



Città
metropolitana
di Milano

Westfield

WESTFIELD MILAN S.p.a.
C.so Giacomo Matteotti, 10
20121 Milano

ACCORDO DI PROGRAMMA
(APPROVATO CON D.P.G.R. DEL 22.05.2009 N.5095)
PRIMO ATTO INTEGRATIVO
(APPROVATO CON D.P.G.R. DEL 29.03.2010 N.3148)

POTENZIAMENTO DELLA S.P. N.103
"ANTICA DI CASSANO"
1° LOTTO - 2° STRALCIO
TRATTA B

PROGETTO ESECUTIVO

TITOLO elaborato : IMPIANTI Capitolato speciale norme tecniche				Cod. Elaborato: L.01.17
CODICE WM : WM-ERR-TB-00-RP-C-63017				Scala: -
	Redatto	Controllato	Approvato	Data:
	MASCOTTO	VISCHIONI	RINALDI	Maggio 2015

Revisioni	Redatto	Controllato	Approvato	DATA:
A	MASCOTTO	VISCHIONI	RINALDI	VERIFICA - SETT. 2015
B	MORESCO	VISCHIONI	RINALDI	GEN.2019
C	MORESCO	VISCHIONI	RINALDI	MAG.2019
D				

Progettazione :



Il Direttore Tecnico
Dott. Ing. Alberto RINALDI

Visto

WESTFIELD MILAN S.p.a.
C.so Giacomo Matteotti, 10
20121 Milano

Visto

.....

Indice generale

1. QUADRI ELETTRICI	6	
1.1 Prescrizioni generali	6	6
1.2 Caratteristiche generali	6	6
Omogeneità della fornitura e dei materiali	6	
Operazioni con quadro in tensione	6	
Limiti di fornitura	6	
Norme di riferimento	7	
Dati ambientali (riferiti al locale ove sarà installato il quadro)	7	
Dati elettrici	7	
Dati dimensionali	8	
Ammarraggio del quadro	8	
Caratteristiche costruttive	8	
a. Struttura del quadro.....	8	
b. Zoccolo di rialzo (non previsto per la versione arco interno).....	9	
c. Cella apparecchiature M.T.....	9	
d. Cella sbarre.....	9	
e. Cassonetto di bassa tensione	9	
f. Sbarre principali e connessioni.....	9	
g. Materiali isolanti	10	
h. Impianto di terra	10	
i. Interblocchi.....	10	
l. Verniciatura	10	
m. Apparecchiature ausiliarie ed accessori	10	
n. Cavetteria e circuiti ausiliari.....	11	
o. Isolatori	11	
p. Apparecchiature	11	
q. Interruttori	11	
r. Interruttore di manovra-sezionatore (IMS) - sezionatore	12	
s. Trasformatori di corrente e di tensione	12	
Certificati e garanzia	13	
a. Prove e certificati	13	
Garanzia	13	
Caratteristiche elettriche principali	13	
2. RELE' DI PROTEZIONE MEDIA TENSIONE	15	
2.1 Prescrizioni generali	15	15
Limiti di fornitura	15	
Norme di riferimento	15	
Descrizione	15	
Funzioni di protezione, misura e diagnostica	16	
Unità protezioni di corrente	16	
Protezione contro i guasti di terra di linee e macchine elettriche	17	

Protezione dei trasformatori e dei motori contro gli inconvenienti termici legati ai sovraccarichi elettrici.....	17
Protezione dei motori contro gli inconvenienti termici legati all'assorbimento di correnti di sequenza inversa.....	18
Protezione dei motori contro avviamenti eccessivamente lunghi, dovuti ad esempio ad eccessiva diminuzione della tensione di alimentazione, o a problemi meccanici legati alla macchina operatrice meccanicamente connessa.	18
Controllo numero avviamenti	18
Unità protezioni di tensione.....	18
Protezione di massima tensione concatenata	19
Protezione di massima tensione omopolare	19
Protezione di massima e minima frequenza	19
Funzioni di misura	19
Funzioni di diagnostica relative all'unità a microprocessore	19
a. Funzione di diagnostica relativa all'interruttore associato	20
b. Funzioni di diagnostica relative alla rete elettrica.....	20
3. ACCESSORI E ATTREZZI	21
3.1 Accessori	21
3.2 Attrezzi.....	21
Collaudi e prove	21
a. Prove di accettazione.....	21
b. Prove di tipo	21
4. TRASFORMATORI	22
4.1 Generalità.....	22
Condizioni ambientali	22
Condizioni di carico	22
Tipo costruttivo, isolamento e raffreddamento	22
Corpo delle macchine.....	22
Nucleo ed avvolgimenti.....	23
Avvolgimento di alta tensione	23
Avvolgimento di bassa tensione.....	23
Fissaggio degli avvolgimenti.....	23
Variatore di rapporto.....	23
Terminali e protezione contro i contatti diretti	23
Terminali alta tensione.....	24
Terminali Bassa Tensione.....	24
Protezione termica	24
Ausiliari ed accessori	24
Accessori per cabine elettriche	24
Tappeto isolante.....	24
Guanti isolanti	25
Pedana isolante per cabina.....	25
Estintore	25
Cartelli monitori.....	25

Schema elettrico dell'impianto	25
Lampada di emergenza portatile	26
Disposizioni generali	26
5. QUADRI BASSA TENSIONE DISTRIBUZIONE PRIMARIA	27
5.1 Generalità	27
Condizioni ambientali	27
Caratteristiche generali	27
a. Omogeneità della fornitura e dei materiali	27
b. Disposizione apparecchiature ed operazioni con quadro in tensione	27
c. Ampliabilità.....	28
5.2 Norme di riferimento	28
5.3 Caratteristiche di progetto	28
Dati Ambientali	28
Caratteristiche elettriche	28
Dati dimensionali	29
Caratteristiche costruttive	29
a. Carpenteria	29
b. Verniciatura.....	29
c. Collegamento di potenza.....	29
d. Derivazioni	30
e. Dispositivo di manovra e protezione.....	30
f. Conduttore di protezione	31
g. Collegamenti ausiliari	31
h. Accessori di cablaggio.....	31
l. Collegamenti alle linee esterne	31
l. Strumenti di misura.....	31
m. Targhe.....	32
n. Interruttori	32
o. Trasformatori di corrente e di tensione	32
p. Pulsanti e lampade.....	32
q. Comandi e controlli a distanza	32
5.4 Collaudi e prove	33
Elenco delle prove	33
a. Prove di accettazione.....	33
b. Prove di tipo	33
6. QUADRI BASSA TENSIONE DISTRIBUZIONE SECONDARIA	34
6.1 Caratteristiche tecniche	34
Caratteristiche ambientali	34
Caratteristiche elettriche:	34
Rispondenza a norme tecniche e leggi antinfortunistiche	34
6.2 Prescrizioni costruttive e funzionali	34
Struttura metallica	34
Apparecchiature modulari	35
Cablaggi	36

Messa a terra	36
Altre particolarità costruttive	36
6.3 Collaudi e prove	37
Elenco delle prove	37
7. CONDENSATORI PER RIFASAMENTO FISSO IN BT	38
7.1 Generalità	38
7.2 Condizioni ambientali	38
7.3 Caratteristiche costruttive	39
7.4 Caratteristiche elettriche	39
Dimensionamento dei complessi e prestazioni	40
Condensatori e batterie	40
Correnti di inserzione e scarica dei condensatori	40
Complessi di rifasamento a capacità fissa	41
Complessi di rifasamento e capacità variabile	41
Ausiliari ed accessori	42
8. CAVI ELETTRICI MEDIA TENSIONE	43
9. CAVI ELETTRICI BASSA TENSIONE	44
9.1 Cavo elettrico BT tipo FG16OM16	44
Costruzione e requisiti:	44
Descrizione del cavo:	Errore. Il segnalibro non è definito.
Caratteristiche funzionali:	Errore. Il segnalibro non è definito.
Caratteristiche particolari:	Errore. Il segnalibro non è definito.
Condizioni di posa:	Errore. Il segnalibro non è definito.
9.2 Cavo elettrico BT tipo FTG10(O)M1	44
Costruzione e requisiti:	44
Descrizione del cavo:	44
Caratteristiche funzionali:	45
Caratteristiche particolari:	45
Condizioni di posa:	45
9.3 Cavo elettrico BT tipo FG17	45
Costruzione e requisiti:	45
Descrizione del cavo:	Errore. Il segnalibro non è definito.
Caratteristiche funzionali:	Errore. Il segnalibro non è definito.
Caratteristiche particolari:	Errore. Il segnalibro non è definito.
Condizioni di posa:	Errore. Il segnalibro non è definito.
10. TUBAZIONI, CANALIZZAZIONI E CAVIDOTTI	46
10.1 Tubo protettivo rigido in materiale isolante	46
Caratteristiche Tecnico-Funzionali:	46
10.2 Tubo protettivo in materiale metallico	46
Riferimenti Normativi:	46
Caratteristiche Tecnico-Funzionali:	46
10.3 Tubo protettivo per distribuzione elettrica interrata (cavidotto), in materiale isolante - tipologia rigido	46
Riferimenti Normativi	47
Caratteristiche Tecnico-Funzionali:	47

10.4 Tubo protettivo per distribuzione elettrica interrata (cavidotto), in materiale isolante - tipologia flessibile	47
Riferimenti Normativi:	47
Caratteristiche Tecnico-Funzionali:.....	47
10.5 Pozzetto per distribuzione elettrica interrata (cavidotto), in materiale isolante	47
Caratteristiche Tecnico-Funzionali:.....	48
10.6 Pozzetto per distribuzione elettrica interrata (cavidotto), prefabbricato in CLS.....	48
10.7 Canalizzazione in materiale metallico	48
10.8 Cassetta di derivazione stagne in materiale metallico	49
10.9 Casette di derivazione corpi illuminanti per galleria	50
11. APPARECCHI ILLUMINANTI.....	51
11.1 Apparecchi illuminanti fluorescenti per ambienti	51
11.2 Apparecchi per illuminazione d'emergenza	51
11.3 Apparecchi illuminanti per galleria	51
11.4 Apparecchi illuminanti per illuminazione viabilità di accesso e di svincolo.....	52
Pali di supporto per illuminazione viabilità di accesso e di svincolo.....	52
Palo conico diritto	52
Palo conico diritto con sbraccio.....	52
Basamenti per pali di supporto per illuminazione viabilità.....	53
Basamenti in cls	53
Basamenti in acciaio a piastra per applicazione a parete.....	54
Basamenti in acciaio a staffa per applicazione su muro od opera d'arte.....	54
11.4 Collaudo del sistema	54
12. SISTEMA DI REGOLAZIONE DEL FLUSSO LUMINOSO	56
12.1 Sonde fotoelettriche	56
12.2 Regolatori del flusso luminoso	56
12.3 Interruttore crepuscolare per inserzione diretta	57
13. MATERIALI PER IMPIANTI DI TERRA DELLE CABINE ELETTRICHE	58
14. CABINA ELETTRICA PREFABBRICATA.....	59
14.1 Impianti di illuminazione	60
Norme e leggi di riferimento	60

1. QUADRI ELETTRICI

1.1 Prescrizioni generali

La presente specifica definisce i requisiti fondamentali per le modalità di collaudo, di fornitura dei quadri di Media Tensione fino a 24kV di tipo protetto atti a realizzare le cabine di ricevimento, distribuzione e trasformazione MT/BT necessarie al funzionamento dell'impianto.

Il quadro MT a 20 kV sarà progettato e costruito avendo come riferimento:

- le prescrizioni ENEL DK5600, criteri di allacciamento di clienti alla rete MT
- la regola d'arte attuale
- le prescrizioni del progettista espresse tramite le presenti specifiche e gli altri documenti di progetto
- le norme di riferimento
- il rispetto delle esigenze funzionali, di sicurezza e di manutenzione dei quadri nel loro complesso e dei singoli componenti

Il quadro MT sarà per quanto possibile di costruzione standard del Costruttore e per i componenti sarà minimizzato l'uso di materiali di serie e normalizzati, la cui reperibilità sul mercato sarà prevista per lungo tempo.

1.2 Caratteristiche generali

Omogeneità della fornitura e dei materiali

Il quadro 20 kV incluso nel contratto sarà dello stesso Costruttore degli altri quadri elettrici.

I materiali e componenti che svolgono la stessa funzione e di uguali caratteristiche saranno rigorosamente uguali tra loro e dello stesso Costruttore (es: interruttori, sezionatori, lampade, relé ausiliari e di protezione, morsetti, strumenti, ecc.),

Operazioni con quadro in tensione

Le parti in tensione dei circuiti elettrici saranno ubicate e protette in modo tale che il personale specializzato possa effettuare con quadro in tensione le seguenti operazioni senza pericolo di contatti accidentali:

- a) ispezione visiva, attraverso appositi oblò, degli apparecchi di manovra principali;
- b) allacciamento di cavi provenienti dall'esterno;
- c) rimozione per manutenzione dei componenti di un circuito messo fuori tensione;
- d) regolazione e ripristino di relè e sganciatori, controllo di dispositivi di segnalazione e strumenti;
- e) sostituzione di fusibili, lampade, ecc.
- f) misure di tensione, corrente e localizzazione guasti sui circuiti ausiliari eseguite con strumenti appositamente previsti ed isolati adeguatamente.

Limiti di fornitura

Ogni quadro tipo SM6 sarà completo e pronto al funzionamento entro i seguenti limiti meccanici ed elettrici:

- a) Lamiere di chiusura laterali e per chiusura passaggio cavi comprese;
- b) Attacchi per collegamento cavi di potenza compresi; cavi e terminali compresi;
- c) Morsettiera per collegamento cavi ausiliari esterni compresa; cavi e capicorda compresi;

Norme di riferimento

Il quadro e le apparecchiature saranno progettate, costruite e collaudate in conformità alle Norme CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano), IEC (International Electrical Code) in vigore ed in particolare le seguenti:

- Quadro:
 - CEI Norma 17-21
 - IEC Norma 694
 - CEI Norma 17-6
 - IEC Norma 298
- Interruttori:
 - CEI Norma 17-1
 - IEC Norma 56
- IMS:
 - CEI Norma 17-9
 - IEC Norma 265
- Sezionatori:
 - CEI Norma 17-4
 - IEC Norma 129
- IMS combinato con fusibili:
 - CEI Norma 17-46
 - IEC Norma 420
- Trasn. di corrente :
 - CEI Norma 38-1
 - IEC Norma 185
- Trasn. di tensione:
 - CEI Norma 38-2
 - IEC Norma 186

Conforme alle regolamentazioni e normative previste dalla Legislazione Italiana per la prevenzione degli infortuni.

Sarà inoltre, fabbricato seguendo un sistema di Garanzia di Qualità conforme alla norma UNI EN 29001 -ISO 9001.

Dati ambientali (riferiti al locale ove sarà installato il quadro)

Temperatura ambiente	max +40 °C
	min -15 °C
Umidità relativa	95% massima

Dati elettrici

Tensione nominale:	24	kV
Tensione esercizio:	15	kV
Numero delle fasi:	3	
Livello nominale di isolamento		

- 1) Tensione di tenuta ad impulso 1.2/50microS a secco verso terra e tra le fasi (valore di cresta) : 125 kV
- 2) Tensione di tenuta a frequenza industriale per un minuto a secco verso terra e tra le fasi : 50 kV

Frequenza nominale :	50/60 Hz
Corrente nominale sbarre principali :	630 A
Corrente nominale sbarre di derivazione.:	630 A
Corrente nominale ammissibile di breve durata.:	16 kA
Corrente nominale ammissibile di picco :	40 kA
Durata nominale del corto circuito :	1"
Potere di interruzione degli interruttori :	16 kA

Dati dimensionali

Il quadro sarà composto da unità modulari aventi le seguenti dimensioni di ingombro massime:

- Larghezza fino a 750 mm
- Profondità fino a 1220 mm
- Altezza fino a 2050 mm (*) con cassonetto B.T. di altezza 450 mm)

Si dovrà inoltre tenere conto delle seguenti distanze minime di rispetto:

- Anteriormente: 1000 mm
- Posteriormente: 100 mm minimo per versione standard
- Posteriormente: 180 mm per versione arco interno
- Lateralmente: 20 mm minimo per versione standard
- Lateralmente: 35 mm per versione arco interno

Ammarraggio del quadro

Il fissaggio del quadro a pavimento sarà da effettuarsi tramite 4 tasselli ad espansione con viti M8 e relativa rondella.

Caratteristiche costruttive

a. Struttura del quadro

Il quadro sarà formato da unità affiancabili, ognuna costituita da celle componibili e standardizzate per arrivo IMS, protezione generale interruttore SF1, misure V-A, 1 interruttore trasformatore SF1.

Il quadro realizzato in esecuzione protetta sarà adatto per installazione all'interno in accordo alla normativa CEI/IEC

La struttura portante dovrà essere realizzata con lamiera d'acciaio di spessore non inferiore a 2 mm.

Gli accoppiamenti meccanici tra le unità saranno realizzati a mezzo bulloni, mentre sulla base della struttura portante saranno previsti i fori per il fissaggio al pavimento, di ogni unità. L'involucro metallico di ogni unità comprenderà:

- Due aperture laterali in cella sbarre per il passaggio delle sbarre principali.
- Un pannello superiore di chiusura della cella sbarre smontabile dall'esterno fissato con viti.
- Una porta o un pannello frontale di accesso alla cella apparecchiature.
- Due ganci di dimensioni adeguate per il sollevamento di ciascuna unità.
- Le pareti posteriore e laterali di ciascuna unità saranno fisse, pertanto potranno essere

- rivettate od imbullonate. In quest'ultimo caso dovranno essere smontabili solo dall'interno. Tale porta o pannello, sarà interbloccata con le apparecchiature interne come previsto nella descrizione delle varie unità, ed avrà un oblò di ispezione della cella.

Il grado di protezione dell'involucro esterno sarà IP2XC secondo norme CEI - EN60529.

Il grado di protezione tra le celle che compongono l'unità e le celle di unità adiacenti sarà IP20 secondo norme CEI - EN60529.

b. Zoccolo di rialzo (non previsto per la versione arco interno)

E' possibile accessoriare ogni cella tipo SM6 con uno zoccolo di rialzo in lamiera di altezza 350mm che permetta l'installazione del quadro anche in locali esistenti privi di cunicoli passacavi.

c. Cella apparecchiature M.T.

La cella apparecchiature MT sarà sistemata nella parte inferiore frontale dell'unità con accessibilità tramite porta incernierata o pannello asportabile.

La cella, in base alle diverse funzioni, potrà contenere:

- Interruttore in SF6 tipo SF1 o SFset, montato su carrello, in esecuzione asportabile, connesso al circuito principale con giunzioni flessibili imbullonate e completo di blocchi e accessori.
- IMS o sezionatore rotativo a 3 posizioni (chiuso sulla linea, aperto e messo a terra) isolato in SF6.
- Fusibili di media tensione tipo FUSARC - CF.
- Terna di derivatori capacitivi, installati in corrispondenza dei terminali cavi.
- Attacchi per l'allacciamento dei cavi di potenza.
- Trasformatori di misura tipo ARM3 (TA) e VRQ2-VRC2 (TV)
- Canalina riporto circuiti ausiliari in eventuale cella B.T.
- Comando e leverismi dei sezionatori
- Sbarra di messa a terra

d. Cella sbarre

La cella sbarre sarà ubicata nella parte superiore dell'unità e conterrà il sistema di sbarre principali in rame elettrolitico.

Le sbarre attraverseranno le unità senza interposizione di diaframmi intermedi, in modo da costituire un condotto continuo.

Al fine di garantire al personale le necessarie condizioni di sicurezza, la cella sbarre sarà segregata dalle celle apparecchiature con grado di protezione IP20 (CEI-EN60529).

e. Cassonetto di bassa tensione

L'eventuale cassonetto di bassa tensione sarà posizionato sulla parte superiore frontale dell'unità, verrà corredato di una portella incernierata, con chiavistelli o serratura a chiave e dovrà poter contenere:

- Morsettiere per l'allacciamento dei cavetti ausiliari provenienti dall'esterno.
- Tutte le apparecchiature di comando, segnalazione e misura contrassegnate con opportune
- targhette indicatrici.
- Relè di protezione serie tipo Sepam, controllori di isolamento, ecc.

f. Sbarre principali e connessioni

Le sbarre principali e le derivazioni, saranno realizzate in tondo di rame rivestito con isolanti termorestringenti e dimensionate per sopportare le correnti di corto circuito fino a 25kA per 1 secondo.

g. Materiali isolanti

I criteri di progettazione delle parti isolanti garantiranno la resistenza alla polluzione ed all'invecchiamento.

Tutti i materiali isolanti, impiegati nella costruzione del quadro, saranno autoestinguenti ed inoltre saranno scelti con particolare riguardo alle caratteristiche di resistenza alla scarica superficiale ed alla traccia.

h. Impianto di terra

L'impianto di terra principale di ciascun'unità sarà realizzato con piatto di rame di sezione non inferiore a 125 mm² al quale saranno collegati con conduttori o sbarre di rame i morsetti di terra dei vari apparecchi, i dispositivi di manovra ed i supporti dei terminali dei cavi. In prossimità di tali supporti sarà previsto un punto destinato alla messa a terra delle schermature dei cavi stessi. La sbarra di terra sarà predisposta al collegamento all'impianto di messa a terra della cabina.

i. Interblocchi

Le unità saranno dotate di tutti gli interblocchi necessari per prevenire errate manovre che potrebbero compromettere oltre che l'efficienza e l'affidabilità delle apparecchiature, la sicurezza del personale addetto all'esercizio dell'impianto.

In particolare saranno previsti i seguenti interblocchi:

- 1) blocco a chiave tra l'interruttore e il sezionatore di linea, l'apertura del sezionatore di linea sarà subordinata all'apertura dell'interruttore
- 2) blocco meccanico tra sezionatore di linea e sezionatore di terra. La chiusura del sezionatore di terra sarà subordinata all'apertura del sezionatore di linea e viceversa
- 3) blocco meccanico tra il sezionatore di terra e la portella di accesso. Sarà possibile aprire la porta solo a sezionatore di terra chiuso.

Le serrature di interblocco saranno a matrice non riproducibile tipo Profalux in unica copia.

l. Verniciatura

Tutta la struttura metallica delle unità salvo le parti in lamiera zincata a caldo sarà opportunamente trattata e verniciata in modo da offrire un'ottima resistenza all'usura.

Il ciclo di verniciatura sarà il seguente:

- fosfosgrassatura
- passivazione cromica
- verniciatura industriale a forno con ciclo a polvere su lamiere elettrozincate.

L'aspetto delle superfici risulterà semilucido, bucciato con un punto di colore GRIGIO RAL 7030 (interno/esterno).

Lo spessore medio della finitura sarà di 50 micron.

Le superficie verniciate supereranno la prova di aderenza secondo le norme ISO 2409.

La bulloneria, i leveraggi e gli accessori di materiale ferroso saranno protetti mediante zincatura elettrolitica.

m. Apparecchiature ausiliarie ed accessori

Il quadro sarà completo di tutti gli apparecchi di comando e segnalazione indicati e necessari per renderlo pronto al funzionamento.

Sul fronte di ciascuna unità saranno presenti i seguenti cartelli:

- d) Targa indicante il nome del costruttore, il tipo dell'unità l'anno di fabbricazione, la tensione nominale, la corrente nominale, corrente di breve durata nominale e il numero di matricola.
- e) Schema sinottico
- f) Indicazioni del senso delle manovre
- g) Targa monitoria

n. Cavetteria e circuiti ausiliari

Tutti i circuiti ausiliari saranno realizzati con conduttori flessibili in rame, isolati in PVC non propagante l'incendio, del tipo NO 7VK e di sezione adeguata.

Tutti i circuiti ausiliari che attraversino le zone di media tensione, saranno protetti con canaline metalliche o tubi flessibili con anima metallica.

I conduttori dei circuiti ausiliari, in corrispondenza delle apparecchiature e delle morsettiere saranno opportunamente contrassegnate come da schema funzionale.

Ciascuna parte terminale dei conduttori sarà provvista di adatti terminalini opportunamente isolati.

Tutti i conduttori dei circuiti ausiliari relativi all'apparecchiatura contenuta nell'unità saranno attestati a morsettiere componibili numerate.

Il supporto isolante dei morsetti sarà in materiale autoestinguente non igroscopico.

Il serraggio dei terminali nel morsetto, sarà del tipo a VITE per il collegamento lato cliente e del tipo FASTON all'interno della cella.

Le morsettiere destinate ai collegamenti con cavi esterni al quadro saranno proporzionate per consentire il fissaggio di un solo conduttore a ciascun morsetto.

o. Isolatori

Gli isolatori portanti per il sostegno delle sbarre principali e di derivazione saranno in materiale organico per tensione nominale fino a 24 KV.

p. Apparecchiature

Le apparecchiature principali montate nel quadro tipo SM6 saranno adeguate alle caratteristiche di progetto indicate nella specifica e risponderanno alle seguenti prescrizioni.

q. Interruttori

Gli interruttori saranno del tipo SF ad interruzione in esafluoruro di zolfo con polo in pressione secondo il concetto di "sistema sigillato a vita" in accordo alla normativa IEC 56 allegato EE con pressione relativa del SF6 di primo riempimento a 20 °C uguale a 0,5 bar.

Tutti gli interruttori di uguale portata e pari caratteristiche saranno fra loro intercambiabili.

Gli interruttori saranno predisposti per ricevere l'interblocco previsto con il sezionatore di linea, e potranno essere dotati dei seguenti accessori:

- comando a motore carica molle
- comando manuale carica molle
- sganciatore di apertura
- sganciatore di chiusura
- contamanovre meccanico

- contatti ausiliari per la segnalazione di aperto - chiuso dell'interruttore

Il comando meccanico dell'interruttore sarà garantito per 10.000 manovre.

Manutenzione ordinaria di lubrificazione del comando sarà consigliata dopo 5000 manovre o comunque ogni 5 anni.

Apparecchi con caratteristiche inferiori saranno considerati tecnologicamente inadeguati all'utilizzo.

Il comando degli interruttori sarà del tipo ad energia accumulata a mezzo molle di chiusura precaricate tramite motore, ed in caso di emergenza con manovra manuale.

Le manovre di chiusura ed apertura saranno essere indipendenti dall'operatore.

Il comando sarà a sgancio libero assicurando l'apertura dei contatti principali anche se l'ordine di apertura sarà dato dopo l'inizio di una manovra di chiusura, secondo le norme CEI 17-1 e IEC 56.

Il gas impiegato sarà conforme alle norme IEC 376 e norme CEI 10-7.

r. Interruttore di manovra-sezionatore (IMS) - sezionatore

Entrambe le apparecchiature avranno le seguenti caratteristiche:

- doppio sezionamento
- Essere contenute in un involucro "sigillato a vita", (IEC 56 allegato EE) di resina epossidica
- con pressione relativa del SF6 di primo riempimento a 20 °C uguale a 0.4 Bar.
- Tale involucro, dovrà possedere un punto a rottura prestabilito per far defluire verso l'esterno
- le eventuali sovrapressioni che si manifestassero all'interno dello stesso
- Le sovrapressioni saranno evacuate verso il retro del quadro senza provocare alcun pericolo
- per le persone
- Il sezionatore sarà a tre posizioni ed assumerà, secondo della manovra, il seguente stato:
- Chiuso sulla linea, - Aperto, - Messo a terra (non lato ENEL)
- L'uso dell'IMS sarà normalmente utilizzato nelle unità prive di interruttore mentre il sezionatore
- di manovra a vuoto sarà utilizzato sia da solo che in presenza di interruttore.
- Il potere di chiusura della messa a terra dell'IMS sarà uguale a 2.5 volte la corrente nominale
- ammissibile di breve durata.
- Sarà possibile verificare visivamente la posizione dell'IMS o sezionatore a vuoto
- conformemente al DPR 547 del 1955 tramite un apposito oblò
- All'occorrenza dovrà ricevere sia la motorizzazione che eventuali blocchi a chiave.

I comandi dei sezionatori saranno posizionati sul fronte dell'unità. Gli apparecchi saranno azionabili mediante una leva asportabile. Il senso di movimento per l'esecuzione delle manovre sarà conforme alle norme CEI 16-5 inoltre le manovre si dovranno effettuare applicando all'estremità delle manovre un momento non superiore ai 200 Nm.

Entrambi gli apparecchi saranno predisposti per gli interblocchi descritti precedentemente. Nel caso di unità con fusibili o interruttore sarà previsto un secondo sezionatore di terra. La manovra dei due sezionatori sarà simultanea.

s. Trasformatori di corrente e di tensione

I trasformatori di corrente e di tensione, avranno prestazioni e classe di precisione indicati nella presente specifica. I TA in particolare, potranno essere dimensionati per sopportare le correnti di corto circuito, (limite termico/dinamico) dell'impianto.

I trasformatori di corrente e di tensione, avranno isolamento in resina epossidica, essere adatti per installazione fissa all'interno delle unità ed essere esenti da scariche parziali.

Certificati e garanzia

a. Prove e certificati

Il quadro sarà sottoposto, presso la casa costruttrice alle prove di accettazione e di collaudo previste dalle norme CEI/IEC.

Saranno inoltre disponibili presso il costruttore, i certificati relativi alle seguenti prove di tipo eseguite su unità simili a quelli della presente fornitura:

- prova di corrente di breve durata
- prova di riscaldamento
- prova di isolamento

Garanzia

Durata della garanzia: 12 mesi dalla messa in servizio, ma non oltre 18 mesi dalla consegna.

Sarà garantita la buona qualità e costruzione dei materiali; verranno sostituite o riparate durante tutto il periodo citato nel più breve tempo possibile, quelle parti che per cattiva qualità di materiale, per difetto di lavorazione o per imperfetto montaggio si dimostrassero difettose.

Tali lavori dovranno essere eseguiti presso la casa costruttrice oppure sul luogo di installazione da personale qualificato autorizzato dal costruttore.

Caratteristiche elettriche principali

Tensione nominale	kV	24
Tensione nominale di tenuta a frequenza industriale 50Hz/1min valore efficace	kV	50
Tensione nominale di tenuta a impulso atmosferico 1,2 / 50 microS valore di picco	kV	125
Tensione di esercizio	kV	20
Frequenza nominale	Hz	50 / 60
N° fasi		3
Corrente nominale delle sbarre principali	A	630
Corrente nominale max delle derivazioni	A	630
Corrente nominale ammissibile di breve durata	kA	16
Corrente nominale di picco	kA	40
Potere di interruzione degli interruttori alla tensione nominale	kA	16
Durata nominale del corto circuito	s	1
Tensione nominale degli ausiliari	V	
Larghezza	mm	3000
Altezza	mm	2050

Profondità

mm 1220

2. RELE' DI PROTEZIONE MEDIA TENSIONE

2.1 Prescrizioni generali

La presente specifica ha lo scopo di definire i requisiti fondamentali per il progetto, le modalità di collaudo, di fornitura dei relè di protezione di Media Tensione da inserire nelle reti trifasi di distribuzione MT/BT, necessari al funzionamento dell'impianto.

Limiti di fornitura

Ogni relé sarà tipo Sepam 1000+ o similare sarà completo e pronto al funzionamento entro i seguenti limiti meccanici ed elettrici:

- Cablati ai circuito di segnalazione e di comando
- Installati nel cubicolo di bassa tensione del quadro MT
- Targa delle caratteristiche.

Norme di riferimento

I relé sarà di protezione tipo Sepam 1000+ o similare descritti in questa specifica saranno conformi alle seguenti normative sulla compatibilità elettromagnetica:

- CEI 60255-5 Tenuta dielettrica
- CEI 60255-5 Impulso
- CEI 60255-22-1 classe III Onda oscillatoria smorzata a 1 MHz
- CEI 60255-22-4 classe >IV Transitori rapidi
- CEI 61000-4-4 livelli IV
- CEI 60255-22-1 classe III Scariche elettrostatiche
- CEI 61000-4-2

Saranno inoltre fabbricati conformemente alle norme UNI EN 29001 -ISO 9001.

Descrizione

Le unità di protezione elettrica, tipo Sepam 1000+ o similare saranno basate su tecnologia a microprocessore.

Data l'importanza della funzione a cui devono assolvere, saranno costruite in modo da garantire l'affidabilità e la disponibilità di funzionamento.

Le unità di protezione elettrica avranno un'adeguata struttura, robusta e in grado di garantire che possano essere installate direttamente sulla cella strumenti dello scomparto di media tensione.

Il grado di protezione richiesto sarà IP52 sul fronte.

Tali unità di protezione saranno alimentate da una sorgente ausiliaria (in c.c. o c.a. in funzione della disponibilità della installazione), e saranno collegate al secondario dei TA e dei TV dell'impianto.

Oltre alle funzioni di protezione e misura le unità di protezione elettrica dovranno essere dotate di funzioni quali: auto test alla messa in servizio e autodiagnostica permanente, che consentano di verificare con continuità il buon funzionamento delle apparecchiature.

Per facilitare le operazioni di montaggio e di verifica le connessioni dei cavi provenienti dai TA, e dei cavi verso la bobina di comando dell'interruttore e le segnalazioni saranno realizzate mediante connettori posteriori.

Sul fronte dell'unità si troveranno:

- indicatore di presenza tensione ausiliaria
- indicatore di intervento della protezione
- indicatore di anomalia dell'unità
- indicatori di stato dell'organo di manovra
- altri indicatori di intervento delle singole funzioni di protezione

Anteriormente potranno essere presenti inoltre:

- una presa RS232 per la connessione ad un pc per le operazioni di regolazione
- una serie di tasti per la parametrizzazione dell'unità e la regolazione delle soglie delle protezioni
- un visore per la lettura delle misure e dei parametri regolati.
- Saranno disponibili almeno:
 - 1 contatto n.a. per il comando dell'interruttore
 - 1 contatto n.a. e 1 contatto n.c. per la segnalazione di intervento
 - 1 contatto n.a. e 1 contatto n.c. per l'autodiagnostica (Watch-Dog).

Sarà inoltre possibile predisporre l'unità di protezione all'impiego della selettività logica o accelerata: per questo saranno disponibili, laddove richiesto, l'ingresso per la ricezione del segnale di blocco e l'uscita per l'emissione del segnale di blocco.

L'unità di protezione sarà di tipo espandibile e potrà essere dotata, anche in un secondo tempo, di ulteriori accessori che permetteranno di realizzare:

- automatismi di richiusura per linee MT,
- logiche di riaccelerazione motori,
- la gestione dei segnali dai trasformatori
- l'acquisizione dei valori di temperatura da sonde termiche PT100 o simili
- l'emissione di una misura analogica associabile ad una delle grandezze misurate dall'unità stessa (correnti, temperature, ecc.)

La regolazione delle soglie, avverrà direttamente in valori primari nelle relative grandezze espresse in corrente o tempo rendendo più semplice utilizzo e la consultazione all'operatore.

Funzioni di protezione, misura e diagnostica

Secondo quanto indicato nella presente specifica, a protezione delle apparecchiature elettriche, nelle unità di media tensione si dovrà inserire un relsarà di protezione tipo Sepam 1000+ o similare con tecnologia a microprocessore che svolgerà, a seconda del tipo scelto, le funzioni di protezione, di misura e di diagnostica.

Unità protezioni di corrente

Massima corrente di fase (bifase o trifase) codici ANSI (50,51)

Protezione contro i guasti di fase di linee e macchine elettriche.

L'unità sarà dotata di quattro soglie suddivise in due set di due soglie ciascuno, dovrà inoltre essere possibile passare da un set di regolazioni all'altro tramite un opportuno comando esterno. Ognuna delle soglie potrà essere utilizzata indifferentemente come protezione contro i sovraccarichi o come protezione contro i cortocircuiti e pertanto saranno

tipo "multi curve", sarà ciosarà possibile scegliere di volta in volta la curva di intervento tra quelle sotto indicate:

- intervento a tempo indipendente
- intervento a tempo dipendente secondo la classificazione IEC 255-4 /BS 142: inverso, molto
- inverso, estremamente inverso, ultra inverso

Campo di regolazione indicativo:

- tempo indipendente
 - per la regolazione in corrente da 0,3 a 24 In
 - per la regolazione in tempo da 0,05 a 300 s
- tempo dipendente
 - per la regolazione in corrente da 0,3 a 2,4 In
 - per la regolazione in tempo da 0,1 a 12,5 s

Protezione contro i guasti di terra di linee e macchine elettriche.

L'unità sarà dotata di quattro soglie suddivise in due set di due soglie ciascuno, dovrà inoltre essere possibile passare da un set di regolazioni all'altro tramite un opportuno comando esterno. La misura della corrente omopolare potrà essere realizzata tramite opportuni toroidi o sul ritorno comune dei TA di fase.

Ognuna delle soglie potrà essere utilizzata indifferentemente come protezione contro i sovraccarichi o come protezione contro i cortocircuiti e pertanto saranno tipo "multi curve", sarà ciosarà possibile scegliere di volta in volta la curva di intervento tra quelle sotto indicate:

- intervento a tempo indipendente
- intervento a tempo dipendente secondo la classificazione IEC 255-4 /BS 142: inverso, molto
- inverso, estremamente inverso, ultra inverso

Campo di regolazione indicativo:

- tempo indipendente
 - per la regolazione in corrente da 0,1 a 15 Ino (da 0,2 a 300A per il collegamento su toroide omopolare)
 - per la regolazione in tempo da 0,05 a 300 s
- tempo dipendente
 - per la regolazione in corrente da 0,1 a Ino (da 0,2 a 20A per il collegamento su toroide omopolare)
 - per la regolazione in tempo da 0,1 a 12,5 s

Protezione dei trasformatori e dei motori contro gli inconvenienti termici legati ai sovraccarichi elettrici.

La protezione ricostruisce lo stato termico della macchina attraverso i valori delle correnti assorbite ed i valori delle costanti termiche. Il riscaldamento sarà calcolato utilizzando un modello matematico che utilizzi il verp valore efficace della corrente (Irms) e l'eventuale misura della temperatura degli avvolgimenti e dell'ambiente.

La protezione dovrà essere dotata di una soglia d'allarme fissa, una soglia regolabile per il riavviamento e una soglia d'intervento.

Campo di regolazione indicativo:

- corrente di base della macchina da 0,4 a 1,3 I_n del TA
- soglia di allarme da 50 a 300%
- soglia d'intervento da 50 a 300%
- costante di tempo di riscaldamento da 5 a 120 minuti
- costante di tempo di raffreddamento da 5 a 600 minuti.

Protezione dei motori contro gli inconvenienti termici legati all'assorbimento di correnti di sequenza inversa.

Essa inoltre protegge le macchine rotanti e gli impianti contro la mancanza di una fase o l'inversione del senso ciclico in seguito a errati interventi.

La caratteristica della protezione potrà essere a scelta a tempo indipendente o indipendente.

Campo di regolazione indicativo:

- corrente di base della macchina da 0,4 a 1,3 I_n
- soglia d'intervento a tempo indipendente da 10 a 500%.
- soglia d'intervento a tempo indipendente da 10 a 50%.

Protezione dei motori contro avviamenti eccessivamente lunghi, dovuti ad esempio ad eccessiva diminuzione della tensione di alimentazione, o a problemi meccanici legati alla macchina operatrice meccanicamente connessa.

La protezione sarà a tempo indipendente.

Campo di regolazione indicativo:

- soglia di intervento regolabile da 50 a 500% I_b
- tempo di avviamento da 0,5 a 300 s
- tempo di blocco da 0,5 a 300 s.

Controllo numero avviamenti

Protezione in aggiunta all'immagine termica per motori che subiscono frequenti avviamenti, essa verifica che il numero di avviamenti orari non ecceda il limite fissato.

Campo di regolazione indicativo:

- numero di avviamenti orari consentiti da 1 a 60
- numero di avviamenti a caldo
- numero di avviamenti a freddo.

Unità protezioni di tensione

Protezione per la rilevazione degli abbassamenti della tensione di alimentazione, viene normalmente utilizzata per avviare commutazioni o per comandare il distacco dei carichi, in alcuni casi la minima tensione può anche comandare l'apertura dell'interruttore generale.

Campo di regolazione indicativo:

- soglia di intervento da 5 a 100% U_n
- tempo di intervento da 0,05 a 300 s.

Protezione di massima tensione concatenata

Protezione per la rilevazione degli aumenti della tensione di alimentazione. Campo di regolazione indicativo:

- soglia di intervento da 50 a 150% U_n
- tempo di intervento da 0,05 a 300 s.

Protezione di massima tensione omopolare

Protezione per la rilevazione dei contatti a terra in sistemi con neutro isolato, viene normalmente utilizzata come segnalazione di allarme guasto a terra.

Campo di regolazione indicativo:

- soglia di intervento da 5 a 80% U_n
- tempo di intervento da 0,05 a 300 s.

Protezione di massima e minima frequenza

Protezione per la rilevazione delle variazioni della frequenza della rete di alimentazione. Campo di regolazione indicativo:

- soglia di intervento da 45 a 53 Hz
- tempo di intervento da 0,1 a 300 s.

Funzioni di misura

Le funzioni di misura che si potranno realizzare saranno:

- la misura delle tre correnti di fase
 - precisione richiesta 1%
 - campo di misura 0,1 a 1,5 I_n
- la misura del massimo valore medio delle tre correnti di fase
 - precisione richiesta 1%
 - campo di misura 0,1 a 1,5 I_n
- la misura della corrente omopolare
 - precisione richiesta 1%
 - campo di misura 0,2 a 30A
- la misura delle tensioni concatenate e delle tensioni di fase
 - precisione richiesta 1%
 - campo di misura 0,05 a 1,2 U_n
- la misura della frequenza
 - precisione richiesta 0,05Hz
 - campo di misura 45 a 55Hz
- la misura della temperatura rilevata da eventuali sonde
 - precisione richiesta 2°C
 - campo di misura -30 a 200°C

Tali misure saranno disponibili sul visore dell'unità direttamente in valori primari.

Funzioni di diagnostica relative all'unità a microprocessore

Dovranno essere continuamente controllati:

- l'unità di elaborazione
- l'alimentazione ausiliaria
- i parametri di regolazione delle protezioni.

Eventuali cattivi funzionamenti provocheranno l'emissione di una segnalazione e il posizionamento in condizione di riposo di tutte le uscite.

a. Funzione di diagnostica relativa all'interruttore associato

Tramite l'aggiunta delle opzioni relative, l'unità dovrà essere in grado di monitorare l'apparecchiatura di manovra associata, per la quale dovrà essere possibile valutare:

- la sommatoria delle correnti di apertura
- il tempo di apertura,
- il tempo di ricarica delle molle
- i parametri di regolazione delle protezioni.

Eventuali cattivi funzionamenti provocheranno l'emissione di una segnalazione e il posizionamento in condizione di riposo di tutte le uscite.

b. Funzioni di diagnostica relative alla rete elettrica

L'unità sarà dotata di alcune funzionalità specifiche che permetteranno di comprendere i fenomeni che appaiono sulla rete elettrica controllata:

- misura delle correnti di guasto
- tasso di componente inversa presente in rete
- tasso di distorsione armonica (fino alla 21esima)
- oscillografia

In particolare l'oscillografia permetterà di immagazzinare i dati relativi a due eventi

successivi, memorizzando per ognuno le quattro correnti (3 di fase e la corrente omopolare), le quattro tensioni (3 di fase e la tensione omopolare) e altri segnali digitali (minimo 8).

3. ACCESSORI E ATTREZZI

3.1 Accessori

Per ogni quadro saranno forniti almeno i seguenti accessori:

- tutti gli accessori per l'assiemeaggio meccanico ed elettrico in loco quali bulloni, rondelle, cavi e sbarre di collegamento interpannellatura, etc.
- golfari di sollevamento o dispositivi analoghi
- ferri di base ed accessori per il fissaggio del quadro
- resistenze anticondensa per ogni sezione verticale ubicate in modo da assicurare la loro funzione specifica e comandate da termostato singolo per ogni sezione verticale

3.2 Attrezzi

Per ogni quadro, sarà fornita una serie di chiavi ed attrezzi speciali.

Tali chiavi ed attrezzi saranno in quantità e tipo tali da consentire la completa installazione e manutenzione del quadro, delle singole apparecchiature degli ausiliari.

Per ciascuna cabina dovrà esser fornito almeno un carrello di sostegno per il trasporto dell'interruttore

Collaudi e prove

Tutte le prove di collaudo previste dalle norme CEI dovranno essere eseguite in contraddittorio con i rappresentanti della Direzione Lavori e si svolgeranno presso le officine del Costruttore. I costi per l'effettuazione delle prove di accettazione saranno a carico dell'Appaltatore.

Per essere sottoposto a prove il quadro dovrà essere completamente montato, collegato internamente e messo a punto presso l'Officina del Costruttore.

a. Prove di accettazione

- prova di tensione a frequenza industriale dei circuiti di potenza prove di tensione dei circuiti ausiliari
- prova di funzionamento meccanico prova dei dispositivi ausiliari verifica dei cablaggi

b. Prove di tipo

L'Appaltatore dovrà produrre copia dei certificati relativi alle prove di tipo realizzate da un laboratorio indipendente attestanti la rispondenza del quadro e delle apparecchiature alle Norme sopraccitate. In particolare è richiesta dimostrazione delle seguenti prove:

- prova di corrente di breve durata nei circuiti principali per un valore non inferiore a 20kA e nel circuito di protezione;
- prova di riscaldamento per un valore di corrente nominale non inferiore a 630 A.

4. TRASFORMATORI

4.1 Generalità

I trasformatori saranno progettati e costruiti avendo come riferimento: la regola d'arte attuale, le prescrizioni del progettista espresse tramite la presente Norma tecnica e gli altri documenti di progetto, le norme di riferimento, il rispetto delle esigenze funzionali, di sicurezza e di manutenzione dei trasformatori nel loro complesso e dei singoli componenti

I trasformatori saranno per quanto possibile di costruzione standard del Costruttore e per i componenti sarà massimizzato l'uso di materiali di serie e normalizzati, la cui reperibilità sul mercato sarà prevista per lungo tempo.

Condizioni ambientali

I trasformatori installati all'interno di una cabina ove potranno aversi le seguenti condizioni: temperatura massima 40°C; temperatura minima -15°C; umidità relativa massima 80%.

Condizioni di carico

I trasformatori dovranno essere in grado di erogare la piena potenza di targa in servizio continuo e di garantire le seguenti condizioni di sovraccarico: 110% della potenza di targa per una durata superiore ad 1 ora e non superiore a 5 ore; 120% della potenza di targa per una durata non superiore ad 1 ora.

Tipo costruttivo, isolamento e raffreddamento

I trasformatori saranno del tipo ad isolamento in resina e raffreddamento naturale in aria (AN). La resina isolante sarà del tipo epossidico caricata con polvere di quarzo polimerizzata sotto vuoto ed ad alta temperatura onde permettere l'espulsione di aria o altri gas eventualmente presenti nella resina ancora fluida.

La resina impiegata dovrà assicurare le seguenti proprietà:

- tenuta alle sollecitazioni ad impulso
- tenuta alle sollecitazioni di corto circuito
- assenza di scariche elettriche parziali
- completa assenza di igroscopicità
- autoestinguenza al cessare della causa d'incendio
- nessuna produzione di gas tossici in caso di incendio
- coefficienti di dilatazione termica il più possibile vicino al coefficiente di dilatazione termica dei conduttori

Il raffreddamento dei trasformatori avverrà a mezzo di circolazione naturale dell'aria.

Corpo delle macchine

La base delle macchine sarà equipaggiata di ruote di scorrimento del tipo a fascia piana.

Le ruote avranno un diametro sufficiente per consentire l'appoggio eventuale del trasformatore su profilati a U di dimensioni commerciali e di larghezza proporzionata a quella della ruota.

Le ruote saranno montate su carrello o simile che permetta l'applicazione delle ruote e la loro rotazione di 90° secondo gli assi mantenendo inalterato l'interasse.

Tra le ruote e l'appoggio dovranno essere previsti blocchetti fonoassorbenti.

Saranno previste nella parte inferiore quattro piastre rinforzate atte a accogliere le teste dei martinetti di sollevamento e adatti dispositivi per il bloccaggio della macchina alle rotaie e/o pavimento.

saranno inoltre previsti nella parte inferiore attacchi per consentire la traslazione orizzontale e nella parte superiore golfari per il sollevamento delle macchine

Nucleo ed avvolgimenti

Nucleo

Il nucleo sarà costituito da lamierino a basse perdite a cristalli orientati isolati sulle due facce ed assiemati in modo da formare colonne pressoché circolari.

Nelle giunzioni tra colonne e gioco i lamierini saranno tagliati a 45° per ridurre al massimo le perdite.

Tutto il nucleo sarà verniciato con vernici non igroscopiche contro la corrosione.

Avvolgimento di alta tensione

L'avvolgimento di alta tensione sarà costituito da più bobine realizzate con nastro di alluminio. Tra le varie spire dovrà essere inserito un foglio isolante; il tutto sarà impregnato in resina sotto vuoto fino ad ottenere un unico cilindro compatto.

La classe di isolamento sarà B (sovratemperatura di 80°C).

Avvolgimento di bassa tensione

L'avvolgimento di bassa tensione sarà realizzato con fogli di alluminio alti quanto la colonna della macchina.

L'isolante tra le spire sarà avvolto insieme al conduttore.

Anche l'avvolgimento di bassa tensione sarà completamente impregnato di resina sotto vuoto fino a formare un unico cilindro compatto resistente agli sforzi assiali e radiali derivanti dai corto circuiti.

La classe di isolamento dell'avvolgimento sarà F (sovratemperatura di 100°C).

Fissaggio degli avvolgimenti

Gli avvolgimenti saranno montati l'uno nell'altro ed infilati nella colonna della macchina. L'avvolgimento primario sarà montato all'esterno.

Opportuni distanziatori manterranno uniformi le distanze nucleo-avvolgimento secondario onde non far insorgere sollecitazioni di origine magnetica dovute a dissimetria e per diminuire il livello di rumorosità.

Variatore di rapporto

I trasformatori saranno provvisti di variatore di rapporto manovrabile con trasformatore fuori tensione, installato sul lato primario.

Il variatore di rapporto sarà provvisto di 5 gradini per variazione di +/- 2x2.5% del valore della tensione nominale primaria.

Terminali e protezione contro i contatti diretti

I terminali e le parti in tensione saranno protetti contro i contatti diretti con celle o con custodie aventi un grado di protezione non inferiore a IP 30 in modo che nell'ultimo caso il personale specializzato possa accedere al recinto trasformatori, per le normali ispezioni, senza la necessità di togliere tensione.

Terminali alta tensione

I terminali lato alta tensione saranno posti a metà dell'avvolgimento e saranno completi di spine ad inserzione rapida specificatamente adatti al tipo di cavo e di posa previsti.

Terminali Bassa Tensione

I terminali lato bassa tensione saranno riportati nella parte alta dei trasformatori assieme ai terminali di neutro.

Il centro stella sarà provvisto di apposito terminale per la sua messa a terra a mezzo di uno o più cavi unipolari.

L'allacciamento sarà realizzato con condotto sbarre

Protezione termica

Ciascun trasformatore sarà munito di tre sistemi di controllo della temperatura:

- sistema per allarme alta temperatura
- sistema di blocco per alta temperatura
- sistema di riserva

Per ciascun sistema gli elementi sensibili saranno costituiti da termoresistenze, inserite negli avvolgimenti di bassa tensione (una per ogni avvolgimento).

Dovrà essere possibile accedere alle termoresistenze per poterle sostituire in caso di guasti.

I sistemi di allarme e blocco saranno collegati ad una apposita centralina di alimentazione installata sul quadro di media tensione dal quale il trasformatore sarà derivato.

La centralina sarà provvista di contatti di scambio per la necessaria funzione di allarme e blocco ed equipaggiata con dispositivo di regolazione e taratura dei valori di intervento.

Tutte le termoresistenze faranno capo ad una apposita cassetta di centralizzazione montata sul trasformatore stesso.

Il sistema di riserva sarà lasciato cablato sino alla suddetta cassetta ed utilizzato per controlli periodici con strumenti portatili.

Ausiliari ed accessori

Oltre a quanto richiesto nei paragrafi della presente Norma Tecnica i trasformatori saranno forniti completi di:

- nr. 2 morsetti di terra
- nr. 1 serie di attrezzi speciali per la manutenzione, in campo della macchina, degli ausiliari e degli accessori

Accessori per cabine elettriche

Ogni cabina elettrica dovrà essere dotata di accessori, istruzioni, segnaletica, etc., indicati di seguito e comunque di quanto richiesto da norme e prescrizioni di legge.

Tappeto isolante

Sarà posato a pavimento anteriormente ai quadri elettrici. Dovrà essere in gomma naturale e la superficie calpestabile dovrà essere antisdrucchiolevole. Dovrà rispondere alle seguenti caratteristiche: lunghezza non inferiore a: 0.8 m; lunghezza non inferiore alla lunghezza del quadro di M.T. + 1 m; spessore non inferiore a: 5 mm; tensione di esercizio: 20 kV; tensione di prova: 40 kV.

Il tappeto dovrà essere di tipo approvato dall'ISPESL e dovrà essere provvisto di marchiatura indelebile che dichiari la tensione di esercizio e di prova.

Guanti isolanti

Dovranno essere in lattice naturale a cinque dita e forma anatomica, senza soluzione di continuità. Risponderanno alle seguenti caratteristiche: spessore non inferiore a: 2 mm; lunghezza: 36 cm; tensione prova: 30 kV.

I guanti dovranno essere di tipo approvato dall'ISPESL e dovranno essere provvisti di marchiatura come descritto per il tappeto isolante. Saranno riposti entro apposita custodia in materiale isolante resistente agli urti, fissata a parete, provvista di scritta esplicitrice del contenuto e di riserva di talco.

Pedana isolante per cabina

Dovrà essere di tipo per interno costituita da una piattaforma in materiale isolante rinforzato o in legno verniciato e da quattro piedini isolanti divaricati per aumentare la stabilità al ribaltamento. Avrà le seguenti caratteristiche: dimensioni di piattaforma: 0,5x0,5 m; □altezza non inferiore a: 0,25 m; tensione di esercizio: 20 kV; tensione di prova: 40 kV.

La pedana, di tipo approvato dall'ISPESL dovrà essere provvista di marchiatura etc., come descritto per il tappeto isolante.

Estintore

L'estintore antincendio portatile dovrà essere di tipo approvato dal Ministero dell'Interno completo quindi sia della certificazione stampigliata sull'etichetta sia del certificato attestante la conformità dell'esemplare al prototipo omologato dal Ministero. Avrà le seguenti caratteristiche: classe del fuoco: 55A 233BC; carica nominale: 12 kg. Agente estinguente: Polvere chimica.

Dovrà cioè essere adatto all'utilizzo su apparecchiature sotto tensione. Sarà completo di apposito supporto fissato a parete.

Cartelli monitori

I segnali di pericolo, divieto, obbligo etc., dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- dovranno essere in materiale resistente all'aggressività dell'ambiente in cui sono esposti (agenti atmosferici, umidità, acidi, etc.) sia per quanto riguarda il supporto (che sarà quindi a seconda dei casi lamiera di alluminio o di acciaio zincato o PVC) sia per quanto riguarda le vernici; queste dovranno essere anche indelebili ed inalterabili alla luce solare;
- se in lamiera avranno spessore di almeno 0,5 mm, se in PVC di almeno 1,5 mm; dovranno portare oltre al simbolo (di pericolo, di divieto, di obbligo, etc.) anche la
- scrittura esplicitiva;
- dovranno essere conformi al DPR n. 524 del 08/06/82 relativo alla segnaletica di sicurezza per tutto quanto in esso è previsto (simboli, colori, dimensioni, etc.);
- dovranno essere affissi esclusivamente mediante viti o rivetti; non saranno pertanto ammessi i tipi autoadesivi.

Schema elettrico dell'impianto

Secondo quanto previsto dal DPR 547 del 27/04/1955 nelle officine elettriche dovrà essere esposto lo schema dell'impianto elettrico relativo. Ciò dovrà essere fatto a cura dell'Appaltatore.

A tale scopo dovrà essere fornita una cornice con vetro entro cui porre lo schema unifilare dei circuiti di potenza. Il fondo del quadro così ottenuto dovrà essere facilmente removibile e reinseribile onde consentire l'aggiornamento e/o la sostituzione dello schema medesimo.

Lampada di emergenza portatile

La lampada dovrà essere di tipo portatile costituita da un robusto contenitore in materiale antiurto provvisto da impugnatura.

Sarà completa di batterie al Ni-Cd di tipo ermetico ricaricabile e di capacità sufficiente ad assicurare un'autonomia di almeno due ore, lampada fluorescente da 6 W, dispositivi elettronici per la carica automatica e di mantenimento delle batterie e per l'alimentazione della lampada stessa, indicatore luminoso per segnalare la carica delle batterie, cavo di alimentazione scollegabile (con presa a spina) della lampada e adatto supporto in lamiera di acciaio verniciata, fissato a parete per il sostegno della lampada stessa.

Disposizioni generali

Dovranno essere forniti alla Committente, a lavori ultimati insieme agli elementi dell'impianto, alla consegna dello stesso, n. 4 copie di manuali di istruzione per l'installazione, la manutenzione ed il funzionamento , n.1 riproducibile (poliestere) e n.1 copia su supporto magnetico di tutti i disegni.

Dovranno essere forniti alla Committente, per il controllo e l'archivio, copie vidimate di tutte le prove, approvazioni, certificati e permessi in uniformità alle norme degli organismi ufficiali (VV.F., ISPELS, UTIF, CEI, UNI ecc).

Al momento dell'ordine dovranno essere consegnati all Committente i disegni costruttivi quotati e tutti i dati necessari a predisporre le opere murarie quali: pesi, disegni del telaio di base, posizione dei punti di ingresso dei cavi di potenza ed ausiliari, schemi unifilari, funzionali, topografici, prese d'aria e ventilazioni.

Fa parte integrante della fornitura la redazione della progettazione antincendio ai fini della presentazione della pratica (a firma committente finale ANAS) per l'ottenimento del "parere favorevole VVF" per il conseguente ottenimento del Certificato di Prevenzione Incendi relativo al Gruppo Elettrogeno in quanto attività soggetta.

Il costruttore dovrà fornire alla Committente prima di iniziare i lavori tre copie dei disegni esecutivi e n.1 copia in carta riproducibile (poliestere) per la relativa approvazione, ed inoltre: dettagli tecnici, programmi, tabelle, campioni ecc., ed ogni altra documentazione utile per dare allo stesso validi elementi di informazione. Elenco prezzi di ricambio.

5. QUADRI BASSA TENSIONE DISTRIBUZIONE PRIMARIA

5.1 Generalità

Il quadro sarà progettato e costruito avendo come riferimento:

- la regola d'arte attuale
- le prescrizioni del progettista espresse tramite la presente Norma tecnica e gli altri documenti di progetto
- le norme di riferimento
- il rispetto delle esigenze funzionali, di sicurezza e di manutenzione degli impianti nel loro complesso e dei singoli componenti

Il quadro sarà per quanto possibile di costruzione standard del Costruttore e per i componenti sarà massimizzato l'uso di materiali di serie e normalizzati. La cui reperibilità sul mercato sarà prevista per lungo tempo.

Condizioni ambientali

Il quadro sarà installato all'interno di una cabina ove potranno aversi le seguenti condizioni:

- temperatura massima +40°C
- temperatura minima -15°C
- umidità relativa massima 80%

Caratteristiche generali

a. Omogeneità della fornitura e dei materiali

I quadri inclusi nel contratto saranno dello stesso Costruttore. I materiali e componenti che svolgono la stessa funzione e di uguali caratteristiche saranno rigorosamente uguali tra loro e dello stesso Costruttore (es. interruttori, sezionatori, lampade, relais ausiliari e di protezione, morsetti, strumenti, ecc.)

b. Disposizione apparecchiature ed operazioni con quadro in tensione

La disposizione delle apparecchiature all'interno del quadro sarà tale che i gas di ionizzazione e/o il calore prodotti da un componente non danneggino o riducano le prestazioni di apparecchiature adiacenti.

Con il quadro in tensione dovranno essere possibili, da parte del personale specializzato, le seguenti operazioni senza pericoli di contatti accidentali:

- h) collegamento e/o scollegamento dei cavi provenienti dall'esterno alle singole unità funzionali (partenze)
- i) rimozione e rimontaggio dei componenti ausiliari di ciascun circuito messo fuori tensione di ciascun circuito messo fuori tensione
- j) ispezione visiva di dispositivi di regolazione, segnalazione, relais, sganciatori ed altri apparecchi
- k) regolazione e ripristino di relais
- l) sostituzione di fusibili, lampade etc.
- m) misura di tensione, corrente e localizzazione guasti eseguite con strumenti appositamente previsti ed isolati adeguatamente

Per consentire le operazioni di cui sopra saranno previsti ripari sui componenti dei circuiti adiacenti in particolare gli scomparti le frazioni di scomparto, morsetti, terminali, ecc. saranno protetti da appositi schermi o segregazioni.

c. Ampliabilità

I quadri dovranno essere predisposti per l'ampliamento su entrambi i lati senza necessità di foratura (sulla struttura o sbarre) o saldature da eseguire in opera.

5.2 Norme di riferimento

Il quadro sarà progettato, assiemato e collaudato in totale rispetto delle seguenti normative:

- IEC 439.1 (CEI 17.13.1)
- IEC 529 (CEI 70.1)

riguardanti l'assiemaggio di quadri prefabbricati AS e ANS.

Si dovranno inoltre adempiere le richieste antinfortunistiche contenute nel DPR 547 del 1955e alla legge 1/3/1968 n° 168. Tutti i componenti in materiale plastico dovranno rispondere ai requisiti di autoestinguibilità a 960 °C (30/30s) in conformità alle norme IC 695.2.1 (C.E.I. 50.11).

5.3 Caratteristiche di progetto

Il quadro di bassa tensione tipo Prisma o similare, denominato Q.B.T., composto da colonne, verrà installato nella cabina MT/BT. Esso sarà conforme alle caratteristiche generali di seguito descritte e realizzato come indicato nella presente specifica.

Dati Ambientali

I dati ambientali riferiti al locale chiuso ove dovrà essere inserito il quadro in oggetto saranno:

- Temperatura ambiente max +40 °C
min -15 °C
- Umidità relativa 95 % massima
- Altitudine sup. 1000 metri s.l.m.

Caratteristiche elettriche

- Tensione nominale 690 V
- Tensione esercizio 400 V
- Numero delle fasi 3F + N
- Livello nominale di isolamento tensione di prova a frequenza industrial per un minuto a secco verso terra e tra le fasi 2,5 kV
- Frequenza nominale 50/60 Hz
- Corrente nominale sbarre principali fino a 3200 A
- Corrente nominale sbarre di derivazione fino a 3200 A
- Corrente di c.to circuito simmetrico fino a 75 kA
- Durata nominale del corto circuito 1"
- Grado di protezione sul fronte fino a IP 40
- Grado di protezione a porta aperta IP 20
- Accessibilità quadro Fronte-Retro

- Forma di segregazione

4

Dati dimensionali

Il quadro sarà composto da unità modulari aventi dimensioni di ingombro massime:

- Larghezza: fino a 1100 mm
- Profondità: fino a 1400 mm
- Altezza: fino a 2275 mm

Si dovrà inoltre tenere conto delle seguenti distanze minime di rispetto:

- Anteriormente 800 mm
- Posteriormente 800 mm

Caratteristiche costruttive

a. Carpenteria

Il quadro sarà realizzato con montanti in profilati di acciaio e pannelli di chiusura in lamiera ribordata di spessore non inferiore a 15-20/10.

Il quadro sarà chiuso su ogni lato con pannelli asportabili a mezzo di viti. Le porte anteriori saranno corredate di chiusura a chiave, il rivestimento frontale sarà costituito da cristallo di tipo temprato.

Le colonne del quadro saranno complete di golfari di sollevamento.

Anche se prevista la possibilità di ispezione dal retro del quadro, tutti i componenti elettrici saranno facilmente accessibili dal fronte mediante pannelli incernierati.

Sul pannello anteriore saranno previste feritoie per consentire il passaggio degli organi di comando.

Tutte le apparecchiature saranno fissate su guide o su pannelli fissati su specifiche traverse di sostegno.

Gli strumenti e lampade di segnalazione saranno montate sui pannelli frontali.

Sul pannello frontale ogni apparecchiatura sarà contrassegnata da targhette indicatrici che ne identificano il servizio.

Tutte le parti metalliche del quadro saranno collegate a terra (in conformità a quanto prescritto dalla citata norma CEI 17.13/1).

b. Verniciatura

Per garantire un'efficace resistenza alla corrosione, la struttura e i pannelli saranno opportunamente trattati e verniciati.

Il trattamento di fondo prevedrà il lavaggio, il decapaggio, la fosfatizzazione e l'elettrozincatura delle lamiere.

Le lamiere trattate saranno verniciate con polvere termoidurente a base di resine epossidiche mescolate con resine poliesteri colore a scelta della D.L., spessore minimo di 70 micron.

c. Collegamento di potenza

Le sbarre e i conduttori saranno dimensionati per sopportare le sollecitazioni termiche e dinamiche corrispondenti ai valori della corrente nominale e per i valori delle correnti di corto circuito richiesti.

Le sbarre orizzontali saranno in rame elettrolitico di sezione rettangolare su tutta la lunghezza; saranno fissate alla struttura tramite supporti isolati a pettine in grado di ricevere

un massimo di 4 sbarre per fase e saranno disposte in modo da permettere eventuali modifiche future.

Le sbarre verticali, anch'esse in rame elettrolitico, fino a 1600A saranno a profilo continuo tipo Lenergy con un numero massimo di 1 sbarra per fase predisposte per l'utilizzo di appositi accessori per il collegamento e fissate alla struttura tramite supporti isolati.

Oltre 1600A si seguiranno le stesse prescrizioni riguardanti le sbarre orizzontali.

L'interasse tra le fasi e la distanza tra i supporti sbarre devono essere regolamentate in base alle prove effettuate presso laboratori qualificati.

I collegamenti tra sistemi sbarre orizzontali e verticali saranno realizzati mediante connettori standard forniti dalla casa costruttrice.

Le sbarre principali saranno predisposte per essere suddivise, in sezioni pari agli elementi di scomposizione del quadro, e consentiranno ampliamenti su entrambi i lati.

Nel caso di installazione di sbarre di piatto, queste ultime saranno declassate del 20% rispetto alla loro portata nominale.

d. Derivazioni

Per correnti da 100 A a 1600 A gli interruttori saranno alimentati direttamente dalle sbarre principali mediante bandella flessibile dimensionata in base alla corrente nominale dell'interruttore stesso.

In caso di specifiche esigenze gli interruttori scatolati con In max pari a 160A, potranno essere affiancati verticalmente su un'unica piastra, rendendo così l'intero quadro con forma di segregazione tipo 3.

Tutti i cavi di potenza, superiori a 50 mmq, entranti o uscenti dal quadro non avranno interposizione di morsettiere; si attesteranno direttamente agli attacchi posteriori degli interruttori alloggiati sul retro del quadro in una zona opportunamente predisposta. L'ammarraggio dei cavi avverrà su specifici accessori di fissaggio

Le sbarre saranno identificate con opportuni contrassegni autoadesivi a seconda della fase di appartenenza così come le corde saranno equipaggiate con anellini terminali colorati.

Tutti i conduttori sia ausiliari si attesteranno a delle morsettiere componibili su guida posizionate in canalina laterale o nella parte posteriore del quadro, con diaframmi dove necessario, che saranno adatte, salvo diversa prescrizione, ad una sezione di cavo non inferiore a 6 mmq.

e. Dispositivo di manovra e protezione

Sarà garantita una facile individuazione delle manovre da compiere, che saranno pertanto concentrate sul fronte dello scomparto.

All'interno sarà possibile una agevole ispezionabilità ed una facile manutenzione.

Le distanze i dispositivi e le eventuali separazioni metalliche impediranno che interruzioni di elevate correnti di corto circuito o avarie notevoli possano interessare l'equipaggiamento elettrico montato in vani adiacenti.

Saranno in ogni caso, garantite le distanze che realizzano i perimetri di sicurezza imposti dal Costruttore.

Tutti i componenti elettrici ed elettronici saranno contraddistinti da targhette di identificazione conformi a quanto indicato dagli schemi.

Salvo diversa indicazione del progettista e/o richiesta nella specifica di progetto, sarà previsto, uno spazio pari al 20 % dell'ingombro totale che consenta eventuali ampliamenti senza intervenire sulla struttura di base ed i relativi circuiti di potenza.

f. Conduttore di protezione

Ogni struttura o massa metallica sarà direttamente collegata alla sbarra di terra avente una sezione pari a 400 mm².

Le porte saranno predisposte per essere collegate alla struttura tramite una connessione flessibile.

g. Collegamenti ausiliari

Saranno in conduttore flessibile con isolamento pari a 3KV con le seguenti sezioni minime:

- 4 mmq per i T.A., 2,5 mmq per i circuiti di comando, 1,5 mmq per i circuiti di segnalazione e T.V.

Ogni conduttore sarà completo di anellino numerato corrispondente al numero sulla morsettiera e sullo schema funzionale.

Saranno identificati i conduttori per i diversi servizi (ausiliari in alternata - corrente continua - circuiti di allarme - circuiti di comando - circuiti di segnalazione) impiegando conduttori con guaine colorate differenziate oppure ponendo alle estremità anellini colorati.

Potranno essere consentiti due conduttori sotto lo stesso morsetto solamente sul lato interno del quadro.

I morsetti saranno del tipo a vite per cui la pressione di serraggio sia ottenuta tramite una lamella e non direttamente dalla vite.

I conduttori saranno riuniti a fasci entro canaline o sistemi analoghi con coperchio a scatto.

Tali sistemi consentiranno un inserimento di conduttori aggiuntivi in volume pari al 25% di quelli installati.

Non sarà ammesso il fissaggio con adesivi.

h. Accessori di cablaggio

La circolazione dei cavi di potenza e/o ausiliari dovrà avvenire nella zona posteriore del quadro o all'interno delle canaline laterali.

L'accesso alle condutture sarà possibile solo dal retro del quadro mediante l'asportazione delle lamiere di copertura posteriori.

I. Collegamenti alle linee esterne

Se una linea sarà in Condotto Elettrificato o contenuta in canalina saranno previste delle piastre metalliche in due pezzi asportabili per evitare l'ingresso di corpi estranei.

In ogni caso le linee si attesteranno alla morsettiera in modo adeguato per rendere agevole qualsiasi intervento di manutenzione.

Le morsettiere non sosterranno il peso dei cavi ma gli stessi dovranno essere ancorati ove necessario a degli specifici profilati di fissaggio.

Nel caso in cui le linee di uscita siano costituite da cavi di grossa sezione o da più cavi in parallelo, sarà sconsigliabile il collegamento diretto sui codoli posteriori degli interruttori in modo da evitare eventuali sollecitazioni meccaniche.

l. Strumenti di misura

Potranno essere del tipo elettromagnetico analogico da incasso 72 x 72 mm, digitale a profilo modulare serie Multi 9 inseriti su guida oppure del tipo Multimetri da incasso 96 x 96 mm con o senza porta di comunicazione.

Inoltre il fornitore dovrà fornire i certificati delle prove di tipo, previste dalla norma CEI 17.13.1 effettuate dalla casa costruttrice su prototipi del quadro.

m. Targhe

Oltre alle targhe di tipo antinfortunistico definite dal Costruttore e/o Appaltatore, saranno previste le seguenti targhe in lastra di materiale plastico con scritte incise. Le scritte saranno quelle indicate nei documenti di progetto:

- Targa con il nome del costruttore, il marchio ed il tipo di quadro.
- Targhe (almeno due per quadro) con la sigla del quadro.
- Targhe con la sigla ed il servizio del circuito o utenza.
- Targhe con il contrassegno, conforme ai documenti di ciascun apparecchio o dispositivo.

n. Interruttori

Gli interruttori arrivo alimentazione, congiuntore sbarre ed alimentazione sottoquadri con portate uguale o superiori a 1250A saranno in aria del tipo "aperto".

Tutti gli altri interruttori saranno di tipo scatolato.

Gli interruttori avranno la categoria di prestazione in corto circuito P2 (O-t-CO-t-CO) secondo CEI 17.1

o. Trasformatori di corrente e di tensione

Le caratteristiche e le prestazioni dei TA e dei TV saranno adatte per il corretto funzionamento dei dispositivi di protezione, comando e misura ad essi connessi, entro le tolleranze specificate dal Costruttore dei dispositivi stessi.

I trasformatori di corrente saranno adatti a resistere alle sollecitazioni termiche e dinamiche relative alla corrente di corto circuito del quadro.

p. Pulsanti e lampade

I pulsanti e le lampade di segnalazione saranno posizionati e colorati in relazione alla loro funzione.

I colori da utilizzare saranno conformi alla Pubblicazione IEC 73.

q. Comandi e controlli a distanza

Al fine di consentire la gestione (comando, controllo e supervisione) della rete di distribuzione dal sistema di controllo centralizzato i quadri saranno predisposti per i seguenti controlli, misure e segnalazioni a distanza:

- a) comandi
 - Apertura e chiusura di tutti gli interruttori
- b) misure
 - tensione arrivi e alimentazione
 - tensione sbarre o semisbarre
 - corrente assorbibile dal quadro e dalle singole partenze
- c) segnalazioni
 - aperto/chiuso/estratto per ogni interruttore
- d) allarmi
 - scatto di ciascuna protezione

- scarto relais di blocco (86) dove previsto
- presenza tensione circuiti ausiliari c.c. e c.a. sul quadro
- presenza tensione circuiti di apertura per ogni interruttore

e) protezione e misure

Dato che l'impianto sarà gestito da un sistema centralizzato di comando e controllo, le protezioni dei montanti principali (arrivi e congiuntori in bassa tensione) saranno del tipo elettronico con microprocessore ed adatte all'interfacciamento con il sistema di gestione per il controllo ed il dialogo con esso. Per quanto riguarda le misure, saranno previsti per ogni misura i relativi convertitori con uscita 4:20 mA.

Quanto sopra richiesto sarà reso disponibile su apposita morsettiera per ogni scomparto. Tale morsettiera sarà separata da quelle relative ai circuiti ausiliari.

I comandi di cui al punto a) saranno realizzati con contatti puliti a doppia interruzione.

Per le segnalazioni ed allarmi di cui in c) e d) saranno resi disponibili contatti puliti a doppia interruzione, singoli per ogni funzione.

5.4 Collaudi e prove

Per essere sottoposto a prove il quadro dovrà essere completamente montato, collegato internamente e messo a punto presso l'Officina del Costruttore.

Elenco delle prove

a. Prove di accettazione

- prova di tensione a frequenza industriale dei circuiti di potenza
- prove di tensione dei circuiti ausiliari
- prova di funzionamento meccanico prova dei dispositivi ausiliari
- controllo dell'intercambiabilità dei componenti estraibili e degli altri componenti identici fra loro per costruzione e caratteristiche.
- verifica dei cablaggi

b. Prove di tipo

L'Appaltatore dovrà produrre copia dei certificati relativi alle prove di tipo realizzate da un laboratorio indipendente attestanti la rispondenza del quadro e delle apparecchiature alle Norme sopraccitate. In particolare è richiesta dimostrazione delle seguenti prove:

- prova per la verifica dei limiti di sovratemperatura; prova per la verifica delle distanze in aria e superficiali;
- prova per la verifica della tenuta di corto circuito del circuito principale per un valore non inferiore a 40kA/1S;
- prove per la verifica della tenuta al corto circuito del circuito di protezione (CEI 17-13/1);
- prova per la verifica dei guasti di protezione.

6. QUADRI BASSA TENSIONE DISTRIBUZIONE SECONDARIA

I quadri di bassa tensione per la distribuzione secondaria della potenza dovranno essere di tipo non segregato (forma 1), realizzato con carpenterie componibili modulari, contenenti le apparecchiature di bassa tensione, pure modulari, progettati singolarmente e nel loro insieme per offrire con la massima semplicità costruttiva una molteplicità di impiego per soddisfare alle più svariate esigenze di impianto.

6.1 Caratteristiche tecniche

Caratteristiche ambientali

- temperatura ambiente massima	+ 40° C
- temperatura ambiente media (rif. 24 h)	+35° C
- temperatura ambiente minima	-10° C
- umidità relativa massima 25°C	90%
- installazione all'interno di un fabbricato in muratura	
- altitudine s.l.m.	<1000 m

Caratteristiche elettriche:

- livello di isolamento nominale	660 V
- tensione di esercizio	400/230 V
- frequenza nominale	50 Hz
- sistema elettrico	trifase+neutro
- tensione di tenuta a 50Hz per min. circuiti di potenza	2500 V
circuiti ausiliari	2000 V
- corrente nominale sbarre principali	160 A
- corrente amm.le di breve durata	10 kA
- corrente dinamica di cresta	16 kA
- tensione nominale circuiti aux	220/24V-50Hz

Rispondenza a norme tecniche e leggi antinfortunistiche

Per quanto non espressamente precisato nel presente Capitolato, i quadri dovranno essere rispondenti alle seguenti norme:

- CEI 17-13/1 fasc. 1433 -"Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT)"
- IEC 439 e succ. varianti - "Low voltage switchgear and controlgear assemblies"
- D.P.R. 547 del 27/4/55 e successive integrazioni.

6.2 Prescrizioni costruttive e funzionali

Struttura metallica

I quadri di distribuzione installati all'interno dei locali tecnici saranno del tipo ad armadio autoportante, costruiti da singole parti in lamiera d'acciaio di spessore minimo pari a 20/10 pressopiegata e saldata. La verniciatura dovrà essere effettuata con polveri epossipoliestere previo trattamento della lamiera con processo di fosfatazione.

Dovranno essere adatti al montaggio di qualsiasi tipo di apparecchiatura modulare e non. I quadri dovranno avere un grado di protezione meccanica pari a IP 40.

I quadri di distribuzione installati all'interno dei vani delle gallerie saranno del tipo ad armadio autoportante, costruiti da singole parti in lamiera d'acciaio INOX ANSI 304 di spessore minimo pari a 15/10 pressopiegata e saldata. Dovranno essere adatti al montaggio di qualsiasi tipo di apparecchiatura modulare e non. I quadri dovranno avere un grado di protezione meccanica pari a IP 55.

Ciascun elemento di carpenteria del quadro dovrà essere munito di morsetto per collegamento di messa a terra e di viti e dadi per l'accoppiamento ed il fissaggio tra le varie parti assemblabili.

La portata massima degli interruttori che dovranno essere inseriti nel quadro elettrico non dovrà essere superiore a 2.000 A.

Il cablaggio interno del quadro elettrico dovrà essere realizzato con conduttori flessibili del tipo N07V-K, i quali saranno alloggiati in apposite canaline di collegamento fissate su una piastra di fondo.

Ciascun conduttore dovrà essere provvisto di adatti capicorda opportunamente isolati, per il collegamento alle varie apparecchiature ed alla morsettiera componibile opportunamente numerata. Il quadro dovrà riportare le targhe monitorici ed una targa con i dati del costruttore ed essere inoltre dotato di golfari di sollevamento.

Apparecchiature modulari

Le apparecchiature di bassa tensione da installarsi saranno rispondenti ai requisiti minimi prestazionali di seguito esposti.

Interruttore automatico magnetotermico modulare, per installazione su guida idonea, con le seguenti caratteristiche: $P_i=6/10/25/50$ kA a 230/400V, così come indicato nello schema elettrico del quadro; curva tipo B/C/K/D; protezione dei morsetti IP20; rispondenza alle norme CEI 23-3 / CEI EN 60898 o CEI EN 60947-2.

Blocco differenziale modulare, per assemblaggio con interruttore automatico magnetotermico, adatto per correnti alternate (tipo AC) e/o per correnti alternate, pulsanti e componenti continue (tipo A), di tipo normale o selettivo, avente le seguenti caratteristiche: - potere di interruzione equivalente a quello dell'interruttore automatico accoppiato; tensione nominale 230/400 V; sensibilità $I_d = 0,03 - 0,3 - 0,5 - 1$ A; protetto contro gli scatti intempestivi; rispondenza alle norme CEI EN 61009.

Contattore tripolare o quadripolare, rispondente alle norme IEC 947-4-1, atto a garantire le prestazioni in AC-3, avente le seguenti caratteristiche: tensione nominale di isolamento e di impiego: 1000 V; tensione di resistenza agli impulsi: 8 kV; categoria d'impiego: AC-3; frequenza: $25 \div 400$ Hz; durata meccanica minima: 10 milioni di manovre; protezione dei morsetti contro i contatti accidentali con parti sottotensione; -aggancio meccanico all'avviamento.

Interruttore magnetotermico per comando e protezione motori, per montaggio su guida idonea, avente le seguenti caratteristiche: tensione nominale 690 V c.a., $50 \div 60$ Hz; corrente nominale massima in AC-3 pari a 25 A; potere d'interruzione I_{cs} maggiore o uguale a 10 1A.

Base porta fusibili a cassetto, modulare, per installazione su idonea guida, conformità alle norme CEI 32-4 ed EN 60269-3.

Contattore modulare, bipolare o tripolare per installazione su quadri con finestratura di 45 mm, dotato d'attacco rapido per profilato DIN, conformità alla norma IEC 158.1/3. Caratteristiche principali: Tensione nominale: 230/400V c.a.; Corrente nominale in AC1: 20,

24, 40A a seconda dei tipi; Potenza nominale in AC3: 1.3, 2.2, 5.5 kW a seconda dei tipi; Frequenza nominale: 50/60 o 40/450 Hz a seconda dei tipi; Tensione circuito di comando: 230 V c.a.; Potenza dissipata max: 3W per polo;

Trasformatore di sicurezza/isolamento per circuiti ausiliari, avente le seguenti caratteristiche: potenza nominale: secondo quanto indicato negli schemi elettrici dei quadri; tensione primaria: 230/400 V; tensione secondaria: 24V; frequenza: 50/60 Hz; conformità alle norme CEI 14-6 ed EN 60 742; classe I.

Gruppo misure a microprocessore per la misurazione multipla dei parametri elettrici, per installazione su quadro, avente le seguenti caratteristiche: 18 misure in ingresso: tensione in V, corrente in A, massima corrente termica in A, potenza attiva in W, fattore di potenza, frequenza; misure in valore efficace RMS; precisione 0,5 % della misura su tensione (V) e corrente (A) ed 1

% sulla potenza (P); valori di TA programmabili da dip switch; formato per guida DIN 9 moduli; grado di protezione IP40.

Apparecchi modulari da inserire su quadro elettrico con attacco DIN, come lampade spie, commutatori, pulsanti, relè elettronici, temporizzatori ecc.

Cablaggi

Il cablaggio interno dovrà essere realizzato con cavi di tipo flessibile non propaganti l'incendio (sec. CEI 20-22), di sezione non inferiore a 1,5 mm² per i circuiti ausiliari e 2,5 mm² per i circuiti di potenza.

Tutte le connessioni dovranno essere effettuate mediante capocorda a compressione e ciascun conduttore dovrà essere numerato con idonei contrassegni. I conduttori dovranno essere alloggiati su apposite canalette di materiale plastico e in appositi vani all'interno degli scomparti. Tutti i conduttori dovranno far capo a morsettiere componibili numerate. Opportune targhette, pantografate, dovranno indicare a fronte quadro, ciascuna apparecchiatura e relativa sequenza di manovra.

Tutte le indicazioni di stato e i comandi di ogni apparecchiatura dovranno essere riportati in morsettiera per poter essere remotizzati attraverso sistemi di telecontrollo.

Messa a terra

Una sbarra collettoria in rame, avente una sezione nominale di 150 mmq, dovrà percorrere longitudinalmente tutto il quadro; a tale sbarra dovranno essere collegati tutti i componenti principali.

Tutti gli elementi di carpenteria dovranno essere francamente collegati fra loro per mezzo di viti speciali atte a garantire un buon contatto elettrico fra le parti. Le porte dovranno essere collegate in modo equipotenziale alla struttura per mezzo di treccia di rame avente sezione di 16 mm².

Altre particolarità costruttive

Il ciclo di verniciatura per i quadri di bassa tensione installati all'interno dei locali tecnici dovrà essere del tutto simile a quello previsto per i quadri di media tensione. Per i quadri destinati all'installazione in galleria le superfici in acciaio inox dovranno essere protette durante il trasporto e l'installazione da un film di PVC pellabile.

Di serie dovranno essere forniti dei seguenti accessori: mensola di supporto leve varie e maniglie; golfari di sollevamento; vernice per ritocchi punti danneggiati; schemi e disegni di progetto; istruzioni per l'installazione, l'esercizio e la manutenzione del quadro; targhe di identificazione apparecchiature; schema unifilare in dotazione alla carpenteria;

cartellonistica di prevenzione antinfortunistica conforme al DPR 547 ed al D.L. 626; prove di tipo; manuale di manutenzione ordinaria e straordinaria.

In generale dovranno soddisfare le seguenti caratteristiche:

- impiego di materiali isolanti ad alto grado di autoestinguibilità e completa segregazione metallica tra i singoli scomparti, per impedire il diffondersi di incendi;
- isolamento in aria di tutte le parti in tensione;
- blocchi meccanici ed elettromeccanici in conformità allo schema di progetto; accessibilità agli apparecchi ed ai circuiti senza pericolo di contatti con i componenti in tensione;
- accurata scelta dei materiali isolanti impiegati in base a caratteristiche di bassa emissione di fumi.

6.3 Collaudi e prove

Per essere sottoposto a prove il quadro dovrà essere completamente montato, collegato internamente e messo a punto presso l'Officina del Costruttore.

Elenco delle prove

- a) Prove di accettazione
 - prova di tensione a frequenza industriale dei circuiti di potenza prove di tensione dei circuiti ausiliari
 - prova di funzionamento meccanico prova dei dispositivi ausiliari verifica dei cablaggi
- b) Prove di tipo. L'Appaltatore dovrà produrre copia dei certificati relativi alle prove di tipo realizzate da un laboratorio indipendente attestanti la rispondenza del quadro e delle apparecchiature alle Norme sopraccitate. In particolare è richiesta dimostrazione delle seguenti prove:
 - prova per la verifica dei limiti di sovratemperatura; prova per la verifica delle distanze in aria e superficiali;
 - prove per la verifica della tenuta al corto circuito del circuito di protezione (CEI 17-13/1)
 - prova per la verifica dei guasti di protezione.

7. CONDENSATORI PER RIFASAMENTO FISSO IN BT

Saranno del tipo autorigenerabile, impregnati con materiali atossici e biodegradabili, esenti da P.C.B., realizzati in film di propilene a basse perdite dielettriche e racchiusi in custodia di metallica indeformabile. Ciascun condensatore sarà dotato di dispositivo antiscoppio atto a garantire il distacco dal circuito nel caso di anomale sollecitazioni elettriche o termiche. Saranno strutturati in unità modulari per garantire un facile e veloce assemblaggio in batteria.

La custodia modulare contenente i condensatori dovrà essere costituita da foro/asola di ingresso cavi, squadrette equipotenziali di fissaggio base di supporto, con attacco di terra, coperchio di protezione contro i contatti indiretti (IP 30), sbarrette per il collegamento di parallelo

Ciascun modulo sarà accessoriatato dalle seguenti apparecchiature/componenti: resistenze di scarica facilmente accessibili per manutenzione e/o sostituzione e bobine limitatrici delle sovracorrenti di inserzione.

Caratteristiche Tecnico-Funzionali: Tensione di funzionamento: 400 V; Tensione di isolamento:

550 V; Frequenza nominale f_n : 50 Hz; Tolleranza di capacità: -5%, +10%; Sovraccarico ammissibile in tensione: 1,1 V_n; Sovraccarico ammissibile in corrente: 3 I_n; Temperatura ambiente: -10°C / + 40°C; Collegamento in batteria: triangolo.

7.1 Generalità

I complessi di rifasamento saranno progettati e costruiti avendo come riferimento:

- la regola d'arte attuale
- le prescrizioni del Progettista espresse tramite la presente Norma Tecnica e gli altri documenti di progetto
- le norme di riferimento
- il rispetto delle esigenze funzionali, di sicurezza e di manutenzione dei Gruppi nel loro complesso e dei singoli componenti.

I complessi di rifasamento saranno per quanto possibile di costruzione standard del Costruttore e per i componenti sarà massimizzato l'uso di materiali di serie e normalizzati, la cui reperibilità sul mercato sarà prevista per lungo tempo.

7.2 Condizioni ambientali

I gruppi di continuità saranno installati all'interno ove potranno aversi le seguenti condizioni:

- temperatura massima +40°C
- temperatura minima -15°C
- umidità relativa massima 80%

7.3 Caratteristiche costruttive

Tutte le apparecchiature costituenti ciascun complesso di rifasamento saranno installate in un quadro chiuso, adatto per l'installazione all'interno, con grado di protezione non inferiore a IP 3X.

La disposizione delle apparecchiature sarà scelta in modo che:

- i componenti che saranno sorgenti di calore (es. condensatori, resistori, trasformatori, reattanze, ecc.) non possano danneggiare o ridurre le prestazioni di quelli adiacenti
- i gas di ionizzazione eventualmente prodotti da una apparecchiatura non influenzino negativamente le apparecchiature adiacenti

I quadri, incluse le derivazioni e gli organi di interruzione, protezione e manovra, saranno dimensionati per una corrente pari ad almeno 1,5 volte le correnti nominali (sinusoidali) delle batterie di condensatori alimentate.

Sui quadri in tensione saranno possibili le seguenti operazioni da parte del personale specializzato ed autorizzato:

- ispezione visiva degli apparecchi di manovra;
- regolazione di ripristino di relais e sganciatori ispezione di dispositivi di segnalazione e strumenti;
- sostituzione di fusibili, lampade ecc.
- misure di tensione, corrente e localizzazione guasti eseguite con strumenti appositamente previsti ed isolati adeguatamente

Le sbarre e i conduttori isolati di potenza saranno contrassegnati come previsto nelle norme di riferimento (es. L1-L2-L3-N o colori diversi).

I collegamenti ausiliari tra scomparti saranno realizzati con canalette per facilitare l'inserzione o la rimozione in condizioni di sicurezza di singoli conduttori.

Per l'individuazione dei conduttori di cablaggio sarà scelto uno dei due metodi definiti nella CEI 16.1.

Tutti i cavi e conduttori in ingresso/uscita faranno capo ad apposite morsettiere di base.

Le morsettiere saranno ubicate in modo da garantire un sufficiente spazio per l'esecuzione delle terminazioni dei cavi e del loro fissaggio, un facile accesso alle terminazioni ed una agevole lettura dei collari di identificazione.

Pulsanti e lampade di segnalazione saranno collegati e posizionati in relazione alla loro funzione e se non diversamente indicato, colorati in conformità con la Pubblicazione IEC 73.

I relais ausiliari e strumenti di misura avranno un grado di protezione non inferiore a IP 5X. Gli strumenti saranno del tipo quadrato o rettangolare con dimensioni normalizzate; i relais saranno adatti ad essere permanentemente eccitati senza resistenza di risparmio.

7.4 Caratteristiche elettriche

Le sbarre di distribuzione, le apparecchiature di potenza quali interruttori, sezionatori, teleruttori fusibili ecc., nonché i quadri nel loro complesso avranno le seguenti caratteristiche:

- tensione di esercizio: 400 V-3F-50 Hz.

- tensione di isolamento: 600 V
- corrente nominale: 1,5 volte le correnti nominali (sinusoidali) delle batterie di condensatori alimentate
- tensione comandi e regolazione: 230 V - 50 Hz.

Le singole batterie di condensatori avranno le seguenti caratteristiche:

- tensione nominale: 550 V
- tensione normale di esercizio: 400 V
- frequenza nominale: 50 Hz.
- collegamento dei condensatori delle singole batterie: a stella o triangolo - standard del Costruttore
- massima corrente ammessa delle unit  capacitive: 1,3 volte corrente alla tensione nominale sinusoidale

Dimensionamento dei complessi e prestazioni

I complessi di rifasamento saranno realizzati e dimensionati per garantire, sulle alimentazioni dei quadri o apparecchi a cui saranno allacciati, un fattore di potenza non inferiore a 0,92 in ritardo, nelle seguenti condizioni:

- carico massimo
- carico minimo
- carichi corrispondenti a tutte le possibili condizioni di esercizio

In nessun caso sar  ammesso il funzionamento con fattore di potenza in anticipo
valori diversi di fattore di potenza saranno ammessi solo nei transistori dovuti ai tempi di intervento dei regolatori e/o quelli di impianto come ad esempio avviamento motori, commutazioni, ecc.

Le altre informazioni necessarie per il corretto dimensionamento dei complessi di rifasamento cos  come la richiesta di prestazioni particolari e specifiche saranno definite o desumibili dai documenti di progetto

La potenza rifasante minima necessaria cos  definita per ogni singolo complesso, si intende riferita alla "tensione normale di esercizio" (400 V)

Condensatori e batterie

I singoli condensatori saranno con dielettrico metallizzato autorigeneranti, non inquinante e non conterranno liquido.

Le batterie di condensatori saranno costituite da pi  condensatori collegati tra loro fino ad ottenere la dovuta capacit .

I singoli condensatori di una batteria e/o del complesso di rifasamento relativo, saranno rigorosamente uguali tra loro.

Eventuali deviazioni devono essere approvate dal progettista.

Correnti di inserzione e scarica dei condensatori

Le componenti armoniche normalmente presenti in rete e/o quelle aggiuntive indicate eventualmente nei documenti di progetto non devono essere causa di riduzioni della vita media delle unit  capacitive o causare anomalie di funzionamento di complessi di rifasamento.

Il costruttore dovrà pertanto, dimensionare opportunamente le unità capacitive e/o prevedere reattanze di disaccoppiamento. Per la scelta del sistema ed il dimensionamento delle apparecchiature, se non diversamente richiesto, il costruttore dovrà considerare quanto segue:

- c) la potenza di corto circuiti di inserzione del complesso può assumere tutti i valori compresi tra quelli massimi e quelli minimi indicati nel documento di progetto
- d) dovrà essere evitata la risonanza alla 5^a armonica anche se nei documenti di progetto non sarà definito il valore
- e) le impedenze di blocco, quando previste, saranno accordate sulla 4^a armonica

Complessi di rifasamento a capacità fissa

I complessi di rifasamento a capacità fissa saranno ad inserimento manuale e costituiti da:

- interruttore-sezionatore e fusibili di ingresso
- eventuale reattanza limitatrice della corrente di inserzione
- batteria trifase di condensatori
- dispositivi di scarica
- lampade di segnalazione presenza tensione in ingresso

Complessi di rifasamento e capacità variabile

Costituzione dei complessi

I complessi di rifasamento e capacità variabile saranno costituiti da più unità di condensatori (gradini) inseribili e disinseribili automaticamente al variare della potenza reattiva assorbita dal sistema su cui saranno inseriti.

Ciascun complesso sarà equipaggiato con:

- interruttore: sezionatori arrivo alimentazione
- batterie di condensatori (gradini di inserzione) nel numero e potenze unitarie tali da assicurare le prestazioni richieste
- sezionatore-fusibile e teleruttore di inserzione per ciascun gradino
- regolatore automatico della potenza reattiva
- dispositivi di comando, controllo ed ausiliari

Dispositivo di regolazione del fattore di potenza

I regolatori di fattore di potenza saranno del tipo sensibile alla potenza reattiva effettiva assorbita dall'impianto.

Il sistema di regolazione sarà realizzato in modo da massimizzare l'uniforme utilizzazione nel tempo delle singole batterie di condensatori.

Il segnale di tensione per il funzionamento del regolatore sarà prelevato direttamente dall'interno del complesso di rifasamento, mentre quello di corrente sarà derivato dal sistema a monte in posizione tale che corrisponda esclusivamente ai carichi sulla base dei quali il complesso di rifasamento sarà stato calcolato.

I dispositivi di ritardo all'inserzione e disinserzione previsti per ridurre le manovre intempestive e/o pendolazioni saranno preferibilmente incorporati nel regolatore e con possibilità di regolazione dei tempi.

I ritardi minimi ed i dispositivi di scarica dei condensatori dovranno essere opportunamente coordinati

Dispositivi di comando, controllo ed ausiliari

Sul fronte quadro saranno installati:

- strumenti indicatori, lampade di segnalazione, dispositivi di taratura del regolatore
- voltmetro e commutatore della tensione arrivo alimentazione
- amperometro (sensibile al valore efficace totale) e commutatore per la corrente assorbita dal
- complesso di rifasamento
- indicatore del fattore di potenza del sistema su cui il complesso sarà inserito
- lampada di regolazione (ON-OFF) per ciascun gradino di inserzione
- pulsante e manipolatori per il comando manuale di ciascun gradino di inserzione
- selettore AUTOMATICO/MANUALE

Ciascun complesso sarà provvisto di resistenza anticondensa comandata da un termostato

Ausiliari ed accessori

Ausiliari

La quantità, tipi e caratteristiche delle apparecchiature ausiliarie sarà definita dal Costruttore in relazione alla documentazione di progetto, alle esigenze funzionali ed allo sviluppo del progetto specifico del complesso di rifasamento.

Tutti gli ausiliari muniti di contatti elettrici saranno adatti per categoria di impiego AC 11 o DC 11; con correnti nominali di impiego (I_e) di almeno 1A a 120V c.c. o 5A a 230V c.a. e comunque adatti alle caratteristiche di utilizzazione

Accessori

Per ogni complesso di rifasamento saranno forniti almeno i seguenti accessori:

- f) adatti golfari di sollevamento e dispositivi analoghi
- g) profilati di appoggio e accessori per il fissaggio del complesso di rifasamento e/o dei quadri
- h) altri accessori ritenuti necessari dal Costruttore o dall'Appaltatore.

8. CAVI ELETTRICI MEDIA TENSIONE

Cavo per media tensione

RG7H1M1 12/20kV L.S.O.H. 105° CPR Eca Cavi per collegamenti tra cabine di trasformazione e le grandi utenze.

Norme di riferimento HD 620 CEI 20-13pqa, IEC 60502pqa EN 50575:2014 + EN 50575/A1:2016.

Conduttore rigido di rame rosso ricotto. Classe 2. Semiconduttore interno elastomerico estruso Isolamento in HEPR di qualità G7 Semiconduttore esterno elastomerico estruso pelabile a freddo per il grado 1,8/3kV solo su richiesta Schermo costituito a fili di rame rosso Guaina termoplastica qualità M1.

Tensione nominale U₀ 12 kV Tensione nominale U 20 kV Tensione di prova 42 kV Test voltage Tensione massima U_m 24 kV Temperatura massima di esercizio 105 °C Temperatura massima di corto circuito 300 °C Temperatura minima di esercizio (senza shock meccanico) -20°C Temperatura minima di installazione e maneggio -5°C.

Condizioni di impiego piu comuni Adatti per il trasporto di energia tra le cabine di trasformazione e le grandi utenze; particolarmente indicati nei luoghi con pericolo d'incendio, nei locali dove si concentrano apparecchiature, quadri e strumentazioni dove è fondamentale la loro salvaguardia. Adatti per L'alimentazione elettrica in costruzioni ed altre opere di Ingegneria civile con l'obbiettivo di limitare la produzione e la diffusione di fuoco e fumo, conformi al Regolamento CPR. Per posa in aria libera, in tubo o canale .Ammessa la posa interrata in conformità all'art. 4.3.11 della norma CEI 11-17.

Condizioni di posa Raggio minimo di curvatura per diametro D (in mm): 12 D Sforzo massimo di tiro: 60 N/mm².

Colori anime Unipolare: rosa.

Note Il cavo rispetta le prescrizioni della norma HD 620 per quanto riguarda l'isolante, per tutte le altre caratteristiche rispetta la norma CEI 20-13 Se esposti ai raggi UV la guaina esterna si potrebbe scolorire e/o screpolare e/o scolorire senza compromettere le caratteristiche dielettriche dell'isolante".

9. CAVI ELETTRICI BASSA TENSIONE

9.1 Cavo elettrico BT tipo FG16OM16

Costruzione e requisiti:

cavi per energia e segnalazioni isolati in hepr di qualità G16, non propaganti l'incendio senza alogeni e a basso sviluppo di fumi opachi. In accordo al Regolamento Europeo(CPR) UE 305/11. (Conforme alla direttiva BT 2014/35/UE - Direttiva 2011/65/EU (RoHS 2) Norme di riferimento CEI 20-13 CEI 20-38 pqa IEC 60502-1 CEI UNEL 35324 -35328-35016 EN 50575:2014 + EN 50575/A1:2016. Conduttore flessibile di rame rosso ricotto classe 5. Isolamento in HEPR di qualità G16 Riempitivo in materiale non fibroso e non igroscopico Guaina termoplastica LSZH, qualità M16. Tensione nominale U0 600 V Tensione nominale U 1000 V Tensione di prova 4000 V Tensione massima Um 1200 V Temperatura massima di esercizio 90°C Temperatura massima di corto circuito per sezioni fino a 240mm² +250°C Temperatura massima di corto circuito per sezioni oltre 240mm² +220°C Temperatura minima di esercizio (senza shock meccanico) -15°C Temperatura minima di installazione e maneggio 0°C.

Condizioni di impiego più comuni 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), Per trasporto di energia e trasmissione segnali in ambienti interni o esterni anche bagnati. Per posa fissa in aria libera, in tubo o canaletta, su muratura e strutture metalliche o sospesa. Nei luoghi nei quali, in caso d'incendio, le persone presenti siano esposte a gravi rischi per le emissioni di fumi, gas tossici e corrosivi e nelle quali si vogliono evitare danni alle strutture, alle apparecchiature e ai beni presenti o esposti; adatti anche per posa interrata diretta o indiretta. Per trasporto di energia e trasmissione segnali in ambienti esterni anche bagnati AD7.

Condizioni di posa Raggio minimo di curvatura per diametro D (in mm): Cavi energia flessibili, conduttore classe 5 = 4D Cavi segnalazione e comandi flessibili, classe 5 = 6D Sforzo massimo di tiro: Durante l'installazione = 50 N/mm² In caso di sollecitazione statica = 15 N/mm².

Colori anime Unipolare: Nero Bipolare: blu-marrone Tripolare: marrone-nero-grigio o G/V-blu-marrone Quadripolare: blu-marrone-nero-grigio (o G/V al posto del blu) Pentapolare: G/V-blu-marrone-nero-grigio (senza G/V 2 neri) Multipli per segnalazioni: neri numerati.

Colori guaina Verde.

9.2 Cavo elettrico BT tipo FTG10(O)M1

Costruzione e requisiti:

CEI 20-45; Determinazione del piombo: CEI 20-52; Non propagazione dell'incendio: CEI EN 50266-2-4; (CEI 20-22 III) Non propagazione della fiamma: CEI EN 50265-2-1 (CEI EN 60332-1-2); Gas corrosivi o alogenidrici: CEI EN 50267-2-1; Emissione di fumi (trasmissione): CEI EN 50268-2; Indice di tossicità (norma nazionale): CEI 20-37/4-0; Resistenza al fuoco: CEI EN 50200, CEI EN 50362, CEI 20-36

Descrizione del cavo:

Conduttore: rame rosso, formazione flessibile, classe 5; Nastratura: nastro di vetro/mica avvolto ad elica; Isolamento: gomma, qualità G10; Guaina: termoplastica LS0H, qualità M1, penetrante tra le anime; LS0H = Low Smoke Zero Halogen;

Caratteristiche funzionali:

Tensione nominale U_0/U : 0,6/1 kV; Temperatura massima di esercizio: 90°C; Temperatura massima di corto circuito: 250°C;

Caratteristiche particolari:

Buona resistenza agli oli e ai grassi industriali; Buon comportamento alle basse temperature; Assicura il funzionamento in presenza di fuoco e shock meccanici per almeno 90 minuti alla temperatura di 830°C;

Condizioni di posa:

Temperatura minima di posa: -5°C;

Raggio minimo di curvatura consigliato: 4 volte il diametro del cavo;

Massimo sforzo di trazione consigliato: 5 kg per mm² di sezione del rame;

9.3 Cavo elettrico BT tipo FG17

Costruzione e requisiti:

Conduttore flessibile di rame rosso ricotto classe 5. Isolamento in HEPR di qualità G17 CEI 20-38 CEI UNEL 35310 EN 50575:2014 + EN 50575/A1:2016;

Tensione nominale U_0 450 V Tensione nominale U 750 V Tensione di prova 3000 V Tensione massima U_m 1000V Installazioni Fisse Temperatura massima di esercizio 90°C Maximum Temperatura massima di corto circuito +250°C Temperatura minima di esercizio (senza shock meccanico) -30°C Temperatura minima di installazione e maneggio -15° Condizioni di impiego più comuni Adatti per L'alimentazione elettrica in costruzioni ed altre opere di Ingegneria civile con l'obiettivo di limitare la produzione e la diffusione di fuoco e fumo, conformi al Regolamento CPR. Sono particolarmente indicati in luoghi con rischio d'incendio e con elevata presenza di persone (uffici, centri elaborazione dati, scuole, alberghi, supermercati, metropolitane, ospedali, cinema, teatri, discoteche). Sono utilizzabili per posa fissa, entro tubazioni, canali portacavi, cablaggi interni di quadri elettrici, all'interno di apparecchiature di interruzione e comando per tensioni fino a 1000V in corrente alternata e 750V verso terra in corrente continua.

10. TUBAZIONI, CANALIZZAZIONI E CAVIDOTTI

10.1 Tubo protettivo rigido in materiale isolante

Sarà realizzato in materiale termoplastico a base di PVC autoestinguente e in fase di posa dovrà permettere la piegatura a freddo.

Riferimenti Normativi: CEI EN 50086-1 - (Classif. CEI 23-39); CEI EN 50086-2-1/A11 - (Classific. CEI 23-54;V1); UNEL 37118-72 (Elemento lineare serie leggera); UNEL 37118-72 (Elemento lineare serie pesante); IEC 695-2-1; IMQ (ove esista la norma CEI corrispondente)

Caratteristiche Tecnico-Funzionali:

Temperatura di funzionamento: -5°C / +60°C;

Resistenza allo schiacciamento:

Serie leggera: ≥ 350 Newton su 5cm a 20°C;

Serie pesante: ≥ 750 Newton su 5 cm a 20°C;

Curvatura a freddo (-5°C): qualsiasi angolazione a mezzo di apposita molla piegatubo in acciaio, senza alcuna variazione del diametro interno del tubo a temperatura ambiente e nel rispetto del raggio di curvatura minimo con modalità di curvatura previsti dall'art. 8 CEI 23-8;

Resistenza elettrica di isolamento: >100 MOhm/Km in esercizio con 500 V, per 1 minuto;

Resistenza alla fiamma: autoestinguente in meno di 30 secondi

10.2 Tubo protettivo in materiale metallico

La tubazione sarà realizzata in materiale metallico zincato internamente ed esternamente o in acciaio INOX ANSI 304, senza saldatura e liscio internamente per evitare lesione ai cavi durante l'infilaggio. Sarà adatto per la piegatura a freddo ed il raggio di curvatura dovrà essere non inferiore a sei volte il diametro esterno del tubo.

Riferimenti Normativi:

CEI EN 50086-1 - (Classif. CEI 23-39); CEI EN 50086-2-1/A11 - (Classif. 23-54;V1); IMQ; UNI 7683 (Tubi e raccordi filettati, portacavi, per impianti elettrici antideflagranti a prova di esplosione AD-PE. Tubi senza saldatura e saldati di acciaio non legato, zincati)

Caratteristiche Tecnico-Funzionali:

Prova di trazione:

a) Carico unitario di rottura: 360 / 480 N/mmq;

b) Carico unitario di snervamento: 215 N/mmq;

Filettatura degli imbrocchi tipo UNI 6125

10.3 Tubo protettivo per distribuzione elettrica interrata (cavidotto), in materiale isolante -tipologia rigido

Sarà realizzato in materiale termoplastico di colore nero a base di PVC autoestinguente, corredato di una striscia elicoidale di identificazione, di colore giallo. Il tubo ed i

relativi accessori saranno caratterizzati da una bicchieratura realizzata su un'estremità, al fine di garantire un elevato grado di protezione delle giunzioni.

Riferimenti Normativi

CEI EN 50086-2-4/A1 - (Classif. CEI 23-46;V1); IMQ

Caratteristiche Tecnico-Funzionali:

Temperatura di funzionamento: -5°C / +60°C;

Resistenza allo schiacciamento:

a) Serie media: ≥ 750 Newton su 5cm a 20°C;

b) Serie pesante: ≥ 1250 Newton su 5 cm a 20°C;

Resistenza elettrica di isolamento: >100 MOhm/Km in esercizio con 500 V, per 1 minuto;

Resistenza alla propagazione della fiamma: autoestinguente in meno di 30 secondi

10.4 Tubo protettivo per distribuzione elettrica interrata (cavidotto), in materiale isolante -tipologia flessibile

Sarà realizzato in materiale termoplastico autoestinguente. La costruzione sarà del tipo a doppia parete: una esterna corrugata, destinata a garantire la dovuta resistenza meccanica allo schiacciamento nonché maggiore flessibilità, una interna liscia per permettere un miglior scorrimento dei cavi. La tubazione sarà munita su un'estremità di manicotto di giunzione in materiale isolante per la rapida connessione con un altro cavidotto.

Riferimenti Normativi:

NF C 68-171; NF USE-623-25

Caratteristiche Tecnico-Funzionali:

Temperatura di funzionamento: -5°C / +60°C;

Resistenza allo schiacciamento: ≥ 750 Newton per 10 minuti.

Lo schiacciamento residuo non dovrà essere superiore al 10% del diametro iniziale;

Resistenza elettrica di isolamento: >100 MOhm/Km in esercizio con 500 V, per 1 minuto;

Raggio di curvatura: 15 volte il diametro del tubo;

Resistenza alla propagazione della fiamma: autoestinguente in meno di 30 secondi

10.5 Pozzetto per distribuzione elettrica interrata (cavidotto), in materiale isolante

Il materiale atto al contenimento delle apparecchiature e componenti di giunzione e derivazione delle linee elettriche e di telecomunicazione, sarà realizzato in materiale termoplastico additivato ad alta resistenza e predisposto per accogliere diverse linee interrate in cavidotto (sia di tipo rigido che flessibile). Il pozzetto sarà corredato di apposite aperture sulle quali sarà possibile avvitare, con interposizione di adeguato collante, i vari raccordi tubo-pozzetto. Le stesse potranno anche essere connesse e adattate a diversi diametri di tubo mediante anelli concentrici pretranciati.

Sarà corredato di un chiusino in materiale plastico realizzato con profilo a trave rovesciata per conferire maggiore robustezza meccanica (carrabile), asportabile esclusivamente con apposito attrezzo, ed opportunamente fissato al corpo con viti non ossidabili con interposizione di apposita guarnizione atta a garantire la tenuta ad infiltrazioni di liquidi.

Caratteristiche Tecnico-Funzionali:

Temperatura di funzionamento: -20°C / +80°C;

Resistenza al carico: ≥ 10 Kg/cmq;

Resistenza elettrica di isolamento: >100 MOhm/Km in esercizio con 500 V, per 1 minuto;

Resistenza alla propagazione della fiamma: autoestinguente;

Grado di protezione: IP66

10.6 Pozzetto per distribuzione elettrica interrata (cavidotto), prefabbricato in CLS

I manufatti saranno delle dimensioni, caratteristiche e spessori prescritti e dovranno essere forniti perfettamente lisci senza abrasioni, rugosità e fessurazioni. Gli elementi prefabbricati dovranno essere confezionati con calcestruzzo di Classe Rck 350, dosati con cemento ferripozzolatico o d'alto forno; gli inerti dovranno essere particolarmente selezionati e corrispondere alle condizioni di accettazione previste dalle normative vigenti.

In particolare il ghiaietto ed i pietrischi saranno costituiti da elementi omogenei derivanti da rocce resistenti, il più possibile omogenee e non gelive; la granulometria dovrà essere altamente selezionata e presentare diametri max. di mm 5. La sabbia da impiegarsi dovrà essere di fiume ben lavata con acqua dolce ed assolutamente priva di materie terrose ed organiche. Le armature di confezione saranno di tipo FeB 44k ad aderenza migliorata. L'Impresa, per ogni fornitura, dovrà certificare alla Stazione appaltante la qualità del manufatto, la data della confezione nel cantiere di prefabbricazione ed il tempo di stagionatura. Durante la stagionatura i manufatti dovranno essere costantemente inumiditi in modo di ritardare la presa.

La posa in opera dei manufatti dovrà avvenire almeno dopo 30 giorni di stagionatura effettuata come sopra prescritto e solo dopo l'accettazione degli stessi.

10.7 Canalizzazione in materiale metallico

Il sistema di canali in materiale metallico ed accessori, sarà destinato al contenimento di cavi di distribuzione energia /dati e strutturato in specifica forma e dimensione secondo le diverse tipologie installative ed esigenze operative.

Sarà realizzata in lamiera di acciaio inox AISI 304 con lo spessore del coil non inferiore a 15/10 mm per garantire l'inattaccabilità della stessa dagli agenti atmosferici normali ed eventualmente corrosivi. I componenti costituenti il sistema di canalizzazione dovranno riportare in maniera chiaramente leggibile ed indelebile almeno le seguenti indicazioni:

Nome del costruttore; Tipologia di canale; Marchio IMQ;

Grado di protezione

Saranno fornite in elementi modulari nelle taglie da 1 a 6 metri complete di elementi di giunzione e bulloneria a testa arrotondata in acciaio inox AISI 304. L'altezza minima del bordo dovrà essere di 70 mm, mentre la larghezza potrà variare da 100 a 500 mm in conformità alle indicazioni di progetto.

Il sistema di canalizzazione dovrà garantire la smontabilità dei coperchi e relativi accessori mediante l'uso di attrezzo, conformemente alle misure di protezione espresse nella norma CEI 64-8. Dovrà essere in grado di garantire una adeguata resistenza meccanica in particolare agli urti e le sollecitazioni derivanti dal tipo di applicazione.

I componenti costituenti la canalizzazione dovranno essere realizzati in modo tale da eliminare totalmente le "bave" di tranciatura e garantire la massima sicurezza per i cavi in esso contenuti nonché per l'operatore in fase di montaggio.

Il sistema dovrà essere completo di giunzioni in grado di ripristinare e garantire nel tempo la continuità elettrica propria della canalizzazione.

Le passerelle saranno fornite complete di staffe, giunti, pezzi speciali e mensole di sostegno di tipo regolabile in altezza costruite con lamiera di acciaio inox AISI 304 con spessore adeguato all'entità dei pesi installati all'interno del canale. I sistemi di assemblaggio ed i loro accessori dovranno essere forniti completi di bulloneria in numero totale da soddisfare, con il massimo carico ammissibile, la seguente formula:

$$f < D/300$$

dove: f = freccia, D = interdistanza tra due punti di fissaggio consecutivi

Il sistema di fissaggio all'interno della galleria dovrà essere dimensionato per un carico pulsante che, oltre al fenomeno della trazione, consideri anche la presenza delle vibrazioni dovute ai mezzi in transito.

Il dimensionamento dei tasselli dovrà essere eseguito in base al peso della struttura del sistema di canali attrezzato delle linee in cavo e delle apparecchiature corredate degli accessori di dotazione, maggiorato di un coefficiente di sicurezza non inferiore a 2.

Il sistema di fissaggio alla volta dovrà essere realizzato in acciaio austenico con percentuale di cromo non inferiore al 18% e del 12% di nichel in modo da favorire una naturale passivazione propria delle materie inossidabili.

Riferimenti Normativi: CEI 23-31

10.8 Cassetta di derivazione stagne in materiale metallico

La cassetta di derivazione dovrà essere utilizzata nelle aree con pericolo di incendio allo scopo di proteggere i conduttori, facilitare l'infilaggio dei cavi, variare la direzione di percorrenza dei tubi, alloggiare morsetti di derivazione etc.

Sarà completamente realizzata in metallo in esecuzione EEx-d, Gruppo IIC, con alta resistenza agli agenti atmosferici e chimici e filettatura degli imbocchi tipo UNI 6125.

Il coperchio sarà fissato al corpo mediante viti in acciaio inossidabile e dovrà riportare la scritta "Non aprire sotto tensione" in rilievo di fusione. Il fondo della cassetta, nel caso di contenimento di componentistica elettrica (morsettiere, ecc...) sarà predisposto di apposite sedi necessarie al fissaggio. In relazione agli elaborati progettuali, la cassetta potrà essere dotata di due, tre o quattro imbocchi filettati.

10.9 Cassette di derivazione corpi illuminanti per galleria

Dovranno essere costruite in metallo e soddisfare le seguenti caratteristiche:

isolamento contro i contatti accidentali, grado di protezione IP65, elevate caratteristiche dielettriche in presenza di tensioni di esercizio non superiori a 400V;

elevata resistenza meccanica e elevata resistenza agli agenti atmosferici e chimici; certificata da un ente certificatore accreditato per la garanzia di funzionalità per almeno

90° a 850°C secondo la norma EN50362.

Saranno inoltre complete di morsettiera di derivazione in porcellana adeguata alla sezione dei cavi di linea riportata negli elaborati grafici allegati e di presa 2x16A+T IP65 per il collegamento rapido del corpo illuminante.

11. APPARECCHI ILLUMINANTI

11.1 Apparecchi illuminanti fluorescenti per ambienti

Il corpo e il diffusore dell'apparecchiatura saranno realizzate in materiale plastico infrangibile autoestinguento (policarbonato) stabilizzati ai raggi UV, antingiallimento. Il diffusore dovrà essere realizzato in esecuzione antiabbagliamento, fissato al corpo con dispositivi anticaduta. Tutti i rivestimenti meccanici ed elettrici dovranno garantire una classe 1 (uno) di reazione al fuoco.

Tutti I corpi illuminanti dovranno essere dotati delle seguenti tipologie di cablaggio: Lampada LED; equipaggiamento a basse perdite; cavi non propaganti l'incendio; morsettiera con adeguata capacità di connessione; fusibile di protezione / sezionamento; temperatura ambiente di funzionamento da -5°C a +25°C.

11.2 Apparecchi per illuminazione d'emergenza

L'apparecchiatura predisposta per il funzionamento non permanente (solo in condizioni di emergenza), sarà completa di circuito elettronico a microprocessore, integrato nel cablaggio della plafoniera stessa, in grado di automatizzare la procedura di controllo. Il sistema effettuerà l'autodiagnosi in maniera autonoma direttamente sul posto e sarà in grado di svolgere i seguenti test:

- Verifica presenza rete di alimentazione; Stato del tubo fluorescente;
- Verifica dell'autonomia di batteria;
- Verifica funzionale del circuito elettronico a bordo;
- Possibilità di inibire il funzionamento in emergenza per manutenzione dell'impianto

Tutte le condizioni anomale di funzionamento verranno differenziate per tipologia e saranno segnalate da LED luminosi facilmente visibili dal manutentore. La cadenza con cui il microprocessore effettuerà l'autodiagnosi, sarà impostata direttamente dal costruttore seguendo precisi criteri che garantiscano l'affidabilità del sistema nelle condizioni di installazione.

Nel caso di apparecchiature rispondenti alle prescrizioni del D.L. 626/94, il tempo di ricarica completa dell'accumulatore/i sarà contenuto entro le 12 ore.

Se previsto sugli elaborati progettuali l'apparecchiatura potrà essere dotata di pittogramma con indicazioni di sicurezza, emergenza o segnalazione.

11.3 Apparecchi illuminanti per galleria

Dovranno essere di tipo stagno con grado di protezione IP66 adatti per contenere lampade a LED con le potenze indicate a progetto.

Dovranno essere forniti completi di portalampade E40 dotato di dispositivo per la variazione del punto di fuoco della parabola ed essere cablati in classe I o II (in accordo con le cassette e prese di collegamento rapido scelte per l'impianto).

Gli accessori elettrici di dotazione dovranno essere installati all'interno dell'apparecchio illuminante in un apposito scomparto segregato o in cassetta addizionale vincolata al corpo illuminante avente grado di protezione non inferiore a IP55

Il cablaggio degli accessori elettrici nel caso siano previsti interni alla cassetta dovrà essere nella stessa classe individuata per i apparecchi illuminanti.

Le lampade dovranno essere a LED con le seguenti caratteristiche minime:

- durata di vita media 50.000 ore
- emissione non inferiore a: lampada al LED; potenza 53 W, flusso luminoso = 5.600 lumen;
- lampada al LED potenza 180 W, flusso luminoso = 33000 lumen;
- lampada al LED potenza 268 W, flusso luminoso = 49.000 lumen;
- rispondenza alle norme CEI 34/24.

11.4 Apparecchi illuminanti per illuminazione viabilità di accesso e di svincolo

Gli organi illuminanti di viabilità principale e delle rampe di accesso negli svincoli dovranno essere di potenza diversa in relazione alla sezione stradale ed al diverso valore di livello di illuminamento assegnato dal progetto per le singole viabilità su cui insisteranno i nuovi punti luce.

Le armature stradali con attacco a testa palo per illuminazione delle piste di svincolo di raccordo con la viabilità locale di accesso dovranno essere esteticamente piacevoli a cromia eventualmente differenziata per illuminazione della viabilità principale e di quella di svincolo o rotatoria, così da costituire un riferimento ottico di direzione, avere elevate caratteristiche fotometriche certificate da IMQ, rispondere ai criteri di sicurezza operativa richiesti da ENEC, essere adatte per l'alloggiamento di lampade LED con potenza pari a 198 W.

Dovranno essere costruite con corpo in lega leggera di Al con grado di protezione IP66 sia per il corpo lampada che per il vano di alloggiamento degli accessori elettrici interni, raccordo in fusione con collare per montaggio orizzontale a testa palo o su punta sbraccio con diametro di testa compreso tra 48 e 60mm, riflettore interno in alluminio purissimo 99,99% brillantato ed ossidato anodicamente e rifrattore in vetro temperato, per una distribuzione preordinata del flusso luminoso ottemperando alla norma UNI 10819 per il contenimento della dispersione del flusso luminoso verso l'alto.

Pali di supporto per illuminazione viabilità di accesso e di svincolo

I pali di supporto dovranno essere realizzati da lamiera Fe 430 UNI EN 10025 a sezione circolare diritto o curvo a stelo conico con le seguenti caratteristiche meccaniche seguenti:

Palo conico diritto

È il palo da adottare ove è prevista la posa del corpo illuminante a testa palo.

- altezza totale variabile fino a 10,80m (attacco verticale a testa palo d. 60mm);
- altezza fuori terra fino a 10m;
- diametro di base fino a 168mm
- spessore non inferiore a 3,6mm
- zincato e verniciato in epossidico grigio.

Palo conico diritto con sbraccio

È il palo da adottare ove è prevista la posa del corpo illuminante su sbraccio e del palo su basamenti, staffe a quote variabili o su piastre con tirafondi.

- altezza totale variabile fino a 10,80m (attacco verticale a testa palo d. 60mm);
- altezza fuori terra fino a 10m;
- diametro di base fino a 168mm
- spessore non inferiore a 3,6mm
- zincato e verniciato in epossidico grigio.

I pali saranno zincati a caldo in conformità alle norme CEI 7-6 ed VII 1978 fasc. 239 con apporto di materiale protettivo non inferiore a 100 micron, saranno bitumati internamente per la loro totale lunghezza mentre lo saranno esternamente solo per tutta la loro parte infissa.

I pali dovranno essere lavorati in fabbrica per l'alloggiamento degli accessori elettrici e dei sistemi di ancoraggio prima del trattamento di superficie di zincatura e della verniciatura esterna o del trattamento superficiale esterno di finitura.

Dovranno essere corredati di attacco filettato per il collegamento all'impianto di terra; essere verniciati esternamente con n° 2 strati di vernice epossidica adatta per atmosfere chimicamente aggressive, di spessore complessivo di 70 micron nei colori indicati dall'Ente appaltante ed avere, in corrispondenza della sezione di incastro, un rinforzo protettivo esterno a base di materiale plastico applicato con processo a caldo termorestringente.

Per i pali ubicati su viadotti o in sommità di manufatti ed opere d'arte in calcestruzzo, prima del ciclo di verniciatura terminale, dovrà essere modificato il sistema di ancoraggio per infissione con un attacco diretto mediante l'impiego di tirafondi a bloccaggio chimico preventivamente infissi sulla struttura muraria associati a piastra in acciaio zincato a caldo spessore 100/10 mm comprendente un foro centrale per l'ingresso cavi alla morsettiera ed alla lampada; eventuale rinforzo piastra con fazzoletti di ancoraggio del palo elettrosaldati al fusto di altezza non inferiore a 1/25 della lunghezza palo; ripristino completo delle lavorazioni eseguite e verniciatura esterna; Bloccaggio del palo con bulloni diam. da 16 a 24 mm in acciaio inox AISI 316L completi di rondelle a serraggio bloccato.

La stessa finitura deve essere adottata per i pali posati su staffe metalliche a parete o su muri di sostegno ed accorciati alla base.

Le armature stradali adottate saranno tutte dello stesso modello e costruttore con attacco idoneo sia all'applicazione a testa palo che per applicazione su sbraccio e dovranno essere esteticamente gradevoli a sagoma sottile ed affusolata e poco invasive.

Basamenti per pali di supporto per illuminazione viabilità

Per i pali di supporto illuminazione stradale dovranno essere realizzati basamenti interrati od ancorati a parete con piastre verticali di fissaggio o su muri ed opere d'arte con staffe portanti un tubo verticale di lunghezza pari all'incastro necessario per i pali a sezione circolare dritti o curvi, a stelo conico, con le caratteristiche meccaniche seguenti:

Basamenti in cls

Per il supporto dei pali su terreno naturale o banchina dovranno essere realizzati basamenti interrati in calcestruzzo eventualmente leggermente armato gettato con cassaforma superficiale e dotato di foro verticale per una profondità di circa 0,80m e di tubo orizzontale per l'ingresso cavi all'asola del palo. In alternativa su terreni stabili compatti può essere impiegato un basamento prefabbricato incorporante il foro verticale, il raccordo orizzontale ed il pozzetto di transito dei cavidotti e dei cavi di impianto; per stabilità dovrà essere eseguita una platea di appoggio in magrone di cls con spessore di circa 20cm.

Le forme previste per le fondazioni in cls sono rilevabili dai disegni degli impianti di illuminazione degli imbocchi di monte e di valle nell'ambito dei quali devono essere impiegate.

I basamenti devono essere corredati di relazione di calcolo della stabilità nelle condizioni effettive di posa.

Basamenti in acciaio a piastra per applicazione a parete

Per il supporto dei pali su pareti verticali od inclinate (in progetto sono previste inclinazioni di circa 6°) di muri o di opere in cemento armato dovranno essere realizzati basamenti in acciaio a piastra per l'applicazione a calcestruzzo armato naturale o rivestito od a pietra a vista con tasselli meccanici ad espansione o con tasselli chimici e barre filettate. Ogni piastra sarà dotata di un cilindro verticale per l'incastro del palo per la lunghezza necessaria, con due terne di bulloni di registrazione della verticalità dello stelo e blocco della rotazione; la staffa a piastra sarà zincata a bagno caldo dopo le lavorazioni.

Le forme previste per le staffe a piastra in acciaio sono rilevabili dai disegni degli impianti di illuminazione degli imbocchi di monte e di valle nell'ambito dei quali devono essere impiegate.

I basamenti devono essere corredati di relazione di calcolo della stabilità meccanica nelle condizioni effettive di posa.

Basamenti in acciaio a staffa per applicazione su muro od opera d'arte

Per il supporto dei pali su ripiani orizzontali di cordoli di muri o pareti verticali od inclinate (in progetto sono previste inclinazioni di circa 6°) o di altre opere in cemento armato dovranno essere realizzati basamenti in acciaio a staffa con piastre per l'applicazione a calcestruzzo armato naturale o rivestito od a pietra a vista con tasselli meccanici ad espansione o con tasselli chimici e barre filettate. Ogni staffa sarà dotata di un cilindro verticale per l'incastro del palo per la lunghezza necessaria, con due terne di bulloni di registrazione della verticalità dello stelo e blocco della rotazione; la staffa a piastre sarà zincata a bagno caldo dopo le lavorazioni.

Le forme previste per le staffe a piastre in acciaio sono rilevabili dai disegni degli impianti di illuminazione degli imbocchi di monte e di valle nell'ambito dei quali devono essere impiegate.

In particolare per l'applicazione dei pali su opera d'arte ove sono realizzate apposite mensole (viadotto) si dovranno adottare sostegni con piastra di base da applicare, come già descritto, su tirafondi collegati all'armatura del calcestruzzo, mediante coppie di bulloni di registrazione e controdadi autobloccanti per ciascun tirante.

I basamenti devono essere corredati di relazione di calcolo della stabilità meccanica nelle condizioni effettive di posa.

11.4 Collaudo del sistema

La procedura di collaudo deve consentire la valutazione delle prestazioni del sistema tecnologico. Le indicazioni fornite sono relative alla sicurezza del sistema in condizioni di esercizio ed in condizioni di emergenza.

Il sistema di illuminazione dei percorsi d'esodo, delle vie di fuga e dei luoghi sicuri deve essere collaudato al fine di verificare l'illuminamento minimo e medio fornito dal sistema. L'illuminazione dei percorsi di esodo è verificata anche in presenza di fumi.

Le attività di collaudo saranno realizzate in contraddittorio con la Direzione Lavori con oneri ed eventuali opere provvisoriale a carico dell'Appaltatore.

12. SISTEMA DI REGOLAZIONE DEL FLUSSO LUMINOSO

12.1 Sonde fotoelettriche

Saranno costituiti da un complesso di strumentazioni di rilevamento e di apparecchiature di attuazione in grado di regolare il livello di illuminamento degli imbocchi in funzione del valore di luminanza esterna.

La stazione di rilevamento esterna sarà costituita da:

- una sonda fotosensibile tarata sui parametri di sensibilità spettrale dell'occhio umano;
- un convertitore analogico atto ad elaborare la grandezza fisica misurata in un segnale elettrico.

La stazione sarà contenuta entro custodia stagna IP65 adatta per l'installazione all'aperto con la sonda fotosensibile alloggiata entro dispositivo ottico a cannocchiale.

La stazione genera un segnale amperometrico, di intensità variabile comparabile al valore di luminanza esterna, che viene elaborato dal sistema di supervisione centralizzata per l'emissione di un segnale analogico di tipo voltmetrico in grado di pilotare i regolatori del flusso luminoso dei circuiti di rinforzo e di illuminazione permanente.

La stazione dovrà garantire le seguenti prestazioni:

- | | |
|---|---------------------------|
| • Campo di misura luminanza | 0-5000 cd/mm ² |
| • Segnale di misura | 0-20mA / 4-20 mA |
| • Campo di taratura fondo scala uscita in corrente | 70-130% |
| • Tempo di risposta | 10 s |
| • Stabilità rispetto alla tensione ausiliaria (10%) | 2,5% |
| • Stabilità rispetto alla temperatura (-10°+55°C) | 5% |
| • Tipo di elemento fotosensibile | silicio |
| • Picco della risposta spettrale | 570 nm |

12.2 Regolatori del flusso luminoso

Il regolatore automatico dovrà permettere di alimentare, in variazione di potenza, l'illuminazione di rinforzo in ingresso delle gallerie. In particolare dovrà assicurare le seguenti funzioni:

- la stabilizzazione della rete di alimentazione alle lampade entro un campo di valori compreso tra
- $\pm 1,5\%$ del valore nominale della tensione d'impianto;
- l'accensione automatica anche in presenza di valori di tensione ridotti rispetto al valore nominale fino a 205V;
- la variazione automatica della potenza che permetta di adeguare la tensione di uscita fino a 170V con differenti funzioni caratteristiche per le variazioni crescenti e decrescenti dei valori di tensione sulla base dei livelli di illuminamento preimpostati (e quindi regolazione del flusso luminoso in modo continuo dal 50% al 100% e viceversa);

I regolatori saranno completamente allo stato solido, progettati per ottenere un rendimento superiore al 99% con dimensioni e pesi ridotti rispetto ai tradizionali sistemi di regolazione di flusso elettromeccanici. Il principio di funzionamento sarà quello del taglio di fase sul II° e sul IV° quadrante, ovvero nella fase in cui la semionda positiva scende e nella fase in cui la semionda negativa sale.

Questo processo di controllo della potenza attuato da dispositivi MOS-FET ad altissimo rendimento, offre notevoli vantaggi come la diminuzione dei disturbi indotti sulla linea, la possibilità di adoperare condensatori di rifasamento a valle del regolatore, l'eliminazione di sovratensioni sull'uscita che causano il precoce invecchiamento della lampada.

Un sistema di lettura della corrente permette di proteggere il regolatore dai cortocircuiti sull'uscita e di regolare la parzializzazione in funzione del valore efficace della tensione alle lampade, portando al minimo la variazione repentina di luminosità dovuta ad improvvise variazioni di tensione.

I regolatori dovranno garantire le seguenti prestazioni:

• Alimentazione	230V \pm 15%
• Frequenza	50Hz
• Range di regolazione	da 170V alla tensione di alim.
• Stabilizzazione tensione di uscita	1%
• Velocità di stabilizzazione	50V/Sec.
• Carico minimo	0% carico nominale
• Rendimento	>99%
• Classe di isolamento	Classe I
• Emissione EMC	EN61000-6-2
• Immunità EMC	EN61000-6-3
• Temperatura di funzionamento	-10°C a +45°C
• Umidità	90% senza condensa
• Altitudine	2000 m s.l.m.

I regolatori potranno essere pilotabili con segnali analogici di riferimento o mediante connessione diretta al sistema di supervisione centralizzata con linea RS232/422.

Il regolatore dovrà essere fornito con una propria carpenteria in modo da poterlo inserire all'interno dell'edificio di cabina in sala apparati. Oltre alle protezioni e sezionamenti di ingresso sarà dotato di interruttori magnetotermici o magnetotermici differenziali secondo le indicazioni progettuali.

12.3 Interruttore crepuscolare per inserzione diretta

L'unità esterna fotoelettrica dovrà essere montata entro custodia stagna trasparente con calotta colorata per la ottimizzazione delle prestazioni fotometriche, dovrà avere un collegamento bipolare mediante connettore con attacco filettato in esecuzione stagna per l'attacco del conduttore elettrico.

L'unità di amplificazione dovrà essere conforme per caratteristiche operative ai sottoelencati parametri:

- tensione di alimentazione ausiliaria 220 V frequenza 50 Hz
- tensione di isolamento 2 kV per 1 min
- contatti di lavoro 1 NC, 5A, 220V, cosfi 0,5
- consumo 10 VA
- stabilizzazione del segnale -20%+10% della tensione ritardo di trasduzione < a 20s
- regolazione della soglia di intervento tra 1 e 30 lux

13. MATERIALI PER IMPIANTI DI TERRA DELLE CABINE ELETTRICHE

All'interno di ognuna delle cabine elettriche dovrà essere realizzato un unico impianto di messa a terra per la protezione contro i contatti indiretti con quantità e disposizione come da elaborati grafici.

Tale impianto dovrà essere dimensionato in modo che, con la corrente di guasto prevista, non si verifichino all'interno dell'impianto tensioni di contatto e di passo superiori ai valori fissati dalla norma CEI in relazione al tempo di intervento delle protezioni.

La distribuzione dell'impianto dovrà partire da un collettore o nodo di terra costituito da una piastra in rame di dimensioni 500x80x8 mm e collegato ai dispersori verticali e orizzontali.

I dispersori verticali sono costituiti da spandenti in acciaio zincato di lunghezza 1,5 m e posti entro pozzetti ispezionabili ubicati all'interno dei piazzali di cabina ed in corrispondenza delle spalle dei viadotti.

I dispersori orizzontali sono costituiti da corda di rame nudo sez. 35 mm² interrata ad una profondità non inferiore a 0,5 mt. ed interconnessa con i dispersori verticali.

Tutte le masse metalliche quali: rotaie, box trasformatori, carpenterie quadri, tubazioni metalliche, canali, serramenti etc. e comunque tutte quelle strutture suscettibili di introdurre il potenziale di terra o altri potenziali dovranno essere messe a terra.

Tale impianto dovrà essere costituito da un piatto di rame dim. 50x5 mm fissato a parete lungo tutto il perimetro della cabina, al quale dovranno essere connesse tutte le strutture quali sopra mediante conduttori aventi sezioni minime di 2,5 mm² se con protezione meccanica, 4 mm² senza protezione meccanica.

Nel sottopavimento in cabina dovrà essere realizzata una maglia elettrosaldata in tondo di acciaio zincato diam. 8 mm con punti di fuoriuscita lungo il perimetro di cabina e comunque sempre nei vertici del locale, punti che verranno connessi con l'impianto di terra generale.

Tutte le giunzioni fra gli elementi del dispersore e fra questi e il conduttore di terra dovranno essere realizzate con morsetti a compressione o con morsetti a bullone aventi superfici di contatto di almeno 200 mm² e bulloni di diametro non inferiore a 10 mm.

14. CABINA ELETTRICA PREFABBRICATA

Il manufatto sarà costituito da una struttura monolitica auto-portante completamente realizzata e rifinita nello stabilimento di produzione. Dovrà presentare una notevole rigidità strutturale ed una grande resistenza agli agenti esterni atmosferici che lo rendono adatto all'uso anche in ambienti marini o con atmosfera inquinata ed aggressiva.

L'armatura interna del prefabbricato totalmente collegata elettricamente, dovrà creare una vera gabbia di Faraday tale da proteggere tutto il sistema da sovratensioni atmosferiche limitando inoltre, a valori trascurabili, gli effetti delle tensioni di passo e di contatto. L'armatura metallica sarà costituita da acciaio e rete elettrosaldata tipo Feb 44k c. (kg/cmq. > 2600).

Le caratteristiche di resistenza del manufatto ne dovranno rendere idonea la posa anche in zone sismiche di 1^a Categoria (S = 12) fino ad una altitudine di 1.500 m. s.l.m. secondo le prescrizioni previste dal D.M. LL.PP. 16/01/1996.

Le pareti esterne prive di qualsiasi giunzione, dovranno essere trattate con un rivestimento murale plastico idrorepellente costituito da resine sintetiche pregiate, polvere di quarzo, ossidi coloranti ed additivi che garantiscono il perfetto ancoraggio sul manufatto, inalterabilità del colore e stabilità agli sbalzi di temperatura.

L'elemento di copertura sarà provvisto di un manto impermeabilizzante costituito da una guaina bituminosa elastomerica, applicata a caldo, con spessore minimo di 3 mm. ricoperta da scaglie di ardesia con funzione protettiva e riflettente dei raggi solari.

La struttura, secondo quanto disposto dall'Art. 9 della Legge 05.11.1971 e dal punto 1.4.1 del D.M. LL.PP. 03.12.1987, sarà realizzata in SERIE DICHIARATA e copia dell'avvenuto deposito della documentazione presso il Ministero dei Lavori Pubblici sarà fornito a richiesta.

Il manufatto sarà conforme alle seguenti Leggi e disposizioni:

- Legge 5 novembre 1971 n. 1086
- Legge 2 febbraio 1974 n. 64
- D.M. 03.12.1987 (Norme per costruzioni prefabbricate)
- Decreto Antinfortunistico D.P.R. 547/55
- D.M. LL.PP. 09 Gennaio 1996
- D.M. LL.PP. 16 Gennaio 1996 (Norme Zona Sismica)
- D.M. LL.PP. 16 Gennaio 1996 (Norme carichi e sovraccarichi)
- Tabelle omologazione ENEL
- Specifica ENEL DK 5600

Per l'installazione e la posa in opera della struttura, a richiesta, saranno forniti i calcoli di progetto del prefabbricato. I calcoli eventualmente forniti dovranno corrispondere a quelli depositati presso il Ministero dei Lavori Pubblici per la produzione in serie dichiarata, con validità triennale.

Ogni prefabbricato sarà accompagnato da Certificato di Origine con il riferimento agli estremi di deposito MIN. LL.PP. di cui sopra. Il manufatto sarà dotato di una targa di identificazione con lo schema di sollevamento.

Il prefabbricato sarà dotato di

- n. 03 porta a due ante in vetroresina di cm. 120x215 unificata ENEL (Tab. DS 919) di cui due munite di serratura a spillo cifratura ENEL (Tab. DS 988);

- n. 04 griglie di aerazione in vetroresina di cm. 120x50 unificate Enel (Tab. DS 927) complete di rete antinsetto;
- impianto elettrico di illuminazione del locale ENEL conforme alle prescrizioni Enel DG 10061 e composto dai seguenti elementi: plafoniera con lampada da 100W/220 V (IP 54) e combinato interruttore e fusibile (2 A);
- rete di messa a terra interna conforme alle caratteristiche e prescrizioni ENEL - Capitolato DG 2061;
- tinteggiatura interna con pitture a base di resine sintetiche di colore bianco, ed esterna con rivestimento murale idrorepellente al quarzo (RAL 1011 da confermare);
- impermeabilizzazione della copertura con guaina bituminosa ardesiata applicata a caldo. serie di inserti filettati nelle pareti interne come da Capitolato Enel;
- rete di messa a terra esterna costituita da n. 4 dispersori in acciaio di cm. 150 collegati tra loro e verso la cabina con corda di rame nudo della sez. di 35 mmq.
- basamento prefabbricato a "vasca" omologato enel, completo di fori a rottura prestabilita per il passaggio dei cavi.

14.1 Impianti di illuminazione

Norme e leggi di riferimento

Gli impianti sono realizzati in ogni loro parte e nel loro insieme in conformità alle leggi, norme, prescrizioni, regolamentazioni e raccomandazioni emanate dagli enti, agenti in campo nazionale e locale, preposti dalla legge al controllo ed alla sorveglianza della regolarità della loro esecuzione:

- Normative ISPESL, ASL e ARPA;
- Leggi e decreti;
- Disposizioni dei vigili del fuoco di qualsiasi tipo;
- Norme CEI;
- Norme UNI;

Regolamento e prescrizioni Comunali relative alla zona di realizzazione dell'opera.

Se esplicitamente richiesto o nei casi in cui la normativa nazionale risulti lacunosa, saranno utilizzati standard di riferimento riconosciuti su scala internazionale quali per esempio VDE, NFPA ecc. In particolare verrà rispettato quanto elencato alle voci seguenti, compresi successivi aggiornamenti e/o integrazioni anche se non specificati.

Ad integrazione ed ulteriore ripetizione rispetto a quanto prescritto nei documenti sopra indicati, ricordiamo il costante riferimento alla legislazione e normativa tecnica vigente, con particolare considerazione di quanto di seguito indicato (dove applicabile):

- DPR n.° 303 del 19/03/56	Norme generali per l'igiene del lavoro
- DPR n.° 689 del 26/05/59	Determinazione delle aziende e lavorazioni soggette, ai fini della prevenzione degli incendi, al controllo del comando del corpo dei Vigili del fuoco.
- DM del 27/09/65	Determinazione delle attività soggette alle visite di prevenzione incendi
- DPR n.° 822 del 11/07/67	Riconoscimento della personalità giuridica del Comitato Elettrotecnico Italiano (C.E.I.)
- Legge n.° 186 del 01/03/68	Disposizioni concernenti la produzione dei materiali, apparecchiature e impianti elettrici ed elettronici
- Legge n.° 791 del 18/10/77	Attuazione delle direttive inerenti le garanzie di sicurezza sugli impianti
- DM del 16/02/82	Modificazioni del DM 27/09/65, concernente la determinazione delle attività soggette alle visite di prevenzione incendi
- DM 37/08 del 22/01/2008	Regolamento recante riordino delle disposizioni in materia di attività d'installazione degli impianti interni agli edifici.

- DL n° 81 del 09/04/08 Attuazione dell'art. 1 della Legge 3 agosto 2007, n° 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro
- DL n° 106 del 03/08/09 Disposizioni integrative e correttive al decreto legislativo 09 aprile 2008, n° 81, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro
- Guida CEI 0-2 Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici
- Norme CEI 11-25 Calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti trifasi a corrente alternata
- Norme CEI 0-16 Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti AT e MT delle imprese distributrici di energia elettrica
- Norme CEI 11-1 Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata
- Norme CEI 11-17 Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo
- Norme CEI 11-18 Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Dimensionamento degli impianti in relazione alle tensioni
- Norme CEI 11-25 Calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti trifasi a corrente alternata
- Norme CEI 11-35 Guida all'esecuzione delle cabine elettriche d'utente. Impianti di Produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica. Dimensionamento degli impianti in relazione alle tensioni
- Norme CEI 17-13/1..4 Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri B.T.)
- Norme CEI 20-38 CEI UNEL 35310 EN 50575:2014 + EN 50575/A1:2016 Cavi con Isolamento in HEPR di qualità G17 non superiore a 450/750 V
- Norme CEI 20-13 CEI 20-38 pqa IEC 60502-1 CEI UNEL 35324 -35328-35016 EN 50575:2014 + EN 50575/A1:2016 Cavi isolati con gomma non propagante l'incendio e a basso sviluppo di fumi o gas tossici e corrosivi. Parte 1: tensione nominale non superiore a 0.6/1 KV
- Norme CEI 20-40 Guida per l'uso dei cavi a bassa tensione
- Norme CEI 20-45 Cavi resistenti al fuoco con mescola elastomerica con tensione nominale U0/U non superiore a 0.6/1 KV
- Norme CEI 23-9 Apparecchi di comando non automatici per installazione fissa per uso domestico o similare.
- Norme CEI 23-51 Prescrizione per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di Distribuzione per installazioni fisse per uso domestico o similare
- Norme CEI 34-21 Apparecchi di illuminazione – Parte 1: prescrizioni generali e prove
- Norme CEI 34-22 Apparecchi di illuminazione – Parte 2: prescrizioni particolari. Apparecchi di emergenza
- Norme CEI 64-8/1 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua
Parte 1– Oggetto, scopo e principi fondamentali
- Norme CEI 64-8/2 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua
- Norme CEI 64-8/3 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua
- Norme CEI 64-8/4 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua
- Norme CEI 64-8/5 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua
- Norme CEI 64-8/6 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua
- Norme CEI 64-8/7 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua
- Norme CEI 64-8 V1 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua Variante
- Guida CEI 64-14 Guida alle verifiche degli impianti elettrici utilizzatori
- UNI 11630 – 2016 Luce e illuminazione – criteri per la stesura del progetto illuminotecnico;

- UNI 11095 – luce e illuminazione – Illuminazione delle gallerie stradali;
- UNI 11248 – 2016 Illuminazione stradale – selezione delle categorie illuminotecniche;
- UNI EN 13201 – 2 2016 Illuminazione stradale - Parte 2: Requisiti prestazionali;
- UNI EN 13201 – 3 2016 Illuminazione stradale - Parte 3: calcolo delle prestazioni;
- UNI EN 13201 – 4 2016 Illuminazione stradale - Parte 4: metodo di misurazione delle prestazioni fotometriche;
- UNI EN 13201 – 5 2016 Illuminazione stradale - Parte 5: Indicatori delle prestazioni energetiche;
- Regolamento CPR UE 305/11 per cavi introdotti sul mercato dal 1° luglio 2017

Per quanto riguarda la realizzazione della cabina esterna, essa, deve rispondere anche alle seguenti Leggi:

- Legge 5 novembre 1971 n°1086
- D.M. 27 luglio 1985
- Circolare M.LL.PP. del 30 giugno n°20244 (Parte C)
- Circolare consiglio superiore dei lavori pubblici n°6090 (Punto 4.6)
- D.M. 24 gennaio 1986
- D.M. 12 febbraio 1982 (Norme carichi e sovraccarichi)

Inoltre, dovranno essere osservate tutte quelle norme non espressamente elencate, ma che contribuiscono alla perfetta realizzazione degli impianti eseguite alla regola d'arte.