere, può distinguersi in:

- messa a terra di protezione: misura atta a proteggere le persone dai contatti diretti;
- messa a terra di funzionamento: con lo scopo di stabilire un collegamento a terra di particolari punti del circuito elettrico per esigenze di esercizio, come la messa a terra del neutro nei sistemi TT e TN;
- messa a terra per lavori: collegamento a terra temporaneo di una sezione di impianto per esigenze di manutenzione.

E' utile ricordare che l'importanza dell'impianto di terra, in relazione alle problematiche legate alla sicurezza, è sottolineata anche da leggi e normative specifiche riguardanti la sicurezza nei luoghi di lavoro. Non bisogna comunque dimenticare che, per quanto concerne il rischio per le persone, la presenza di un impianto di terra è una condizione necessaria ma non sufficiente per garantire la sicurezza.

### 8.2 Definizioni

Di seguito si riassumono le definizioni utilizzate frequentemente:

- *Tensione totale di terra*  $U_T$  – è la tensione che si stabilisce durante il cedimento dell'isolamento tra una massa ed un punto del terreno sufficientemente lontano a potenziale zero;
- *Tensione di contatto*  $U_C$  – è la differenza di potenziale alla quale può essere soggetto il corpo umano in contatto con parti simultaneamente accessibili, escluse le parti attive, durante il cedimento dell'isolamento;
- *Tensione di passo*  $U_P$  – è la differenza di potenziale che può risultare applicata tra i piedi di una persona a distanza di un passo (convenzionalmente un metro) durante il cedimento dell'isolamento;
- *Tensione di contatto limite convenzionale*  $U_L$  – massimo valore di tensione di contatto che è possibile mantenere per un tempo indefinito in condizioni ambientali specificate;
- *Tensione nominale verso terra di un sistema*  $U_n$  - nei sistemi trifase con neutro isolato o con neutro a terra attraverso impedenza, la tensione nominale, nei sistemi trifase con neutro direttamente a terra, la tensione stellata corrispondente alla tensione nominale, nei sistemi monofase o a corrente continua senza punti di messa a terra, la tensione nominale, nei sistemi monofase o a corrente continua con punto di mezzo messo a terra, metà della tensione nominale;

- *Parte attiva* - conduttore o parte conduttrice in tensione nel servizio ordinario, compreso il conduttore di neutro, ma escluso, per convenzione, il conduttore PEN;
- *Massa* - parte conduttrice di un componente elettrico che può essere toccata e che non è in tensione in condizioni ordinarie, ma che può andare in tensione in condizioni di guasto; una parte conduttrice che può andare in tensione solo perché è in contatto con una massa non è da considerarsi una massa;
- *Massa estranea* - parte conduttrice non facente parte dell'impianto elettrico in grado di introdurre un potenziale, generalmente un potenziale di terra;
- *Terra* - il terreno come conduttore il cui potenziale elettrico in ogni punto è convenzionalmente considerato uguale a zero;
- *Dispersore* - corpo conduttore o gruppo di corpi conduttori in contatto elettrico con il terreno e che realizza un collegamento elettrico con la terra;
- *Resistenza di terra RT* - resistenza esistente tra un collettore (o nodo) di terra e la terra;
- *Impianti di terra elettricamente indipendenti* - impianti di terra aventi dispersori separati. La corrente massima che uno di questi impianti può disperdere non deve modificare il potenziale rispetto a terra dell'altro impianto in misura superiore ad un determinato valore;
- *Conduttore di protezione PE* - conduttore prescritto per alcune misure di protezione contro i contatti indiretti per il collegamento di alcune delle seguenti parti: masse, masse estranee, collettore (o nodo) principale di terra, dispersore, punto di terra della sorgente o neutro artificiale;
- *Conduttore PEN* - Conduttore che svolge contemporaneamente funzioni sia di protezione sia di neutro;
- *Conduttore di terra CT* - Conduttore di protezione che collega il collettore (o nodo) principale di terra al dispersore o i dispersori tra loro;
- *Collettore (o nodo) principale di terra* - elemento che raccoglie, collegandoli tra loro, il dispersore, i conduttori di protezione, compresi i conduttori equipotenziali e di terra;
- *Collegamento equipotenziale EQP* - (collegamento equipotenziale principale), EQS (collegamento equipotenziale secondario), conduttore che mette le diverse masse e masse estranee allo stesso potenziale;
- *Conduttore equipotenziale* - conduttore di protezione che assicura il collegamento equipotenziale;
- *Impianto di terra* - insieme dei dispersori, dei conduttori di terra, dei collettori (o nodi) di terra e dei conduttori equipotenziali, destinato a realizzare la messa a terra di protezione e/o di funzionamento.

### **8.3 Realizzazione dell'impianto di terra**

L'impianto di terra risulta comune a tutta la struttura e dovrà risultare conforme a quanto stabilito dalle Norme CEI 64-8 per quanto attiene alla protezione da contatti indiretti.

Tutti i conduttori di protezione e di equipotenzialità dovranno fare capo, tramite conduttori FS17 G/V di sezione diversa, alla barra di terra dei quadri elettrici.

Dalla barra di terra del quadro generale partiranno inoltre dei conduttori FS17 di sezione 240 mm<sup>2</sup> che si attesteranno sull'impianto disperdente di terra.

## **9 CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE GENERALI DEGLI IMPIANTI**

### **9.1 Tubi protettivi e scatole per impianti incassati**

#### A) Per impianti sottotraccia

Le eventuali condutture incassate sottintonaco, sottopavimento, sottosoffitto, saranno disposte in tubi protettivi di materiale plastico, con diametri e raccordi tali da assicurare lo sfilaggio e il reinfilaggio dei conduttori.

In particolare il diametro interno dei tubi sarà calcolato almeno 1,3 volte maggiore del diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi contenuti con un minimo di 13 mm.

Tutti i tubi installati negli ambienti ordinari saranno di tipo flessibile corrugato, in PVC autoestinguente a norme CEI: 23-25 (1989), marchiati IMQ (Marchio Italiano di Qualità) e dovranno essere posti ad una profondità pari ad almeno 2 cm sotto intonaco.

Nei punti di derivazione saranno installate scatole di derivazione da incasso in resina termoplastica autoestinguente, con coperchio isolante ed apribile solo con attrezzo.

Saranno equipaggiabili con morsetti componibili oppure con morsetti a cappuccio per la giunzione dei conduttori.

Saranno predisposte per l'inserimento dei diaframmi per la separazione dei circuiti.

#### B) Tubi, condotti e canali per impianti a vista:

##### Tubi

I tubi devono essere in Aq/Zn o in pvc di tipo pesante per posa in vista, che saranno ancorati alle strutture fisse mediante idonei supporti; ove sussista il serio rischio di danneggiamenti meccanici dovuti al passaggio di automezzi o carichi sollevati da paranchi, si dovranno utilizzare tubazioni metalliche a norme UNI 7683.

Per i tubi protettivi, il diametro interno deve essere pari almeno a 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio di cavi che essi sono destinati a contenere, con un minimo di 13 mm.

Condotti:

I condotti devono avere un diametro interno, se circolari, pari ad almeno 1,8 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio di cavi che essi sono destinati a contenere, con un minimo di 15 mm. Fanno eccezione i condotti a sezione diversa dalla circolare, per i quali il rapporto fra la sezione stessa e l'area della sezione retta occupata dai cavi deve essere non inferiore a 3.

Canali:

I canali da utilizzare dovranno essere di tipo metallico zincate a caldo di tipo ad incastro. Per quanto riguarda il dimensionamento dei canali rispetto ai cavi inseriti si raccomanda di scegliere il rapporto tra la sezione interna al tubo e quella occupata dai cavi non inferiore a 2.

Cavi e conduttori:

I cavi da introdurre nei tubi protettivi dovranno essere di tipo flessibile con tensione nominale non inferiore a 450/750 V con isolante estruso.

Si potranno usare cavi con tensione nominale inferiore a 300/500 V solo per i circuiti di segnalazione a bassa tensione (max 50 V) purché inseriti in tubazioni separate dagli altri circuiti; simbolo di designazione HO5V-K.

I conduttori, dove non specificato, dovranno essere scelti secondo i criteri di unificazione e di dimensionamento riferiti nella tabella CEI-UNEL 35747-76 per cavi NO5 e 35750-76 per cavi NO7.

L'identificazione dei conduttori si dovrà effettuare secondo le prescrizioni nella tabella CEI-UNEL 00722.

In particolare il bicolore giallo-verde è riservato esclusivamente all'isolante del conduttore di protezione mentre il blu è di norma riservato all'isolamento del conduttore di neutro.

## **9.2 Sezioni minime**

Le sezioni minime non dovranno essere inferiori a quelle come qui di seguito specificato:

### Conduttori attivi (escluso il neutro)

1,5 mm<sup>2</sup> (rame) per tensioni superiori od uguali a 220 V.

0,75 mm<sup>2</sup> (rame) per tensioni inferiori od uguali a 50 V.

### Conduttore neutro

Stessa sezione del conduttore attivo fino alla sezione di 16 mm<sup>2</sup>, oltre, metà della sezione del conduttore attivo con il minimo di 16 mm<sup>2</sup> (rame).

### Conduttore protezione

Stessa sezione del conduttore attivo fino alla sezione di 16mm<sup>2</sup> oltre, metà della sezione del conduttore attivo con il minimo di 16 mm<sup>2</sup> (rame).

Se il conduttore di protezione non fa parte dello stesso cavo e dello stesso tubo dei conduttori attivi, la sezione minima dovrà essere:

- 2,5 mm<sup>2</sup> (rame) se protetto meccanicamente.
- 4 mm<sup>2</sup> (rame) se non protetto meccanicamente.

### Conduttore di terra

16 mm<sup>2</sup> (rame) 50 mm<sup>2</sup> (ferro).

### Conduttori equipotenziali principali

6 mm<sup>2</sup> (rame).

### Conduttori equipotenziali supplementari

Fra massa e massa uguale alla sezione del conduttore di protezione minore con un minimo di 6 mm<sup>2</sup> (rame); fra massa e massa estranea (tubazione metalliche idriche, gas, riscaldamento, ecc...) sezione uguale alla metà dei conduttori di protezione con un minimo di 6 mm<sup>2</sup> (rame).

Portata di corrente in regime permanente (tabella CEI-UNEL 35024-70). La caduta di tensione deve essere compresa entro il 4% (tabella CEI-UNEL 35023-70).



## 10 PROTEZIONI DALLE SOVRACORRENTI

Tutti i circuiti dell'impianto elettrico saranno protetti dal sovraccarico e corto circuito.

Tale protezione verrà realizzata con interruttori magnetotermici e/o interruttori con fusibili, che saranno dimensionati secondo le condizioni:

- **Protezione da sovraccarico:**

$$I_B \leq I_n \leq I_z \qquad I_f \leq 1,45 \times I_z$$

dove:

$I_B$  = corrente di impiego del circuito;

$I_z$  = portata in regime permanente della condotta (Sezione 523 della Parte 5);

$I_n$  = corrente nominale del dispositivo di protezione;

$I_f$  = corrente che assicura l'effettivo funzionamento del dispositivo di protezione entro il tempo convenzionale in condizioni definite.

NOTA Per i dispositivi di protezione regolabili la corrente nominale  $I_n$  è la corrente di regolazione scelta.

- **Protezione da corto circuito:**

$$\sqrt{t} = K \times S/I$$

dove:

$t$  = durata in secondi;

$S$  = sezione in mm<sup>2</sup>;

$I$  = corrente effettiva di cortocircuito in ampere, espressa in valore efficace;

$K$  = 115 per i conduttori in rame isolati in PVC/Termoplastici;

143 per i conduttori in rame isolati con gomma etilenpropilenica e propilene reticolato;

92 per i conduttori in alluminio isolati in PVC;

92 per i conduttori in alluminio isolati con gomma etilenpropilenica e propilene reticolato;

115 corrispondente ad una temperatura di 160 °C, per le giunzioni saldate a stagno tra conduttori in rame.

## 11 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI E INDIRETTI

Consiste nel prevedere misure intese a proteggere persone in caso di contatto con parti conduttrici normalmente non in tensione, che potrebbero innalzare il loro potenziale in caso di guasto a terra.

Nel caso di guasto in B.T. le caratteristiche dei dispositivi di protezione e le impedenze dei circuiti devono essere tali che, se si presenta un guasto di impedenza trascurabile in qualsiasi parte dell'impianto tra un conduttore di fase ed un conduttore di protezione o una massa, l'interruzione automatica dell'alimentazione avvenga entro il tempo specificato, soddisfacendo alla seguente relazione:

$$Z_s \times I_a \leq U_o$$

dove:

$Z_s$  = è l'impedenza dell'anello di guasto che comprende la sorgente, il conduttore attivo fino al punto di guasto ed il conduttore di protezione tra il punto di guasto e la sorgente;

$I_a$  = è la corrente che provoca l'interruzione automatica del dispositivo di protezione, entro il tempo definito nella Tabella 41A in funzione della tensione nominale  $U_o$  per i circuiti specificati in 413.1.3.4, ed, entro un tempo convenzionale non superiore a 5 secondi per gli altri circuiti; se si usa un interruttore differenziale  $I_a$  è la corrente differenziale nominale di intervento.

$U_o$  = è la tensione nominale verso terra in volt in c.a. e in c.c.

**Tabella 41A - Tempi massimi di interruzione per sistemi TN**

Sistema	50 V < $U_o$ ≤ 120 V s		120 V < $U_o$ ≤ 230 V s		230 V < $U_o$ ≤ 400 V s		$U_o$ > 400 V s	
	c.a.	c.c.	c.a.	c.c.	c.a.	c.c.	c.a.	c.c.
<b>TN</b>	0,8	Nota 3	0,4	5	0,2	0,4	0,1	0,1

$U_o$  è la tensione nominale verso terra in c.a. o in c.c.

NOTA 1: Per le tensioni che sono entro la banda di tolleranza precisata nella Norma CEI 8-6 si applicano i tempi di interruzione corrispondenti alla tensione nominale.

NOTA 2: Per valori di tensione intermedi, si sceglie il valore prossimo superiore della Tabella 41A.

NOTA 3: L'interruzione può essere richiesta per ragioni diverse da quelle relative alla protezione contro i contatti elettrici.

NOTA 4: Quando la prescrizione di questo articolo sia soddisfatta mediante l'uso di dispositivi di protezione a corrente differenziale, i tempi di interruzione della presente Tabella si riferiscono a correnti di guasto differenziali presunte significativamente più elevate della corrente differenziale nominale dell'interruttore differenziale (tipicamente  $5 I_{dn}$ ).

## **12 VERIFICHE**

Al termine dei lavori, a seguito delle verifiche con esito positivo sulla realizzazione e funzionalità degli impianti previste dalla normativa vigente, l'impresa esecutrice rilascerà al committente la dichiarazione di conformità degli impianti realizzati.

Oltre a tale dichiarazione, resa sulla base del modello di cui all'allegato I del D.M. 37/2008, faranno parte integrante la relazione contenente la tipologia dei materiali impiegati, nonché il progetto di cui all'articolo 5 del D.M. 37/2008 stesso.