



**Finanziato  
dall'Unione europea**  
NextGenerationEU



**Provincia di Ravenna**

## Settore Edilizia Scolastica e Patrimonio

Servizio Programmazione e Progettazione

LAVORI DI SOSTITUZIONE EDILIZIA DELLE OFFICINE SITE IN VIA BRUNELLI NR.1/2 DEL POLO TECNICO PROFESSIONALE DI LUGO CON SEDE IN VIA LUMAGNI NR.24/26 - LUGO (RA) - CUP J41B22001670004 - FINANZIATO CON FONDI NEXT GENERATION EU PNRR

Missione 4 - Componente 1 - Investimento 3.3 Piano di messa in sicurezza e riqualificazione dell'edilizia scolastica

### PROGETTO ESECUTIVO

Presidente: Michele de Pascale		Consigliere delegato Pubblica Istruzione - Edilizia Scolastica - Patrimonio: Maria Luisa Martinez	
Dirigente responsabile del Settore: Ing. Marco Conti		Responsabile del Servizio: Arch. Giovanna Garzanti	
RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO:	Arch. Giovanna Garzanti	..	firmato digitalmente .....
PROGETTISTA COORDINATORE:	Arch. Sara Saliba	..	firmato digitalmente .....
PROGETTISTA OPERE ARCHITETTONICHE:	Arch. Sara Saliba	..	firmato digitalmente .....
COLLABORATORE ALLA PROGETTAZIONE:	Geom. Matteo Montuschi	..	.....
ELABORAZIONE GRAFICA:	Geom. Matteo Montuschi	..	.....
Professionisti esterni:			
PROGETTISTA OPERE STRUTTURALI:	Ing. Massimo Rosetti		
PROGETTISTA IMPIANTI ELETTRICI:	Ing. Davide Lucchi		
PROGETTISTA IMPIANTI MECCANICI:	Ing. Patrizio Berretti		
PROGETTAZIONE ACUSTICA:	Ing. Letizia Pretolani		
COORDINATORE DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:	Ing. Massimo Rosetti		
PROGETTISTA ANTINCENDIO:	Ing. Patrizio Berretti		
ESPERTO CAM IN EDILIZIA:	Arch. Gino Mazzone		

Rev.	Descrizione	Redatto:	Controllato:	Approvato:	Data:
0	EMISSIONE	L.D.	L.D.	G.G.	15/06/2023
1	REVISIONE	L.D.	L.D.	G.G.	03/07/2023
2					
3					

TITOLO ELABORATO:  
CABINA MT/BT – RELAZIONE TECNICA

PROFESSIONISTA RESPONSABILE:  
Ing. Davide Lucchi

.....  
FIRMATO DIGITALMENTE  
Timbro e firma del Professionista

Elaborato num: <b>IE/01</b>	Revisione: <b>1</b>	Data: <b>03/07/2023</b>	Scala: <b>---</b>	Nome file: <b>PE_IE_01_REL.TEC-CABINA__r.01</b>
--------------------------------	------------------------	----------------------------	----------------------	--

## **A-1 OGGETTO**

L'insediamento scolastico oggetto del presente studio è oggetto di un importante ampliamento degli spazi didattici con l'attivazione di diversi laboratori con dotazione di macchine operatrici alimentate ad energia elettrica e necessita pertanto di una potenza elettrica che richiede il collegamento alla rete elettrica nazionale in media tensione che mediante trasformatore MT/BT verrà poi resa disponibile alle utenze con tensione 400V. E' necessario pertanto realizzare una cabina di consegna e trasformazione dell'energia elettrica.

Questa documentazione rappresenta il progetto esecutivo, così come indicato dalla Guida CEI 0-2 fascicolo 2459G, per l'esecuzione della cabina di trasformazione MT/BT a servizio delle utenze elettriche del complesso scolastico sito a Lugo (RA) in Via Lumagni n°26.

## **A-2 DESCRIZIONE SOMMARIA DEGLI IMPIANTI ELETTRICI**

Gli impianti elettrici considerati hanno origine a valle del punto di consegna dell'energia da parte dell'ente erogatore e terminano ai quadri di bordo macchina, essi esclusi, alle prese di energia fisse, alle apparecchiature per l'illuminazione generale se specificate.

## **C-1 DESCRIZIONE DELL'IMMOBILE E CLASSIFICAZIONE DEL LUOGO**

La cabina MT/BT verrà realizzata con una struttura prefabbricata in c.a.v. e dotata dei seguenti locali contigui:

- Locale ENTE DISTRIBUTORE a uso esclusivo dell'ente erogante;
- Locale MISURE dove saranno disposti i contatori per il rilevamento dell'energia attiva e reattiva utilizzata dall'utente;
- Locale UTENTE dove verranno installate le apparecchiature elettriche per la protezione, la trasformazione dell'energia (mediante trasformatore in resina) e la distribuzione: tale locale avrà caratteristiche di resistenza al fuoco classificate REI60

La cabina MT/BT verrà posizionata ad una distanza superiore alla distanza calcolata secondo il DM 29/05/2008 dagli altri fabbricati presenti nell'area in modo che il campo

elettromagnetico generato dalla apparecchiature elettriche non abbia una significativa interazione con i locali esistenti.

I locali, in base alle loro caratteristiche, al loro utilizzo e contenuto, vengono classificati, esclusivamente dal punto di vista del rischio elettrico, come segue:

#### Locale ente distributore e locale Misure

#### **Ambiente con rischio elettrico ordinario (CEI 64-8).**

#### Locale Utente

**Ambienti a maggior rischio in caso di incendio per la presenza di materiale infiammabile o combustibile in deposito o convogliamento (art.751.03.4 norma CEI 64-8/7).**

### **D-1 RETE DI ALIMENTAZIONE**

Il fabbricato verrà alimentato dall'ente erogatore che fornisce le seguenti caratteristiche della alimentazione elettrica :

tensione	15 000	V trifase
frequenza	50	HZ
corrente di corto circuito	16	kA
potenza max disponibile	400	kVA

In mancanza di dati forniti dall'ente erogatore si assume che la rete a cui sarà connesso l'impianto sia esercita a neutro compensato con:

corrente massima di guasto a terra a 15 kV	40	A
tempo massimo di eliminazione del guasto	>> 10	secondi

Il sistema di distribuzione adottato è TN-S ( T: collegamento diretto a terra di un punto del sistema elettrico (neutro a terra) N: collegamento delle masse al punto del sistema elettrico collegato a terra; S: conduttori di neutro e di protezione separati).

### **F-1 NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO PER GLI IMPIANTI E COMPONENTI**

Gli impianti elettrici dovranno essere realizzati osservando rigorosamente le disposizioni legislative e normative vigenti, le disposizioni riportate nella presente relazione tecnica, nelle tavole e nelle documentazioni allegate al fine di assicurare l'adempimento a quanto disposto dalla Legge 01/03/1968 n.168, dal D.M. 22/01/2008 n.37.

Siccome la Ditta esecutrice deve assumersi la responsabilità dell'esecuzione secondo il disposto legislativo (Legge 01/03/1968 n.186), avendo preso visione dell'entità dei lavori, non sono qui riportate le disposizioni di Legge da osservare in materia antinfortunistica e antincendio.

Per comodità sono comunque di seguito indicate le principali disposizioni normative e legislative riguardanti gli impianti elettrici allo studio:

**CEI 0-2:** guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici.

**CEI 0-16:** regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica.

**CEI 0-21:** regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica.

**CEI 11-20:** impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria.

**CEI 14-32:** Trasformatori di potenza-Parte II: Trasformatori di tipo a secco.

**CEI 17-6:** Apparecchiature ad alta tensione -Parte II: apparecchiatura prefabbricata con involucro metallico per tensioni da 1kV a 52kV. -CEI 17-114 (2012) Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT). Parte II: Quadri di potenza.

**CEI EN 50222 (CEI 99-3):** Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a..

**CEI UNEL 35016:** Classe di reazione al fuoco dei cavi in relazione al Regolamento EU "Prodotti da costruzione" (305/2011) Cavi CPR.

**CEI UNEL 35024/1:** Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000V in corrente alternata e 1500V in corrente continua-Portate di corrente in regime

**CEI 64-8:** impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua.

**CEI EN 60099-1 (CEI 37-1):** scaricatori - Parte 1: Scaricatori a resistori non lineari con spinterometri per sistemi a corrente alternata

**CEI EN 60439 (CEI 17-13):** apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT).

**CEI EN 60445 (CEI 16-2):** principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, marcatura e identificazione - Individuazione dei morsetti e degli apparecchi e delle estremità dei conduttori designati e regole generali per un sistema alfanumerico.

**CEI EN 60529 (CEI 70-1):** gradi di protezione degli involucri (codice IP).

**CEI EN 60555-1 (CEI 77-2):** disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili - Parte 1: Definizioni.

**CEI EN 61000-3-2 (CEI 110-31):** compatibilità elettromagnetica (EMC) - Parte 3: Limiti - Sezione 2: Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso " = 16 A per fase).

**CEI EN 62305 (CEI 81-10):** protezione contro i fulmini.

**CEI 81-3:** valori medi del numero di fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato.

**CEI 20-19:** cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V.

**CEI 20-20:** cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V.

**CEI 20-13:** Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30kV

**CEI UNEL 35027:** Cavi di energia per tensione nominale U da 1 kV a 30 kV. Portate di corrente in regime permanente. Posa in aria e interrata.

**CEI 99-5:** Guida per l'esecuzione degli impianti di terra delle utenze attive e passive connesse ai sistemi di distribuzione con tensione superiore a 1 kV in c.a.

**CEI EN 62271-200(CEI 17-6):** Apparecchiature prefabbricate con involucro metallico per tensioni superiori a 1 kV fino a 52 kV compreso

Le caratteristiche degli impianti e dei relativi componenti, devono essere conformi alle vigenti norme di Legge e in particolare alle relative prescrizioni di sicurezza e messi in opera tenendo conto delle caratteristiche ambientali.

Tutti i componenti dovranno essere muniti di marcatura CE; di marchio di qualità, IMQ o equivalenti oppure essere dotate di certificato di conformità alle norme CEI e di Legge rilasciato dal Costruttore.

La Ditta esecutrice degli impianti è tenuta al rilascio, al termine dei lavori e comunque prima del collaudo finale, siano essi stati effettuati su parte dell'impianto esistente o sulla totalità, di una dichiarazione di conformità secondo le modalità e i termini stabiliti dal D.M. 22/01/2008 n.37.

La Ditta esecutrice dovrà fornire, se mancanti, gli schemi elettrici completi degli impianti realizzati con indicato il percorso delle linee elettriche principali, la posizione dei punti luce, delle prese a spina e delle utenze elettriche fisse alimentate.

I simboli grafici utilizzati devono rispettare le disposizioni del Comitato Tecnico 3 del CEI.

## **H-1 CARATTERISTICHE GENERALI DELL'IMPIANTO ELETTRICO**

Gli impianti elettrici della cabina di trasformazione MT/BT dovranno presentare una particolare accessibilità per le manutenzioni ordinarie e straordinarie. Non sono da studiare particolari condizioni di filiazione o di selettività.

Le cadute di tensione ammesse ai quadri elettrici principali di utenza, determinate in funzione della corrente di loro impiego, non dovranno superare il 2%.

## **I-1 MISURE DI PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI**

La protezione contro i contatti indiretti per un guasto sulla media tensione sarà realizzata mediante la limitazione della tensione di contatto  $U_{tp}$  ottenuta coordinando il valore della resistenza di terra del dispersore con i parametri elettrici forniti dal E-Distribuzione in conformità alla norma CEI 99-3.

Verrà realizzato un nuovo sistema di dispersione a terra che prevede la realizzazione di un dispersore ad anello nell'intorno della cabina MT/BT -ad una distanza di 1 metro dal suo perimetro- composto da una corda in rame nuda sezione 50 mm<sup>2</sup> intimamente connessa al terreno ad una profondità di circa 70 cm rispetto al piano di campagna a cui vengono connessi – in corrispondenza degli angoli della cabina- n°4 picchetti a croce in acciaio zincato 50x50x5x2000 mm mediante idonei morsetti a "C".

Prima della messa in funzione dell'impianto occorrerà procedere alla misura dell'impedenza del dispersore ed effettuare la verifica del coordinamento con i parametri elettrici forniti dall'ente distributore.

La protezione contro i contatti indiretti per un guasto sulla BT sarà realizzata mediante l'interruzione automatica dell'alimentazione del circuito interessato al guasto, coordinata con l'impianto di messa a terra sopra descritto.

Verranno installati dispositivi di protezione a corrente differenziale contro i contatti indiretti, coordinati con l'impedenza dell'anello di guasto, con un livello di sensibilità idoneo a garantire la sicurezza dell'ambiente da proteggere e a consentire un regolare funzionamento delle apparecchiature alimentate.

Poichè il sistema elettrico utilizzato nell'unità immobiliare è del tipo classificato TN-S occorrerà verificare, per ogni circuito attivo, il rispetto della seguente condizione:

$Z_s \cdot I_{dn} \leq U_0$
-----------------------------

dove :

**$U_0$**  = 230V è la tensione fase/terra

**$I_{dn}$**  è la corrente di intervento del dispositivo di protezione in un determinato tempo

**$Z_s$**  è l'impedenza dell'anello del circuito interessato al guasto

Ai dispositivi installati si richiedono tempi di intervento inferiori a 5 sec per un guasto sulle linee di distribuzione ed inferiori a 0,4 secondi per un guasto negli altri circuiti (alimentazione di utenze fisse, trasportabili, mobili).

Questi dispositivi saranno collocati nei quadri principali con le caratteristiche indicate negli elaborati allegati al progetto esecutivo e dovranno essere contrassegnati per l'identificazione del relativo utente.

Per alcuni circuiti terminali è possibile realizzare la protezione contro i contatti indiretti mediante l'utilizzo di apparecchiature di classe II o dotati di isolamento equivalente: in questo caso la condotta di alimentazione del circuito dovrà avere anch'essa caratteristiche di doppio isolamento.

L'efficacia della protezione contro i contatti indiretti mediante l'interruzione del circuito di guasto, richiede l'adempimento di una serie di disposizioni necessarie nella realizzazione del sistema di dispersione a terra e di equipotenzialità dettagliate nella documentazione di progetto esecutivo.

## **I-2 CARATTERISTICHE GENERALI IMPIANTO DI PROTEZIONE**

Nel fabbricato oggetto della presente relazione è già presente un dispersione a terra utilizzato per un sistema con tipologia TT.

Poiché con l'installazione della cabina MT/BT viene modificato il sistema di distribuzione in TN-S è necessario collegare il collettore di terra realizzato nella cabina MT/BT con i collettori di terra presenti nei quadri di distribuzione principali dei corpi di fabbrica di cui è composto l'insediamento scolastico. Attualmente è esistente un corpo di fabbrica denominato "Compagnoni 1" mentre è in costruzione il corpo di fabbrica "Compagnoni 2" e previsto da costruire il corpo di fabbrica "Compagnoni 3".

Ai collettori di terra nei quadri di distribuzione principali verranno collegati i ferri di armatura della struttura in cemento armato di fondazione e la rete metallica di ripartizione del carico da installare nella soletta del pavimento contro terra.

Si raccomanda la verifica della presenza di interruttori automatici differenziali su tutte le alimentazioni elettriche affinché le eventuali masse estranee comuni (per esempio tubazioni metalliche), non siano sottoposte a tensioni pericolose.

L'impianto di dispersione dovrà essere mantenuto nel tempo adottando materiali e tecniche di posa adeguate e dovrà essere dimensionato per sopportare le eventuali correnti di guasto da dissipare.

Nel caso l'opera interessi immobili e/o attività soggetti a denuncia alle autorità competenti, dovranno essere compilate e consegnate tutte le documentazioni relative.

I conduttori di terra dovranno avere sezione minima 25 mm<sup>2</sup> in rame che si riduce a 16 mm<sup>2</sup> qualora sia prevista una protezione contro la corrosione ma non contro le sollecitazioni meccaniche.

La coesistenza della protezione contro la corrosione e gli sforzi meccanici permette il dimensionamento dei conduttori di terra in base alla massima corrente che li può interessare, secondo le precisazioni fornite dalla norma CEI 64-8/5 art.542.3.1 oppure applicando la seguente tabella valida solo se i conduttori di fase e di terra sono dello stesso materiale:

$S \leq 16 \text{ mm}^2$	$St = S$
$16 \text{ mm}^2 < S \leq 35 \text{ mm}^2$	$St = 16 \text{ mm}^2$

$S > 35 \text{ mm}^2$	$St = S/2$
-----------------------	------------

Dove:  $St$  = la sezione minima del conduttore di terra

$S$  = la sezione massima del conduttore di fase

Le giunzioni dei conduttori di terra devono essere effettuate in modo tale che resistano agli sforzi meccanici, che non danneggino i conduttori e che garantiscano le stesse caratteristiche dei conduttori collegati per aumenti della temperatura.

Bisogna inoltre considerare i fenomeni di corrosione elettrolitica tra rame e zinco prevedendo morsettiere in materiale inserito nella scala galvanica tra i precedenti come l'ottone o leghe simili.

I conduttori di terra devono avere percorso breve, non devono essere sottoposti a sforzi meccanici particolari e non devono essere soggetti a fenomeni di corrosione o logoramento meccanico.

Il collettore principale di terra è quell'elemento che consente, attraverso il conduttore di terra e il conduttore di protezione, il collegamento fra rete di dispersione e gli utilizzatori delle apparecchiature elettriche.

Generalmente viene posizionato entro il quadro generale, è realizzato mediante una barra di rame, di opportune dimensioni, alla quale sono collegati i conduttori di terra, protezione, equipotenziali principali.

Il sezionamento del conduttore di terra deve assicurare la misura della resistenza di terra del dispersore, deve essere effettuata tramite serraggio con attrezzo ed avere caratteristiche di robustezza e di affidabilità equivalenti al conduttore di terra continuo.

Per maggior chiarezza si consiglia di marcare i conduttori collegati al collettore di terra e di dotare il sistema di legenda attraverso la quale si può risalire alla rete di protezione realizzata.

Il conduttore di protezione dovrà collegare tutte le apparecchiature elettriche fisse, le prese, gli apparecchi di illuminazione.

Fatto salvo dove espressamente specificato in merito alle sezioni minime da adottare, i conduttori di protezione devono essere dimensionati o in base alla massima corrente di guasto che li può percorrere, secondo le precisazioni fornite dalla norma CEI 64-8/5



art.543.1.1, oppure utilizzando la sottoriportata tabella, valida solo se il conduttore di fase e il conduttore di protezione sono dello stesso materiale:

$S \leq 16 \text{ mm}^2$	$St = S$
$16 \text{ mm}^2 < S \leq 35 \text{ mm}^2$	$St = 16 \text{ mm}^2$
$S > 35 \text{ mm}^2$	$St = S/2$

Dove:  $St$  = la sezione minima del conduttore di terra

$S$  = la sezione massima del conduttore di fase

In ogni caso, se il conduttore di protezione non fa parte della stessa condotta del conduttore di fase, la sezione minima deve essere  $2,5 \text{ mm}^2$  se protetto meccanicamente altrimenti  $4 \text{ mm}^2$ .

In generale i conduttori di protezione devono essere protetti dalle sollecitazioni esterne( meccaniche, chimiche) ed interne( elettrodinamiche).

Le connessioni devono essere ispezionabili e sezionabili, per permettere eventuali prove e misure.

Essi non devono essere interrotti se non con un sistema che permetta il sezionamento con l'uso di attrezzo.

### **I-3 GENERALITA' IMPIANTO EQUIPOTENZIALE**

Tutte le masse metalliche che per qualsiasi ragione possano assumere potenziali uguali a quello di terra, ovvero siano considerabili masse estranee, devono essere collegate all'impianto equipotenziale.

In particolare le tubazioni metalliche, sia idriche che del gas in ingresso alla struttura oggetto della presente relazione, le tubazioni dell'impianto di riscaldamento e del condizionamento centralizzati, se esistenti, devono essere collegate al collettore principale di terra mediante la posa di un conduttore di sezione non inferiore alla massima sezione del conduttore di fase utilizzato nell'impianto, con un minimo di  $6 \text{ mm}^2$  e un massimo di  $25 \text{ mm}^2$ .

Questi collegamenti sono definiti come collegamenti equipotenziali principali.

Nei servizi igienici, nelle cucine, nel vano alloggiante il collettore di riscaldamento autonomo, se esistente, e comunque in presenza di masse estranee, occorre

realizzare un impianto equipotenziale supplementare collegando tra loro le tubazioni metalliche all'ingresso del locale con l'impianto di protezione.

Le sezioni minime dei conduttori equipotenziali supplementari devono essere determinate in base al conduttore di protezione al quale fanno capo, secondo quanto specificato nella norma CEI 64-8/5 art.547.1.2.

Se esistono tubazioni metalliche interrate che trasportano fluidi, poichè esse possono danneggiarsi per la presenza di correnti vaganti, i collegamenti equipotenziali dovranno essere eseguiti secondo le indicazioni fornite dai responsabili dell'impianto connesso.

### **L-1 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI**

L'impianto in esame necessita di una completa protezione contro questo tipo di contatti. Le parti dell'impianto normalmente in tensione devono avere un isolamento adeguato rimovibile unicamente mediante l'utilizzo di attrezzi o mediante distruzione.

L'adeguatezza di questo isolamento dovrà essere certificata dalla presenza del marchio IMQ o da equivalente europeo. Il grado di protezione minimo degli involucri a protezione di parti elettriche normalmente in tensione, se a portata di mano, deve essere almeno IP2X per le pareti verticali ed IP4X per quelle orizzontali.

Particolari esecuzioni impiantistiche possono richiedere gradi di protezione superiori come eventualmente indicate nell'apposito capitolo di questo studio.

### **J-1 PROTEZIONE CONTRO I SOVRACCARICHI**

Questa protezione verrà realizzata mediante la posa di opportuni interruttori ad intervento automatico con riarmo manuale comandati da dispositivo di controllo e comando conforme alla norma CEI 64-8.

Questi dispositivi di protezione dovranno interrompere le correnti di sovraccarico che possono comportare un riscaldamento dannoso all'isolante delle condutture o all'ambiente esterno.

Questi dispositivi dovranno far sì che vengano soddisfatte le seguenti relazioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z \quad I_f \leq 1,45 \cdot I_z$$

dove:

$I_b$  = corrente di impiego del circuito

$I_z$  = portata del cavo in regime permanente

$I_n$  = corrente nominale del dispositivo di protezione

$I_f$  = corrente di intervento del dispositivo di protezione in un tempo determinato

In queste condizioni si verifica il coordinamento fra conduttura e dispositivo di protezione della stessa.

Normalmente il dispositivo di protezione dovrà essere inserito all'inizio della conduttura da proteggere.

## **J-2 PROTEZIONE CONTRO I CORTO CIRCUITI**

Verranno installati dispositivi di protezione per interrompere le correnti di cortocircuito prima che possano provocare danni irreversibili alle condutture elettriche comandati da dispositivo di controllo e comando conforme alla norma CEI 0-16.

Tali dispositivi dovranno avere le tarature massime di funzionamento fornite dall'ente distributore a garanzia della continuità di servizio della rete elettrica nazionale.

Questi dispositivi dovranno far sì che vengano soddisfatte le seguenti condizioni:

$$- I^2t \leq K^2S^2$$

dove:

$I^2t$  è l'energia specifica lasciata passare dal dispositivo di protezione prima dell'intervento;

$K^2S^2$  è l'energia specifica tollerata dal cavo in condizioni adiabatiche;

- Il potere di interruzione del dispositivo di protezione deve essere maggiore della corrente di cortocircuito presunta nel punto di installazione.

Per dimensionare il potere di interruzione del dispositivo di protezione, si fa riferimento al valore della corrente di cortocircuito presunta immediatamente a valle dell'organo di misura dell'energia elettrica e comunicato dall'ente erogante.

Il potere di interruzione dei dispositivi considerato è quello di servizio e non quello estremo, non essendoci normalmente nell'ambiente di lavoro, personale addestrato a riconoscere eventuali interruttori danneggiati.

Normalmente il dispositivo di protezione dovrà essere inserito all'inizio della conduttura da proteggere.

## **N-1 CARATTERISTICHE DEI QUADRI ELETTRICI**

I quadri elettrici di nuova realizzazione sono i seguenti:

- |   |      |
|---|------|
| - quadro elettrico media tensione locale utente | Q.MT |
| - quadro elettrico generale BT                  | Q.BT |

Gli allegati schemi elettrici unifilari o multifilari (allegato IE02) riportano le caratteristiche delle apparecchiature poste all'interno dei quadri, il tipo e la sezione dei cavi delle linee da posare.

Ciascun quadro dovrà essere corredato dai seguenti elementi:

- 1- scritte indelebili e difficilmente rimuovibili, indicanti la funzione svolta da ciascun dispositivo posizionate in loro corrispondenza;
- 2- schemi elettrici unifilari completi ed aggiornati, posti all'interno del quadro o in luogo conosciuto dal personale interno;
- 3- nome e dati del costruttore del quadro;
- 4- gli altri dati indicati dalle norme specifiche CEI EN 62271-200 e CEI EN 61439.

## **N-2 CARATTERISTICHE GENERALI DELLE CONDUTTURE**

Le condutture di distribuzione dell'energia elettrica sono composte dai cavi elettrici e dalle canalizzazioni che li contengono e proteggono meccanicamente.

Il tipo di canalizzazione da realizzare dipende dalle influenze esterne alle quali può essere soggetta.

Le canalizzazioni dovranno essere dotate di marchio IMQ o equivalente oppure di certificato di conformità rilasciato dal costruttore attestante le loro applicazioni possibili e dovranno essere posate utilizzando tutti gli accessori indicati nella certificazione.

Le tubazioni impiegate per la posa sottotraccia, dovranno essere del tipo ammesso per tale posa; per posa a pavimento devono essere del tipo pesante mentre per la posa verticale possono essere del tipo leggero.

La posa deve essere per quanto possibile con percorsi retti; sono ammesse eccezioni

quando è possibile individuare il percorso, dovranno essere fatte il minor numero di curve da realizzare in modo dolce e raccordato.

Se coesistono altri impianti tecnologici occorre limitare gli incroci utilizzando percorsi paralleli, se gli accavallamenti sono inevitabili prevedere la possibilità di danneggiamento prima e dopo la loro copertura.

Occorre provvedere affinché le canalizzazioni posate e non ancora coperte non vengano danneggiate durante i lavori nel cantiere: allo scopo si raccomanda la posa e l'immediata copertura delle canalizzazioni che potrebbero trovarsi in punti di frequente passaggio.

Le canalizzazioni a vista devono essere del tipo pesante, dotate di marchio IMQ o equivalente oppure dotate di certificato di conformità rilasciato dal costruttore e attestante le possibili applicazioni del prodotto.

L'installazione deve essere realizzata utilizzando tutti gli accessori come curve, manicotti, pressacavo, fascette di fissaggio indicati nella certificazione del costruttore.

La posa dovrà essere fatta seguendo percorsi orizzontali e verticali, prevedendo la possibilità anche accidentale di danneggiamento.

Il collegamento delle canalizzazioni con scatole di derivazione, infilaggio, connessione dovrà avvenire con gli opportuni pressatubi.

Solo per le canalizzazioni in tubo non devono essere effettuate in un tratto privo di scatole di derivazione, più di 180° totali di curvature: se occorre superare questo valore prevedere una scatola di infilaggio.

Le canalizzazioni a vista possono essere in PVC o in acciaio zincato, in questo caso sono da collegare a terra se contengono conduttori attivi privi di guaina.

La scelta verrà effettuata in funzione delle condizioni ambientali di posa quali le possibili sollecitazioni meccaniche e la presenza di particolari sostanze chimiche.

Le canalizzazioni portacavi e le passerelle devono essere dotate di marchio IMQ o equivalente oppure dotate di certificato di conformità rilasciato dal costruttore e attestante le possibili applicazioni del prodotto.

Esse devono essere posate utilizzando tutti i necessari accessori quali coperchi,

curve, terminali, giunti, derivazioni varie, sospensioni e terminali di chiusura come indicato nella certificazione del costruttore.

Le sospensioni dovranno essere predisposte in numero sufficiente in funzione del peso complessivo della conduttura, secondo i dati forniti dal costruttore.

Le canalizzazioni metalliche dovranno essere di acciaio zincato oppure zincate e verniciate: in entrambi i casi la necessità e la modalità di un eventuale collegamento equipotenziale devono essere indicate nella documentazione del costruttore.

La connessione della canalizzazione al conduttore di protezione è necessaria se essa contiene conduttori attivi senza guaina.

Le connessioni entro le canalizzazioni anche se consentite dalle norme attuali con modalità di esecuzione particolari, sono in questa applicazione assolutamente vietate.

Nel caso sia necessaria una giunzione, occorrerà prevedere una scatola esterna di derivazione che mantenga lo stesso grado di protezione della canalizzazione.

Tutte le connessioni delle linee elettriche in scatola di derivazione dovranno essere realizzate utilizzando morsetti del tipo multivie a serraggio indiretto.

Occorre effettuare comunque il minor numero di giunzioni possibile da effettuarsi comunque secondo la regola dell'arte, impiegando prodotti adeguati al tipo, alla sezione, alla forma ed al numero di conduttori da connettere, entro cassette apposite di giunzione sempre ispezionabili per verifiche o manutenzioni.

Le uniche connessioni non ispezionabili sono quelle consentite dalla norma CEI 64-8/5 art.526.4.

Le scatole di derivazione devono essere del tipo apposito alla canalizzazione utilizzata, conservarne le caratteristiche tipiche, devono avere coperchio rimovibile solo con attrezzo.

Esse devono mantenere la stessa separazione fisica garantita dalla canalizzazione derivata.

Circuiti funzionanti a diverse tensioni di esercizio ma con isolamento uguale alla tensione più elevata, possono solo transitare nella stessa cassetta di derivazione senza derivazioni.

Le connessioni non dovranno raggiungere temperature tali da causare danneggiamenti all'isolante dei conduttori connessi, pertanto occorre provvedere distanziando gli apparecchi tra loro e posizionarli opportunamente, declassando la loro corrente nominale, ventilando forzatamente i vani, aumentando opportunamente i volumi interni dei quadri elettrici, utilizzando sezioni superiori, impiegando appositi capocorda ed eventualmente ad adottare conduttori dotati di isolante particolarmente adatti alle alte temperature.

I conduttori utilizzati per la distribuzione in bassa tensione dovranno essere in rame, flessibili e con isolamento adatto al tipo di posa applicata al conduttore, come di seguito indicato:

**Sigla : FS17 450/750V – CPR- Cca-s3,d1, a3**

Cavi unipolari flessibili non propaganti la fiamma e l'incendio con bassissima emissione di fumi e gas tossici e corrosivi, zero alogeni. Idonei per installazione entro tubazioni in vista o incassate.

**Sigla : FG16M16 – FG16(O)M16 CPR-Cca-s1b,d1,a1-0,6/1kV**

Cavi unipolari/multipolari con guaina termoplastica LSOH, non propaganti la fiamma e l'incendio con bassissima emissione di fumi e gas tossici e corrosivi, zero alogeni. Idonei per installazione entro tubazioni in vista o incassate, passarelle, canalette o sistemi simili. Idonei alla posa interrata.

**Sigla : FTG18M16 – FTG18(O)M16 CPR-B2ca-s1a,d1,a1-0,6/1kV**

Cavi unipolari/multipolari con guaina termoplastica LSOH, non propaganti la fiamma e l'incendio con bassissima emissione di fumi e gas tossici e corrosivi, zero alogeni.

Funzionamento assicurato in presenza di fuoco e shock meccanici per almeno 120 minuti alla temperatura di 830 °C. Idonei per installazione entro tubazioni in vista o incassate, passarelle, canalette o sistemi simili. Idonei alla posa interrata.

**Sigla : RG7H1M1 12/20 kV FTG18M16 – FTG18(O)M16 CPR-B2ca-s1a,d1,a1-0,6/1kV**

Cavi unipolari isolati in gomma HEPR di qualità G7, a spessore ridotto, con temperatura massima di esercizio di 105 °C

Nel caso di coesistenza all'interno della stessa condotta di conduttori alimentati da tensioni diverse, l'isolamento di tutti i conduttori deve essere determinata in base alla massima tensione esistente nella condotta.

I conduttori impiegati devono essere contraddistinti dalle colorazioni previste dalle vigenti tabelle CEI-UNEL; in particolare:

conduttore di neutro	:	BLU CHIARO
conduttore di fase	:	NERO, GRIGIO, MARRONE
conduttore di terra	:	GIALLO/VERDE

I conduttori di fase possono comunque avere tutte le colorazioni disponibili sul mercato escluso il blu chiaro e il giallo/verde.

I conduttori dovranno essere sfilabili dalle condutture.

Le tubazioni dovranno avere uno spazio libero in sezione almeno del 30% della sezione, i canali e passerelle almeno del 50% per consentire eventuali modifiche e ampliamenti.

Durante la posa delle condutture dovranno essere osservate le istruzioni fornite dal costruttore onde garantire la portata e le caratteristiche dichiarate.

In particolare occorre rispettare i carichi di trazione stabiliti, le condizioni ambientali circostanti e tutte le precauzioni volte a preservare la condotta posata da sforzi meccanici esterni.

Dovranno essere verificate le seguenti condizioni per ogni circuito, considerando le condizioni di posa e la tipologia del cavo:

-  **$I_b \leq I_z$**            dove :

$I_b$  = corrente di impiego del circuito

$I_z$  = portata del cavo in regime permanente

-  **$\Delta V\% \leq 4\%$**  in ogni punto del circuito (salvo quanto eventualmente indicato in H-1),  
dove :

$\Delta V\%$  = caduta di tensione in % sulla tensione di utilizzo del circuito .



## **O-1 CRITERI DI DIMENSIONAMENTO E SCELTA DEI COMPONENTI ELETTRICI**

Le apparecchiature di protezione verranno scelte in funzione degli obiettivi di sicurezza richiamati nei capitoli precedenti.

### **R-1 VERIFICHE FUNZIONALI**

L'impianto si intenderà ultimato quando sarà stato eseguito con esito positivo il collaudo comprendente:

- verifica rispondenza alla Norme CEI dell' impianto e delle apparecchiature utilizzate;
- verifica della conformità degli impianti ai progetti esecutivi;
- verifica di accurata esecuzione e perfetta funzionalità;
- verifica della continuità del conduttore di protezione da ogni massa e massa estranea al collettore di terra;
- verifica del funzionamento dei circuiti ausiliari e delle protezioni;
- verifica delle tarature delle apparecchiature di comando e controllo dei dispositivi di protezione;
- verifica della resistenza di isolamento delle linee fra loro e rispetto a terra;
- verifica dell'impedenza del dispersore;
- verifica della messa a terra delle masse metalliche;
- sono stati eseguiti con esito positivo gli eventuali collaudi degli enti preposti (Vigili del Fuoco , U.S.L, ISPESL).

### **R-2 VERIFICHE PERIODICHE**

E' buona norma sottoporre a periodici controlli di regolare funzionamento i dispositivi di protezione installati (interruttori differenziali mediante l'utilizzo del tasto di prova).

L'eventuale manutenzione ordinaria e/o straordinaria deve essere eseguita da Imprese abilitate ai sensi dell'art.3 del D.M.22/01/2008 n.37.

In particolare l'impianto di terra, se nel fabbricato operano dipendenti o assimilati, deve essere omologato e la sua funzionalità verificata ogni cinque anni dagli organi di controllo statali competenti (I.S.P.E.S.L. , A.S.L, Organismi Abilitati), dietro esplicita richiesta del datore di lavoro.

### **R-3 MODIFICHE DEGLI IMPIANTI**

Le modifiche agli impianti elettrici devono essere progettate da professionisti con specifiche competenze, iscritti negli albi professionali ai sensi dell'art.5 del D.M. 22/01/2008 n.37 ed effettuate da imprese abilitate ai sensi dell'art.3 dello stesso decreto.

Gli impianti elettrici devono soddisfare, dopo le modifiche e previa verifica per la messa in funzione, alle prescrizioni delle norme CEI: analogamente la documentazione tecnica dell'impianto dovrà essere aggiornata con le modifiche apportate.

Il tecnico incaricato

Ing. Davide Lucchi