



Città di Castel Maggiore (Bologna)

3° Settore LL.PP. e Ambiente
Servizio Lavori Pubblici
Tel. 051/63.86.749 - Fax 051/63.86.800
lavori.pubblici@comune.castel-maggiore.bo.it
comune.castelmaggiore@cert.provincia.bo.it

PROGETTO ESECUTIVO REALIZZAZIONE POLO SICUREZZA IN VIA NERUDA - VIA UNGARETTI

<i>Progettista architettonico:</i>	Masiello Ing. Nicola	<i>Collaboratori:</i>	Capone Ing. Carmine Calanca P.I.E. Simonetta Alboni P.A. Gilberto Tolomelli Ing. j. Claudio
<i>Progettista e D.L. strutture:</i>	Giovannini Ing. Paolo sgLab s.a.s. - Bologna	<i>Collaboratori:</i>	Dalmonte Ing. Cristian sgLab s.a.s. - Bologna
<i>Progettista e D.L. imp. elettrici:</i>	Rivizzigno P.I. Niccola studio Rivizzigno - Forlì	<i>Collaboratori:</i>	Piamonti Per. Ind. Alessio
<i>Progettista e D.L. imp. meccanici:</i>	Rivizzigno P.I. Niccola studio Rivizzigno - Forlì	<i>Collaboratori:</i>	Bacalu Per. Ind. Jan
<i>Coord. sicurezza progettazione:</i>	Masiello Ing. Nicola		
<i>RUP:</i>	Campana Geom. Lucia		

Oggetto:

RELAZIONE GENERALE

Scala: /

Data: gennaio 2017

Rev 01

Elaborato n.:

IE-RG

INDICE DEI PARAGRAFI:

1) GENERALITÀ	3
2) OGGETTO	3
3) DATI DI PROGETTO	4
3.1) Descrizione dell'edificio e della destinazione d'uso	4
3.2) Prestazioni richieste	4
3.3) Condizioni ambientali e vincoli da rispettare	7
3.4) Dati delle alimentazioni elettriche	7
3.5) Equipaggiamenti richiesti	7
4) RISPONDE A NORMATIVE E LEGGI VIGENTI	12
5) GENERALITÀ	14
6) CARICHI ELETTRICI	14
6.1) Forza motrice	15
6.2) Illuminazione	15
6.2.1) Correnti d'inserzione dei diversi tipi di lampade	16
7) CARATTERISTICHE IMPIANTO	16
7.1) Cavi elettrici	16
Report Tratta	19
TRATTA QCAPP-QAPP	20
Criterio della massima caduta di tensione ammissibile	21
Scelta/Verifica della sezione	22
CONDIZIONI DI VALIDITA'	22
Report Tratta	24
TRATTA QCCAR-QCAR	25
Criterio della massima caduta di tensione ammissibile	26
Scelta/Verifica della sezione	27
CONDIZIONI DI VALIDITA'	27
Report Tratta	29
TRATTA QCFOR-QFOR	30
Criterio della massima caduta di tensione ammissibile	31
Scelta/Verifica della sezione	32
CONDIZIONI DI VALIDITA'	32
Report Tratta	34
TRATTA QCCOC-QCOC	35
Criterio della massima caduta di tensione ammissibile	36
Scelta/Verifica della sezione	37
CONDIZIONI DI VALIDITA'	37
7.2) Dispositivi di protezione contro le sovracorrenti e corto circuiti	49
7.3) Sistemi di contenimento e supporto	52
7.4) Distribuzione all'esterno	53
7.5) Distribuzione all'interno	54
7.6) Punti di comando e segnalazione	54
7.7) Prese a spina	54
7.8) illuminazione interna	54
7.9) illuminazione esterna	55
7.10) Illuminazione di emergenza	55
7.11) Fonti energetiche rinnovabili (impianto fotovoltaico)	56
7.12) Segregazioni	56
8) IMPIANTI SPECIALI	57
8.1) Impianti elettrici per locali fruibili da persone con mobilità ridotta	57

8.2) Impianto di allarme bagni disabili	57
8.3) Impianto di rivelazione incendi	57
8.4) Impianto videocitofonico.....	57
8.5) Impianto telefonico e distribuzione dati	57
9) IMPIANTO DI PROTEZIONE	58
9.1) Collegamenti equipotenziali	58
10) IMPIANTO DI MESSA A TERRA	59
10.1) Dimensioni minime degli elementi dispersori intenzionali.....	59
10.2) Dimensioni minime dei conduttori di terra	59
10.3) Dimensioni minime dei conduttori di protezione	60
10.4) Tipologia di impianto che si realizzerà	60
11) VERIFICHE STRUTTURALI	

1) GENERALITÀ

Il presente documento è una relazione tecnica di progetto definitivo ed è parte integrante della documentazione di progetto.

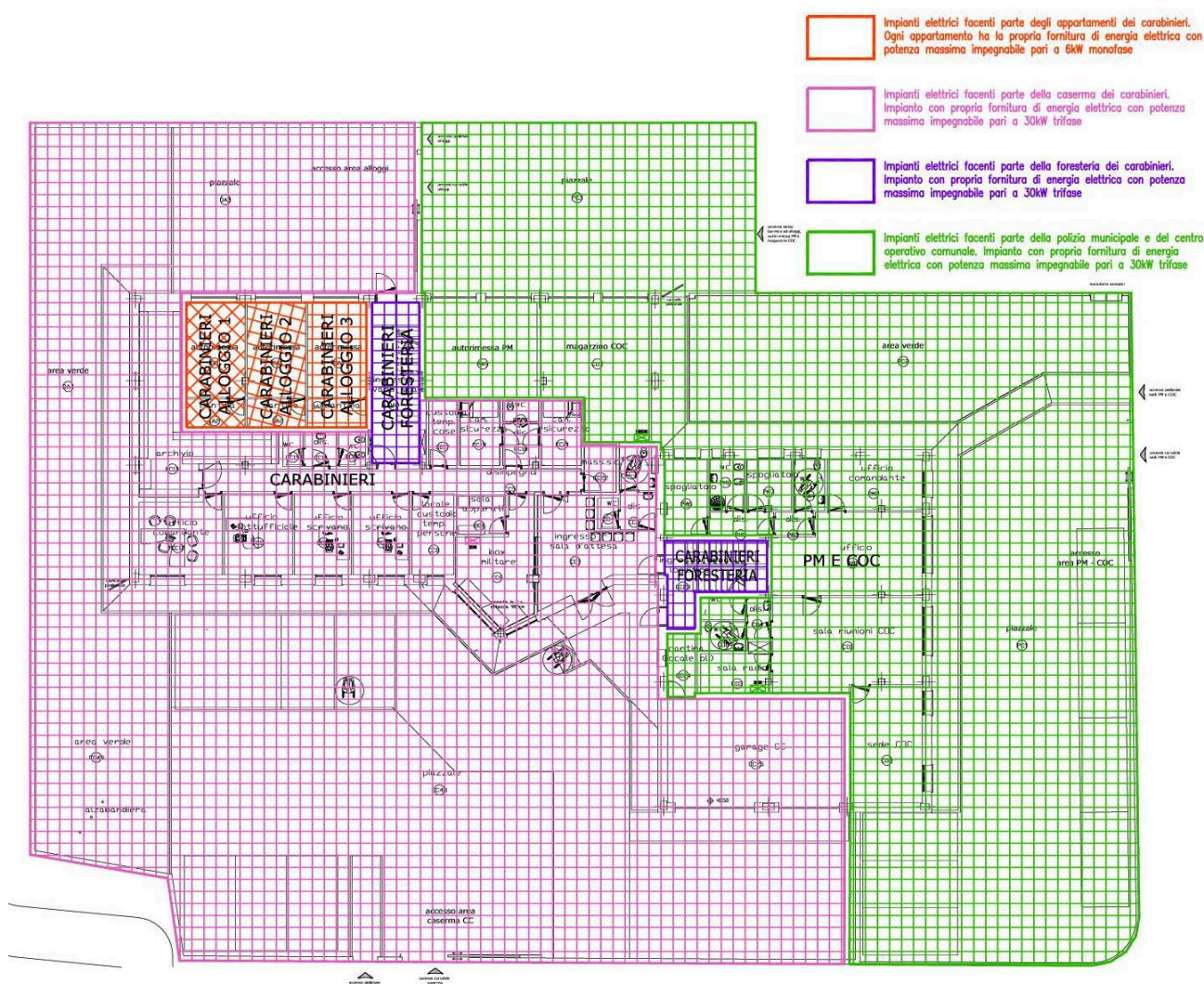
Scopo del presente documento è la definizione e la quantificazione degli impianti elettrici a servizio dell'immobile considerato.

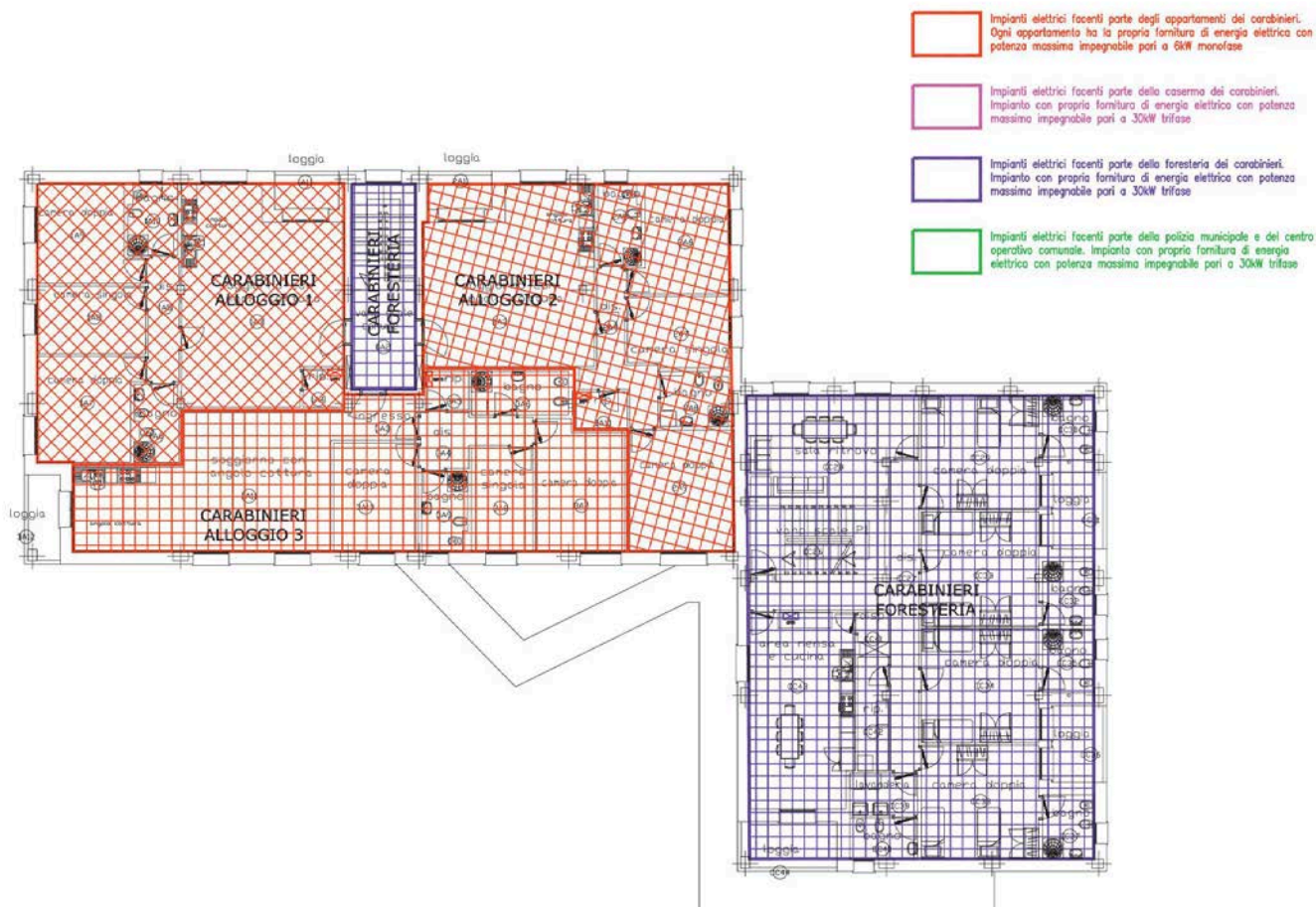
2) OGGETTO

L'edificio in oggetto è ubicato in Via P. Neruda – Castel Maggiore – Bologna.

L'edificio consta in un fabbricato pluriservizio adibito come di seguito descritto:

- Il piano terra sarà suddiviso in parte ad uso caserma dei carabinieri ed in parte ad uffici della polizia municipale e centro operativo comunale. Al piano terra saranno inoltre presenti i garage degli alloggi dei carabinieri.
- Il piano primo sarà suddiviso in parte ad alloggi dei carabinieri ed in parte a foresteria dei carabinieri





3) DATI DI PROGETTO

3.1) Descrizione dell'edificio e della destinazione d'uso

L'edificio è costituito da una struttura portante in cemento armato o in muratura, quindi in materiali non combustibili.

L'edificio è soggetto a progettazione impiantistica poiché presenta una superficie maggiore di 200 m²

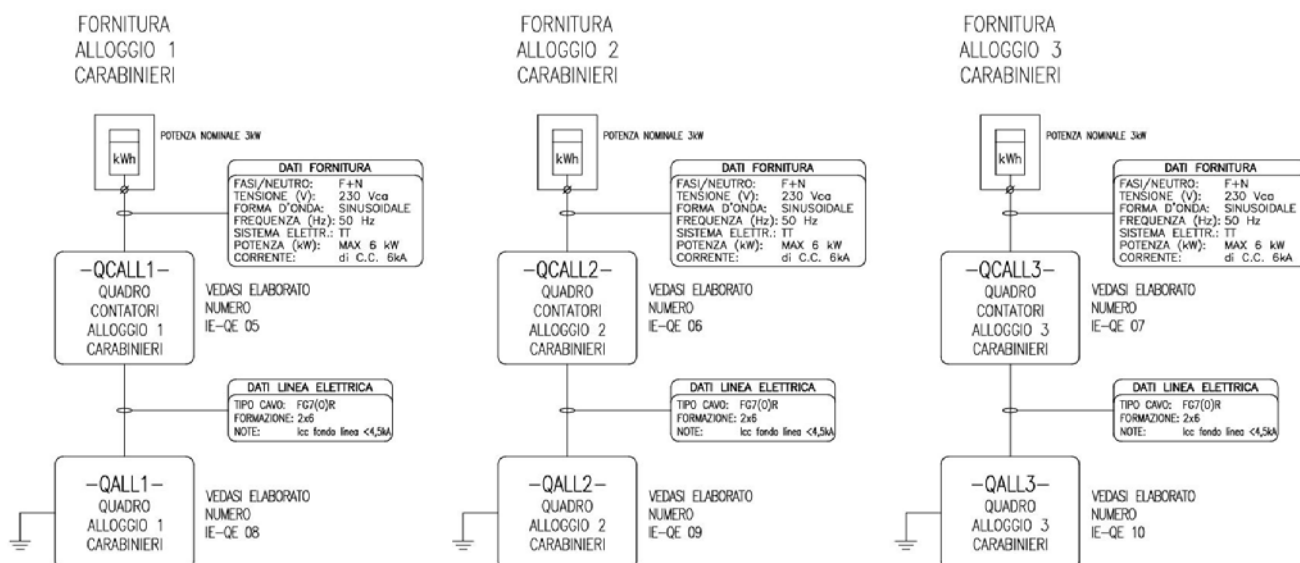
3.2) Prestazioni richieste

L'impianto è dimensionato per alimentare tutti i carichi elettrici previsti tenendo conto del fattore di contemporaneità, e presenta suddivisioni in modo da permettere una continuità di servizio anche in caso di guasto. Tutte le scelte che sono state effettuate garantiscono una flessibilità soddisfacente.

Tutti gli accorgimenti presi sono finalizzati sia all'economicità dell'impianto, nonché alla facile manutenzione ed eventuale ampliamento. Si è tenuto in particolare considerazione per la scelta delle apparecchiature in modo da garantire un'adeguata longevità dell'impianto stesso, parametrizzando dove è possibile e dove opportuno la vita dei componenti. Nell'oggetto è visibile, oltre alla suddivisione impiantistica, anche la potenza prevista per ogni zona. Per maggiori dettagli vedasi la relazione specialistica al paragrafo "dati del sistema di alimentazione". Si rappresenta quanto segue:

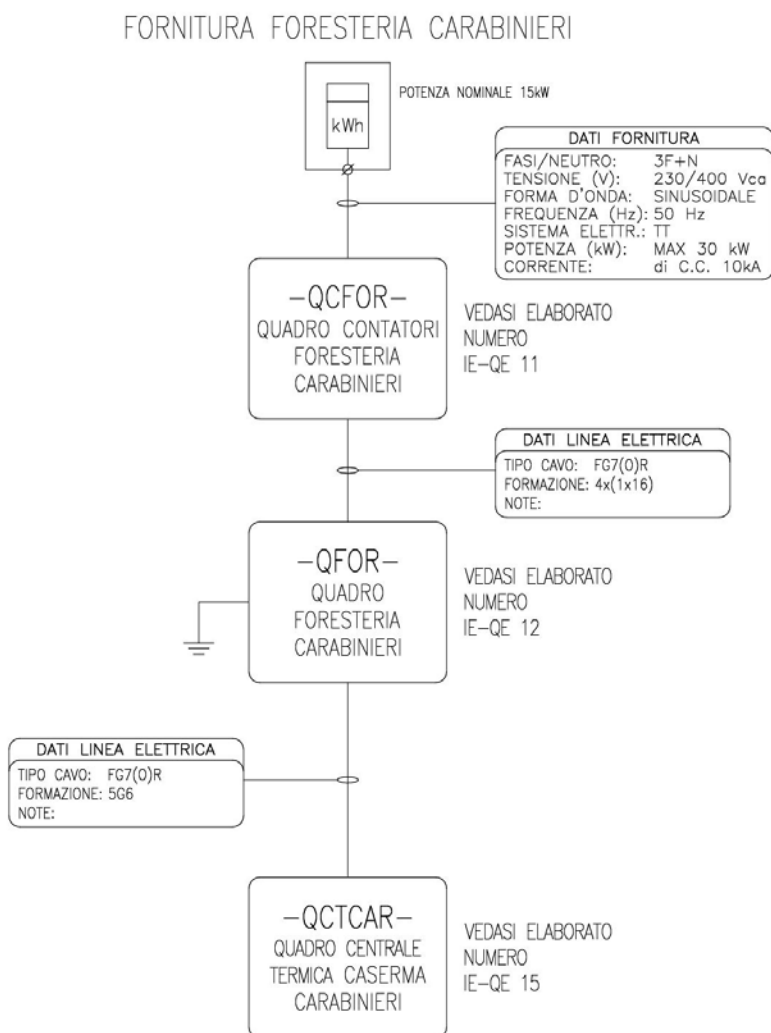
Alloggi: la potenza necessaria è quella tipica di un appartamento di tipo civile, quindi sarebbe sufficiente una fornitura di **3kW**. L'impianto è già predisposto per una fornitura monofase fino a 6kW (in tal caso si prescrive di raddoppiare la linea di alimentazione al fine di contenere la caduta di tensione ai livelli consigliati dalla normativa, ovvero inferiore al 4% a fondo linea).

Nel successivo schema a blocchi viene meglio esplicitato quanto sopra indicato.



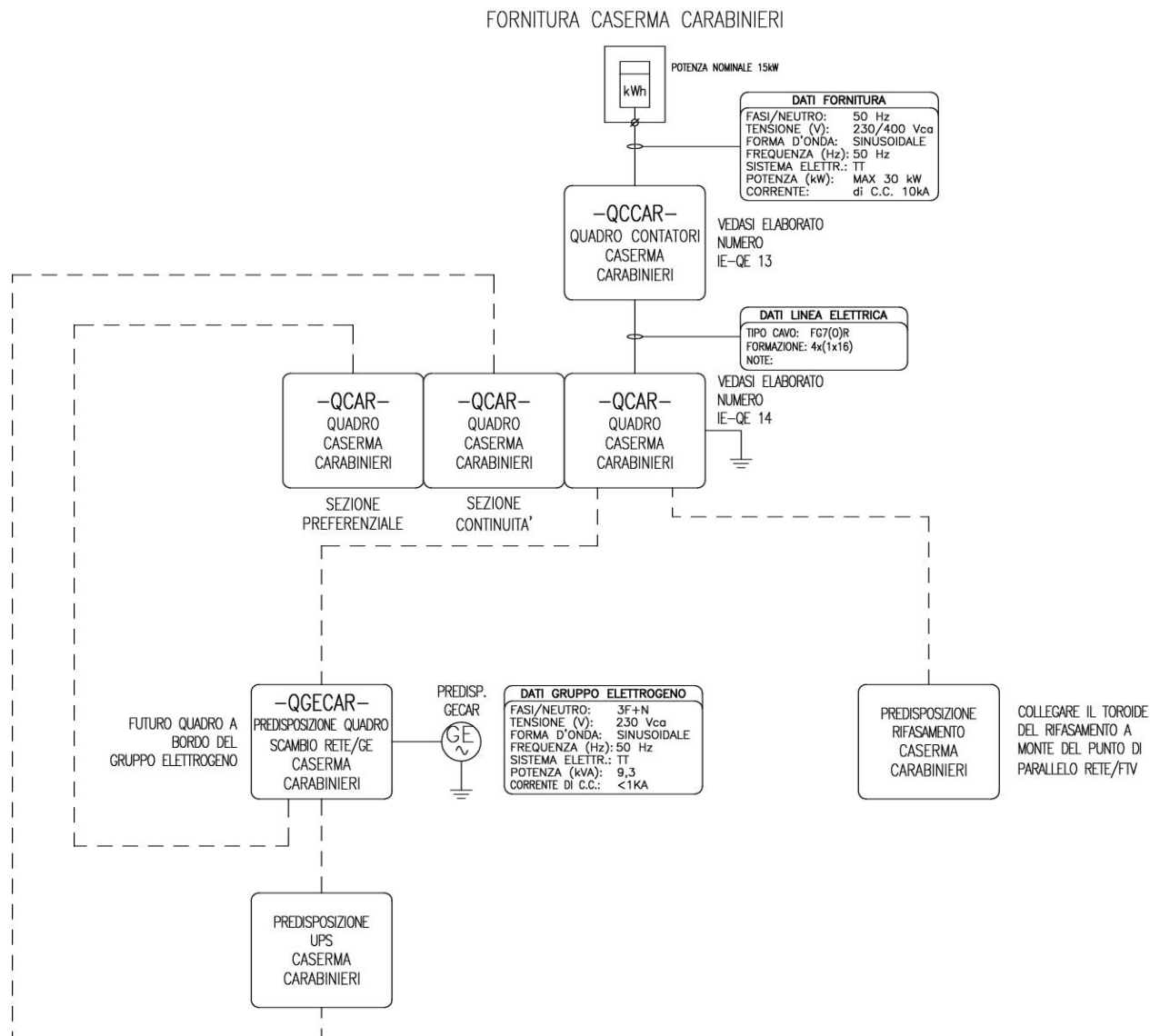
Foresteria carabinieri: la potenza necessaria è di circa **15kW** tuttavia, visto l'esiguo costo per avere a disposizione una potenza maggiore, si è scelto di predisporre l'impianto per renderlo idoneo fino ad una potenza di 30kW.

Nel successivo schema a blocchi viene meglio esplicitato quanto sopra indicato.



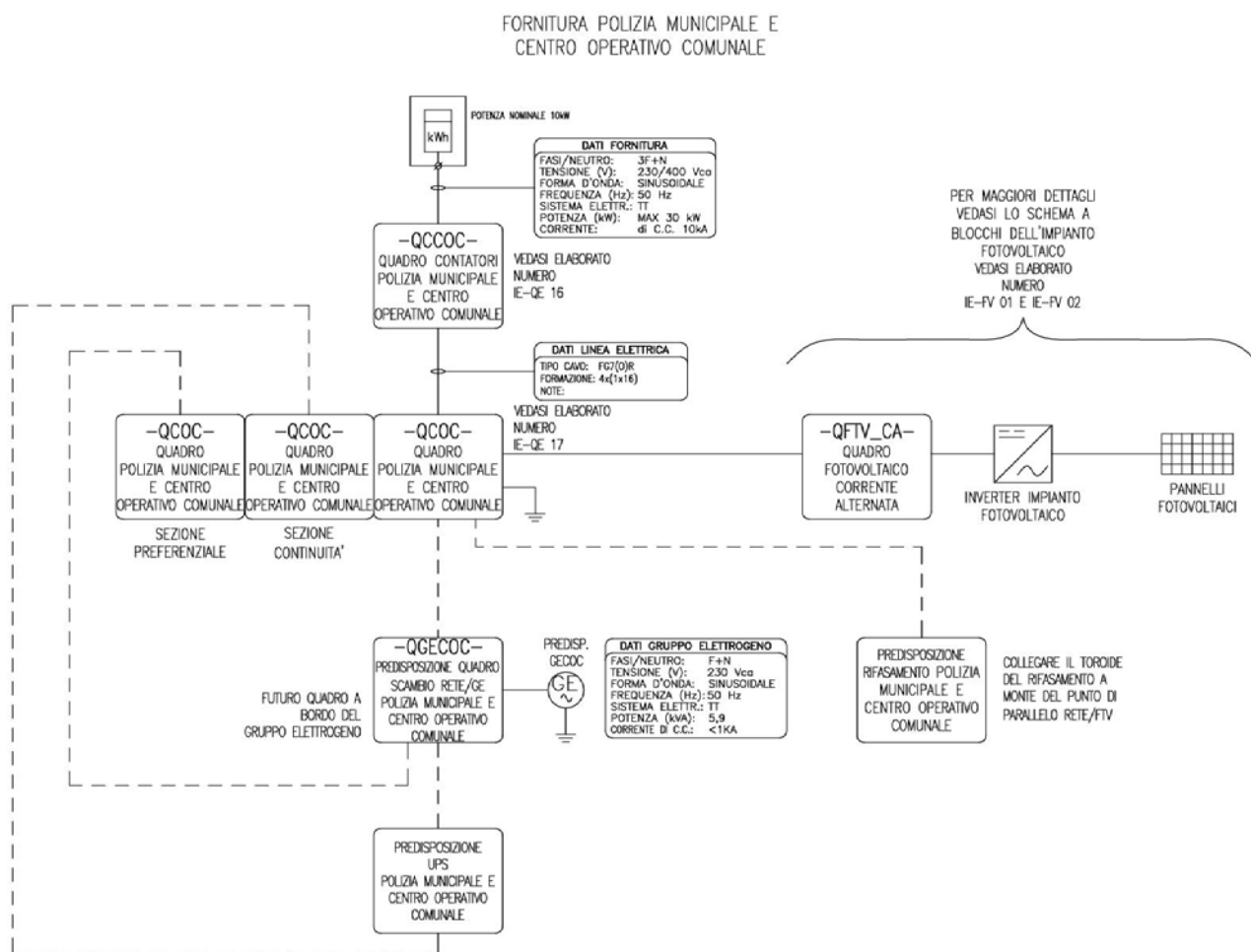
Caserma carabinieri: vale quanto detto per la foresteria, ovvero potenza impiegata **15kW**, potenza massima impegnabile 30kW.

Nel successivo schema a blocchi viene meglio esplicitato quanto sovra indicato.



Centro operativo comunale: la potenza necessaria è leggermente inferiore rispetto alla foresteria con una potenza stimata di circa **10kW**, tuttavia si predisporrà anche in questo caso, un impianto con potenza impegnabile fino a 30kW. Sulla presente fornitura sarà connesso l'impianto fotovoltaico. Per una maggior definizione dell'impianto fotovoltaico si rimanda alla al paragrafo "fonti energetiche rinnovabili" della presente relazione.

Nel successivo schema a blocchi viene meglio esplicitato quanto sovra indicato.



3.3) Condizioni ambientali e vincoli da rispettare

L'interno potrebbe essere utilizzato da persone portatori di handicap, quindi tutte le soluzioni dovranno tenere conto di questo dato, anche se non si presentano vincoli normativi che richiedano particolari scelte normative, in particolare gli apparecchi di comando, interruttori, ecc. devono essere scelti con dimensioni tali da renderli facilmente individuabili e devono essere installati ad un'altezza dal pavimento tale da tenere conto delle norme per l'eliminazione delle barriere architettoniche.

Le canalizzazioni previste sono, dove opportuno, sovradimensionate in modo da permettere un facile ampliamento dell'impianto stesso.

3.4) Dati delle alimentazioni elettriche

L'edificio in oggetto preleva energia dai punti di consegna ente distributore (ENEL) a valle degli strumenti di misura in sistema monofase o trifase TT bassa tensione 230/400V Frequenza nominale $F=50\text{Hz}$. Non sarà necessario prevedere una cabina di trasformazione MT/BT. Le forniture di energia elettrica saranno con contatore di tipo "limitato" ovvero in grado di erogare una potenza fino al 10% maggiore della nominale, prima di limitarla.

3.5) Equipaggiamenti richiesti

Oltre alle esigenze normative, saranno rispettati i seguenti requisiti per la caserma dei carabinieri:

Impianto di alimentazione di emergenza

In caso di mancata fornitura di energia da parte dell'azienda distributrice bisognerà garantire l'alimentazione alle "utenze privilegiate" per mezzo di un gruppo elettrogeno ad avviamento automatico (solo predisposto), in grado di raggiungere la potenza di regime (circa 7kW, tenendo conto che il gruppo dovrà essere dimensionato con una riserva di potenza del 30% di quella risultante dai calcoli per le

utenze sottoelencate, previsto di motore diesel, la cui potenza dovrà essere pari al 120% della potenza necessaria assorbita dall'albero dell'alternatore) nel tempo massimo di 30 sec.

Le utenze privilegiate a cui collegare il generatore sono:

- Box militare di servizio alla caserma;
- Uffici;
- Atrio;
- Sala d'attesa;
- Camere di sicurezza;
- Servizio igienico annesso;
- Apparato radio;
- Armeria;
- Cucina;
- Mensa;
- Corridoi e scale della caserma;
- Scale alloggi
- Illuminazione esterna notturna;
- Sistemi di allarme;
- Impianto di diffusione sonora;
- Impianto di portiere, cancelli e citofoni elettrico;
- Impianto di rilevazione incendi;
- Impianti di ascensori;
- Sistemi di apertura di porte e cancelli;
- Illuminazione integrativa di tutti gli accessi alla recinzione perimetrale

Impianti elettrici

1. Utenze: .

si dovrà prevedere la realizzazione di circuiti o gruppi di circuiti indipendenti per l'alimentazione delle seguenti utenze:

- caserma, aree asservite e recinzione;
- alloggi di servizio e zone condominiali asservite con esclusione dell'illuminazione perimetrale del fabbricato e della recinzione; .

2. Centrale elettrica, quadro elettrico generale e quadri elettrici:

Nella centrale elettrica andrà previsto un impianto di rifasamento.

Il quadro elettrico generale della caserma congloberà anche i contatori e gli interruttori di tutti i circuiti della caserma stessa.

Saranno realizzati quadri di zona che conterranno le apparecchiature di protezione dei circuiti zionali.

3. Circuiti:

I circuiti di alimentazione del complesso dovranno essere separati per utenza normale e privilegiata in modo da assicurare, in ogni caso, l'alimentazione alle utenze privilegiate. L'alimentazione deve essere distribuita alle utenze mediante apposito quadro, con interruttore generale, da ubicare nel locale apparati. Linee autonome dovranno anche alimentare i sistemi di allarme.

L'impianto elettrico dei locali delle centrali termiche a gas, gruppo elettrogeno, armeria ed autorimessa dovrà essere di tipo antideflagrante.

4. Tubi, scatole e cassette di derivazione, cavi, prese di corrente e sorgenti luminose:

Per qualsiasi tipo di destinazione dei locali, i circuiti dovranno essere previsti con installazione incassata sottotraccia o sotto pavimento.

Le tubazioni, realizzate in materiale plastico pesante con opportuno carico di prova allo schiacciamento, dovranno essere opportunamente sovradimensionate rispetto alle necessità iniziali per consentire l'eventuale futuro inserimento di ulteriori cavi.

All'esterno della caserma dovranno essere installate prese di corrente esclusivamente del tipo stagno con custodie in materiale plastico pesante infrangibile.

Le sorgenti luminose interne alla caserma saranno del tipo a Led.

A completamento di quanto di specifica competenza della sezione Telematica si forniscono le seguenti indicazioni:

- per qualsiasi tipo di destinazione dei locali, i circuiti dovranno essere previsti con installazione incassata sottotraccia o sottopavimento;
- le tubazioni realizzate in materiale plastico pesante con opportuno carico di prova allo schiacciamento, dovranno essere opportunamente sovradimensionate rispetto alle necessità iniziali per consentire l'eventuale inserimento di ulteriori cavi, o la collocazione di predisposizioni interne libere;
- nell'impianto elettrico dovranno essere installate le prese tipo "P40" (multiuso);
- ad anello, sopra le aperture fino al piano rialzato compreso, per l'eventuale sistema d'allarme; della rete LAN (cablaggio strutturato) e telematico;
- televisivo centralizzato per la sala convegno, mensa e camerate per militari celibi;
- di rilevatore di fuga dei gas per la mensa.
- all'esterno della caserma dovranno essere installate prese di corrente esclusivamente del tipo stagno con custodie in materiale plastico pesante infrangibile;
- le sorgenti luminose interne alla caserma saranno del tipo a LED, ubicate a soffitto, centrate e distanziate in modo da garantire i requisiti illuminotecnici previsti dalla norma UNI EN 12464-1:
-
- le lampade delle camere di sicurezza saranno ubicate nelle asole realizzate nelle tamponature sopra le porte delle camere stesse;
- l'illuminazione dei locali deposito artifici e di materiali infiammabili, deve essere del tipo antiesplorazione;
- nei Locali destinati ad armerie dovrà escludersi l'installazione di prese di corrente, ad eccezione del locale per la manutenzione delle armi ove si predisporranno prese a tenuta stagna;
- Sull'ingresso principale della caserma saranno installate:
- Un'insegna luminosa e una targa in marmo.
- L'illuminazione di entrambi gli elementi sopradescritti dovrà essere attivata da interruttore inserito nella centrale comandi o "consolle" del box militare di servizio.

Impianti telefonia

La caserma sarà dotata di un impianto telefonico, con centrale ubicata nel locale apparati che farà capo ad un centralino inserito nella consolle della centrale operativa.

L'impianto sarà fornito e posto in opera dai componenti dell'Arma dei Carabinieri.

Allo scopo dovranno essere installate, in tutti i locali ed alloggi, ad eccezione di magazzini, di ripostigli, località carico e scarico armi, camere di sicurezza e servizi igienici, mensa e locali tecnici, idonee tubazioni in materiale plastico per l'inserimento dei cavi per le utenze telefoniche.

Gli alloggi di servizio dovranno essere predisposti per l'allacciamento di impianti telefonici provati.

Impianti trasmissioni

L'antenna radio da installare sul tetto dovrà essere predisposta tenendo presente l'esigenza di collocare un palo in ferro zincato (che verrà fornito dal Comando Regione CC) delle dimensioni di un tubo "innocenti" con altezza di metri 3 per l'inserimento dell'antenna radio.

In corrispondenza del palo dovrà essere prevista la discesa lineare (priva di gomiti e con il percorso più breve) di un tubo in geberit 6/8 cm. con termine nel locale dove verranno posizionati gli apparati radio (box militare di servizio);

Impianti di diffusione Sonora

Il militare di servizio alla caserma potrà comunicare:

- -direttamente con il pubblico ospitato nella sala d'attesa mediante impianto elettroacustico di adeguata potenza;
- -con il pubblico transitante nell'atrio ingresso- mediante impianto parla-ascolta bicanale di adeguata potenza;
-

All'interno di ciascuna camera di sicurezza dovrà essere installato, incassato a parete, un pulsante di chiamata, del tipo anti sabotabile, funzionante a bassa tensione.

Detto impianto sarà completato da segnalatori acustico-luminosi (con possibilità di esclusione di quello acustico) collocati nelle piccole consolle dell'ufficio del comandante della stazione e dell'ufficio scrivani della stazione e nella centrale box del militare di servizio, con dispositivo di commutazione della segnalazione di chiamata ubicato nella consolle dell'ufficio del comandante - della stazione.

Impianto TV centralizzato

Nella realizzazione dell'impianto le caratteristiche dell'antenna dovranno essere tali da garantire un funzionamento esente da riflessioni, influenze e disturbi.

- Le prese d'antenna dovranno essere installate nei seguenti locali:
- Sala TV;
- Locale rappresentanza;
- Camere militari celibi;
- Alloggi di servizio.
-

Dovrà essere prevista, altresì, l'installazione di una parabola con decoder centralizzato.

Impianto di rilevazione incendi

L'impianto sarà costituito da una centralina di allarme con mappa luminosa e delle zone protette ed ubicata nel box del militare di servizio alla caserma.

Saranno installati, un numero opportuno, rilevatori termo velocimetri per il controllo della cucina; rilevatori ottici di fumo per il controllo di archivi e magazzini, delle armerie delle centrali termiche.

Negli spazi frequentati da personale e nei corridoi in cui non si intende l'impianto automatico di rilevazione di antincendio, ed a completamento dell'impianto stesso, verranno installati pulsanti manuali a rottura di vetro in un numero sufficiente ed idoneamente posizionati e protetti.

Impianto di antintrusione

E' necessario prevedere un impianto antintrusione con sensori volumetrici infrarosso da installare nell'ambito di tutti i locali della sede con centralina da collocare presso il box del militare di servizio alla caserma.

Impianto di videosorveglianza

Pur non essendo obbligatorio è auspicabile la sua installazione o l'eventuale predisposizione interna/esterna, prevedendo un compatibile numero di telecamere tenendo comunque presente la possibilità di successiva implementazione dell'impianto.

Sala d'attesa per il pubblico

La porta dello stesso servizio igienico deve essere elettrocomandata dal box del piantone.

Camere di sicurezza

L'illuminazione delle stesse deve avvenire in modo indiretto e quindi nella parte più alta della parete verrà posizionato un telaio in ferro con incassato un vetro antisfondamento o vetro mattone, dietro il quale apporre la lampada il cui interruttore è posto nel corridoio

Nello stesso va installato un allarme acustico, realizzato con pulsante a "fungo" di colore rosso, attestato al box del militare di servizio ed escludibile nonché al corridoio delle camerate e non escludibile.

All'interno delle camere di sicurezza deve essere realizzato un sistema di allarme acustico a bassa tensione, con pulsante anti sabotabile complanare alla parete e prossimo alla branda attestato al box del militare di servizio alla caserma:

Alloggi di servizio

Per gli alloggi, con ingresso separato da quello della caserma, sarà predisposto il videocitofono.

3.6) Realizzazioni e predisposizioni

Il presente progetto contempla sia impianti completi, sia le sole predisposizioni di altri impianti. Tali scelte sono legate alla scarsa disponibilità economica per la realizzazione dell'opera.

La seguente descrizione riassume lo stato attuale delle realizzazioni/predisposizioni:

	CASERMA CARABINIERI	FORESTERIA CARABINIERI	N° 3ALLOGGI CARABINIERI	PM+COC
IMPIANTO TELEFONICO	SOLO PREDISPOSIZIONE (1)	SOLO PREDISPOSIZIONE	SOLO PREDISPOSIZIONE	SOLO PREDISPOSIZIONE (2)
IMPIANTO RETE DATI	COMPLETO	SOLO PREDISPOSIZIONE	SOLO PREDISPOSIZIONE	COMPLETO
IMPIANTO TV	NON PREVISTO	COMPLETO	COMPLETO	PREVISTA UNA PRESA TV NELLA SEDE COC
IMPIANTO TV SAT	NON PREVISTO	NON PREVISTO	COMPLETO	NON PREVISTO
IMPIANTO CITO FONICO	COMPLETO	SOLO PREDISPOSIZIONE	SOLO PREDISPOSIZIONE	SOLO PREDISPOSIZIONE
IMPIANTO VIDEOCITOFONO	NON PREVISTO	SOLO PREDISPOSIZIONE	SOLO PREDISPOSIZIONE	SOLO PREDISPOSIZIONE
IMPIANTO ANTINTRUSIONE	COMPLETO	SOLO PREDISPOSIZIONE	SOLO PREDISPOSIZIONE	COMPLETO
IMPIANTO ILLUMINAZIONE INTERNA	COMPLETO	SOLO PUNTI LUCE (3)	SOLO PUNTI LUCE (3)	COMPLETO
IMPIANTO ILLUMINAZIONE ESTERNA	SOLO PUNTI LUCE	SOLO PUNTI LUCE	SOLO PUNTI LUCE	SOLO PUNTI LUCE
IMPIANTO ILLUMINAZIONE DI SICUREZZA	COMPLETO	COMPLETO	COMPLETO	COMPLETO
IMPIANTO FORZA MOTRICE (PRESE)	COMPLETO	COMPLETO	COMPLETO	COMPLETO
IMPIANTO FORZA MOTRICE (CONDIZIONAMENTO)	COMPLETO	SOLO PREDISPOSIZIONE	SOLO PREDISPOSIZIONE	COMPLETO
IMPIANTO VIDEOSORVEGLIANZA TVCC	SOLO PREDISPOSIZIONI	NON PREVISTO	NON PREVISTO	SOLO PREDISPOSIZIONI
IMPIANTO DI MESSA A TERRA ED EQUIPOTENZIALE	COMPLETO	COMPLETO	COMPLETO	COMPLETO
GRUPPO ELETTROGENO	SOLO PREDISPOSIZIONE	NON PREVISTO	NON PREVISTO	SOLO PREDISPOSIZIONE
GRUPPO DI CONTINUITA'	SOLO PREDISPOSIZIONE	NON PREVISTO	NON PREVISTO	SOLO PREDISPOSIZIONE
RIFASAMENTO	SOLO PREDISPOSIZIONE	NON PREVISTO	NON PREVISTO	SOLO PREDISPOSIZIONE
IMPIANTO RIVELAZIONE INCENDI	COMPLETO	SOLO PREDISPOSIZIONE	SOLO PREDISPOSIZIONE	COMPLETO
PUNTO PREDISPOSIZIONE FIBRA OTTICA INGRESSO EDIFICIO	COMPLETO	NON PREVISTO	NON PREVISTO	COMPLETO
IMPIANTO ANTENNA RADIO	SOLO PREDISPOSIZIONE	NON PREVISTO	NON PREVISTO	SOLO PREDISPOSIZIONE

NOTE:

- 1) L'impianto telefonico, fornito dall'Arma dei Carabinieri, è predisposto per essere esercito tramite la rete del cablaggio strutturato
- 2) Impianto telefonico predisposto per collegamento tramite tecnologia Voip
- 3) Esclusi gli apparecchi di illuminazione. Sono compresi solo nei garage e nei locali tecnologici

4) RISPONDENZA A NORMATIVE E LEGGI VIGENTI

Gli impianti e tutti i componenti elettrici installati dovranno essere realizzati a regola d'arte in osservanza a quanto dettato dalle Leggi 186/68 e dal Decreto 22/1/08 n. 37. In particolare tutti i componenti e i materiali utilizzati per adeguare l'impianto dovranno essere forniti di Marcatura CE quando previsto, o comunque certificati a catalogo dal costruttore. Gli stessi devono presentare caratteristiche d'idoneità all'ambiente d'installazione ed essere conformi alle Norme di Legge e ai Regolamenti vigenti di uso generale, in particolare, se pur non esaustivo:

- alle prescrizioni dei VV.FF. e delle autorità locali;
- alle prescrizioni e indicazioni ENEL per quanto di sua competenza nei punti di consegna;
- alle prescrizioni e indicazioni TELECOM;
- alle prescrizioni e indicazioni ALS o ARPA locali;
- alle disposizioni di legge e norme CEI e UNI;
- ai regolamenti e le prescrizioni comunali;
- alle prescrizioni di collaudo dell'Istituto Italiano del Marchio di Qualità per i materiali per i quali è previsto il controllo e il contrassegno IMQ;
- CEI 0-2: Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici;
- CEI 0-16: Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle Imprese distributrici di energia elettrica;
- CEI 0-21: Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi in BT;
- CEI 17-117 (CEI EN 61439/1) Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione regole generali (Quadri BT). Andranno indicate le varie sezioni: 17-117/2 quadri di potenza; CEI 17-117/3 Quadri di distribuzione destinati ad essere manovrati da persone comuni; CEI 17-117/4 Quadri di cantiere; CEI 17-117/5 Quadri di distribuzione per reti pubbliche; CEI 17-117/6 Condotti sbarre; CEI 17-117 quadri per applicazioni particolari, quali i campeggi, darsene, supermercati, per carica batterie dei veicoli elettrici ecc.; successive numerazioni sono ad oggi in fase di redazione in ambito internazionale;
- CEI 20-22 fasc. 1025/1987 e varianti, prova dei cavi non propaganti l'incendio;
- CEI 23-51: Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare;
- Norme CEI del comitato 31 tra cui: 30, 33, 35, 35A, 52, 66, 67, 68 relative al pericolo d'esplosione;
- CEI 64-8: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua;
- CEI 64-12: Guida per l'esecuzione degli impianti di terra negli edifici per uso residenziale e terziario;
- CEI EN 62305: Protezione contro i fulmini (compreso CEI 81-29 e 81-30);
- CEI 99-2 Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata;
- CEI 99-3 Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in corrente alternata;
- UNI 1838 Illuminazione di emergenza;
- UNI 11222 Impianti di illuminazione di sicurezza negli edifici;
- UNI 12464-1 Illuminotecnica – Illuminazione di interni con luce artificiale;
- UNI 12464-2 Illuminotecnica – Illuminazione di esterni con luce artificiale;
- Legge 13/07/1966 n° 615: Provvedimenti contro l'inquinamento atmosferico e successivi regolamenti di esecuzione;
- Legge 01/03/1968 n° 186: Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazione di impianti elettrici ed elettronici;

- Legge 18/10/1977 n° 791: Attuazione delle direttive del consiglio delle Comunità Europea relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione; Dlgs 25/11/1996 n° 626 e s.m.i.;
- DPR 27/4/1978 e s.m.i: Eliminazione barriere architettoniche;
- Direttiva 2014/30/UE, Direttiva Europea sulla compatibilità elettromagnetica;
- Direttiva 2014/35/UE, Direttiva Bassa Tensione;
- DPR 24/07/1996 n° 503: Regolamento recante norme per l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici, spazi e servizi pubblici;
- UNI EN ISO 7001: Segnaletica di sicurezza;
- D.Lgs 25/11/1996 n.626: Attuazione della direttiva 93/68/CEE in materia di marcatura CE del materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro taluni limiti di tensione;
- DPR 462/01 Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazione e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi;
- Decreto 22/1/08 n. 37: Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno di edifici;
- D.Lgs. 81/2008 Attuazione dell'art. 1 della Legge 3 agosto 2007 n. 123 in materia di tutela della e sicurezza nei luoghi di lavoro.

5) GENERALITÀ

Gli impianti elettrici in questione hanno origine dal punto di consegna di energia da parte dell'ente erogatore ENEL. Per maggiori dettagli vedasi la relazione specialistica al paragrafo "Dati del sistema di alimentazione".

6) CARICHI ELETTRICI

L'impianto in oggetto dovrà essere dimensionato in modo da poter alimentare tutti i carichi previsti e sovradimensionato, dove opportuno, per futuri aumenti di fornitura in considerazione di ampliamenti.

I carichi elettrici e le relative potenze vengono di seguito riportati:

Alloggi carabinieri:

Illuminazione	1kW
Forza motrice	3kW
Condizionamento (solo predisposizione)	2kW
Altri carichi	1kW
Totale complessivo	7kW
Totale considerata la contemporaneità	< 3,3kW (3kW + 10%)

Foresteria carabinieri

Illuminazione	2kW
Forza motrice	4kW
Condizionamento	10kW
Altri carichi	2kW
Totale complessivo	18kW
Totale considerata la contemporaneità	< 16,5kW (15kW + 10%)

Caserma carabinieri

Illuminazione	3kW
Forza motrice	5kW
Condizionamento	5kW
Altri carichi	4kW
Totale complessivo	17kW
Totale considerata la contemporaneità	< 16,5kW (15kW + 10%)

Centro operativo comunale

Illuminazione	3kW
Forza motrice	4kW
Condizionamento	4kW
Altri carichi	1kW
Totale complessivo	12kW

Totale considerata la contemporaneità < 11kW (10kW + 10%)

La dizione “altri carichi” tiene conto di sotto utenze come: alimentazione impianti speciali, centralino TV, alimentatori citofonici o videocitofonici, elettrovalvole o valvole motorizzate degli impianti di riscaldamento/raffrescamento, ecc.

Tenuto conto dei coefficienti di utilizzazione e di contemporaneità, risultano adeguate le potenze nominali per la fornitura di energia elettrica, indicate nel capitolo 3 della presente relazione.

6.1) Forza motrice

Tutte le utenze e i carichi previsti dovranno essere alimentate attraverso opportuni circuiti utilizzando alimentazioni dirette e/o prese a spina del tipo domestico e/o industriale scelte con caratteristiche idonee in base al luogo di installazione ed all'utilizzo.

6.2) Illuminazione

Tutti gli apparecchi di illuminazione dovranno essere alimentati da opportuni circuiti, con dispositivi di comando funzionale per singoli corpi illuminanti o a gruppi, come indicato in planimetria.

Per l'illuminazione interna, gli impianti dovranno essere realizzati in modo da garantire i seguenti valori di illuminamento medio (Norma UNI 12464-1):

TIPO DI INTERNO, COMPITO O ATTIVITA'	Em (lx)	UGRL	Uo	Ra	REQUISITI SPECIFICI
• Archiviazione, copiatura, ecc...	300	19	0,4	80	<ul style="list-style-type: none"> Possibilità di regolare la luce consigliata
▪ Scrittura, dattilografia, lettura, elaborazione dati	500	19	0,6	80	
▪ Disegno tecnico	750	16	0,7	80	
▪ Postazioni CAD	500	19	0,6	80	
▪ Sale conferenze e riunioni	500	19	0,6	80	
▪ Reception	300	22	0,6	80	
▪ Archivi	200	25	0,4	80	
▪ Aree di circolazione e corridoi	100	28	0,4	40	<ul style="list-style-type: none"> Illuminazione dei piani Ra and UGR simile alle aree adiacenti 150 lx se ci sono veicoli sulla strada L'illuminazione degli ingressi e delle uscite devono essere provviste di

					aree di transazione tali da evitare cambi repentini di illuminazione tra interno ed esterno sia di giorno che di notte <ul style="list-style-type: none"> • Prestare attenzione a non causare abbagliamento a pedoni e autisti
--	--	--	--	--	---

La scelta degli apparecchi di illuminazione deve tenere conto della necessità di evitare fenomeni di abbagliamento e di assicurare l'economica realizzazione dei livelli di illuminamento suddetto. In particolare l'illuminazione artificiale all'interno dei locali uffici e comunque in tutti quei locali dove si farà uso di videotermini, dovrà essere realizzata con apparecchi illuminanti con ottiche a bassissima luminanza antiriflesso tipo Dark-Light onde evitare fastidiosi fenomeni di abbagliamento. Per maggiori dettagli vedasi la relazione specialistica al paragrafo "illuminazione ordinaria interna".

6.2.1) Correnti d'inserzione dei diversi tipi di lampade

La tabella che segue illustra le correnti di inserzione dei diversi tipi di lampade, al fine di effettuare correttamente la scelta dei dispositivi di comando e di inserzione.

Tipo di lampada	Corrente di inserzione multipli di I_N	$\cos\phi$	Tempo di accensione sec.
Lampada ad incandescenza	15	1	0
Lampada a luce mista	1,3	circa 1	3
Lampada a fluorescenza compensata non compensata	circa 20 circa 2,1	0,9 0,4 ÷ 0,6	1 ÷ 2
Lampada ai vapori di mercurio, ad alta pressione ai vapori di sodio, ai vapori metallici, compensate.	2	0,9	3 ÷ 5 5 ÷ 10 5 ÷ 10
Lampada ai vapori di mercurio, ad alta pressione ai vapori di sodio, ai vapori metallici, non compensate.	circa 1,4 1,4 ÷ 2 1,4	0,4 ÷ 0,6 0,4 ÷ 0,5 0,4 ÷ 0,5	3 ÷ 5 5 ÷ 10 5 ÷ 10
Lampade a LED	circa 15	0,95	0

7) CARATTERISTICHE IMPIANTO

Nel seguito saranno indicate le generalità degli impianti. Per le descrizioni più dettagliate si rimanda alla relazione specialistica al capitolo "Descrizione degli impianti".

7.1).Cavi elettrici

7.1.1) Criteri di dimensionamento dei circuiti e delle condutture

7.1.1.a) Norme vigenti

I criteri di dimensionamento dei circuiti e delle condutture dovranno essere eseguiti in osservanza delle seguenti norme e leggi:

La legge del 1 marzo 1968 n.186.

CEI 64-8, fascicoli 1916; 1917; 1918; 1919; 1920; 1921; 1922 - Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua.

CEI 16-4 - Individuazione dei conduttori isolati e dei conduttori nudi tramite colori.

Tabella CEI UNEL 00722 (IV edizione) - Colori distintivi delle anime dei cavi isolati con gomma o poli vinilcloruro per energia o per comandi e segnalazioni, con tensioni nominali U_0/U non superiori a 0,6/1 kV

7.1.1.b) Colore di individuazione dei conduttori

Nella realizzazione degli impianti per l'individuazione dei conduttori dovranno essere seguiti i seguenti criteri:

- 1) Imposizione del colore giallo - verde esclusivamente per i conduttori di terra o di protezione o equipotenziali.
- 2) Imposizione del colore blu chiaro per i conduttori di neutro o per il conduttore mediano in corrente continua.

- 3) Ammissione, per i cavi unipolari senza rivestimento protettivo, dei colori nero, grigio e marrone, arancione, rosa, rosso, turchese, violetto e bianco.

Inoltre per sezioni nominali non superiori a 1 mm², quando destinati ad impieghi particolari quali il cablaggio all'interno di quadri o apparecchiature, in aggiunta ai nove colori sopra precisati è permessa qualsiasi combinazione bicolore dei colori stessi.

- 4) Il colore blu chiaro è di norma riservato all'isolante del conduttore di neutro; nei cavi multipolari, qualora questo conduttore non serva o nei casi in cui esso è identificabile per la sua forma (per esempio il conduttore concentrico), l'anima di colore blu chiaro può essere utilizzata per altre funzioni, esclusa quella del conduttore di protezione.

- 5) Quando s'utilizzano cavi unipolari con guaina non è necessaria l'individuazione mediante colorazione continua dell'isolante; tuttavia in questo caso le estremità dei cavi devono essere identificate in modo permanente durante l'installazione da:

- fascette o altri elementi di bicolore giallo - verde per il conduttore di protezione;
- fascette di colore blu chiaro per il conduttore di neutro (questa distinzione può essere omessa per il conduttore di neutro di sezione inferiore a quella dei conduttori di fase corrispondenti).

- 6) I conduttori nudi, se usati come conduttori di protezione, devono essere colorati con bande verdi e gialle di uguale larghezza (da 15 a 100 mm) contigue, per ogni scomparto o per ogni cella o per ogni posizione accessibile. Se è utilizzato un nastro adesivo, esso deve essere bicolore.

- 7) Quanto sopra è valido anche per i conduttori nudi usati come conduttori di neutro.

La tabella che segue riassume quanto più sopra indicato.

Numero anime del cavo	Colori distintivi delle anime	
	Cavi con conduttore di protezione	Cavi senza conduttore di protezione
1	giallo / verde	blu chiaro; marrone; nero; grigio; arancione; rosa; rosso; turchese; violetto; bianco
2	-	blu chiaro marrone o nero
3	giallo / verde blu chiaro marrone o nero	blu chiaro marrone nero

4	giallo / verde blu chiaro marrone nero	blu chiaro marrone nero nero
5	giallo / verde blu chiaro marrone nero nero	blu chiaro marrone nero nero nero

7.1.1.c) Criteri di dimensionamento

I circuiti e le condutture dovranno essere dimensionati rispettando i seguenti criteri: la scelta e la loro messa in opera dovranno permettere di soddisfare le misure di protezione per la sicurezza, le prescrizioni per un funzionamento corretto per l'uso previsto dell'impianto nelle condizioni d'esercizio ed alle prescrizioni appropriate alle influenze esterne previste.

Di seguito viene riportato il report di calcolo dei principali cavi elettrici:

Elenco Tratte

Tratta	Circ.	Lungh. (m)	Form.	Cod./Sigla comm.	Cavi / fase	Sez. (mm ²)	Colori	Importo	
QCA PP- QAP P	RN	60	1X	G-sette piu' – FG7(O)R	1	6	N N		S
QCC AR- QCA R	RSTN+ G	50	1X	G-sette piu' – FG7(O)R	1	16	N N N N N		S
QCF OR- QF O R	RSTN+ G	50	1X	G-sette piu' – FG7(O)R	1	16	N N N N N		S
QCC OC- QCO C	RSTN+ G	60	1X	G-sette piu' – FG7(O)R	1	16	N N N N N		S

Legenda:

Colori: N: nero, M: marrone, GR: grigio, R: rosso, B: bianco, GV: giallo/verde, A: arancione, RO: rosa, BC: blu chiaro, BS: blu scuro, V: violetto

Dimensionamento: S : verifica positiva, N : verifica negativa, * : non verificata

Report Tratta

Tratta	QCAPP-QAPP
Tensione Esercizio	230 V
cosphi	0,9
Numero di cavi per fase	1
Frequenza	50Hz
Lunghezza	60 m
Tipo di Cavo	G-sette piu' – FG7(O)R
Sezione	6 mm ²
Formazione	1X
Massima caduta di tensione ammissibile	2,5 %
Caduta di tensione operativa	2,23 %
Tipo di posa	interrato in tubo in terra umida
Temperatura ambiente	30 ° Celsius
Nr circuiti adiacenti	1
Profondità	0,8 m
Distanza	0 m
Circuito	RN
Tensione Nominale	0.6/1 kV
Portata Nominale (Iz)	43,71 A (43,71 A x 1)
Temperatura Max Esercizio	90 ° Celsius
Temperatura Max Corto Circuito	250 ° Celsius
Corrente	14,49 A
Fattore di correzione libero	1
Potenza Attiva	3 kW
Temperatura in Esercizio Conduttore	36,6 ° Celsius
Verifica di JDC	Positiva
Diametro Esterno	8,9 mm

CALCOLI GIUSTIFICATIVI DEL DIMENSIONAMENTO O DELLA VERIFICA

TRATTA QCAPP-QAPP

DATI DI PROGETTO

Numero di cavi per fase	1
Lunghezza	60 m
Tipo di Cavo	G-sette piu' – FG7(O)R
Sezione	6 mm ²
Formazione	1X
Massima caduta di tensione ammissibile	2,5 %
Caduta di tensione operativa	2,23 %
Tipo di posa	interrato in tubo in terra umida
Temperatura ambiente	30 ° Celsius
Nr circuiti adiacenti	1
Profondità	0,8 m
Distanza	0 m
Circuito	RN
Portata Nominale (I _z)	43,71 A (43,71 A x 1)
Corrente	14,49 A
Fattore di correzione libero	1
Verifica di JDC	Positiva

CALCOLO DELLA SEZIONE

Criterio termico

Massima corrente ammissibile

In relazione ai dati progettuali, per il tipo di cavo scelto, è stata assunta la seguente portata di riferimento:

$$I_0 = 22 \text{ A}$$

In funzione della temperatura ambiente e della modalità di posa di progetto sono stati assunti i seguenti fattori di correzione:

- ratura ambiente diversa da quella di riferimento $k_1 = 0,93$ p.u.
- per circuiti adiacenti e/o numero di strati $k_2 = 1$ p.u.
- per profondità di posa diversa da quella di riferimento $k_3 = 1$ p.u.
- fattore libero di correzione (KFR) $k_4 = 1$ p.u.
- per contributo di terza armonica (fase o neutro) $k_5 = 1$ p.u.

La portata I_z del cavo scelto, nelle condizioni di installazione previste è stata quindi determinata verificando il criterio seguente:

$$I_z \geq I_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \geq I_b$$

dove I_b è la corrente di impiego del circuito calcolata in base ai dati di progetto, comprese le eventuali armoniche.

La sezione minima, normalizzata che soddisfa questo criterio è

$$\text{pari a: } S = 1,5 \text{ mm}^2$$

Criterio della massima caduta di tensione ammissibile

Regime

La formula assunta per il calcolo delle cadute di tensione a regime è stata la seguente:

$$\Delta V = 2(R_i \cos \phi + X_i \sin \phi)$$

phi) dove:

- ΔV è la caduta di tensione lungo la linea espressa in volt;
- R è la resistenza della linea, espressa in ohm
- I è la corrente di impiego della linea, espressa in ampere
- X è la reattanza della linea, espressa in ohm
- $\cos \phi$ è il fattore di potenza del carico alimentato dalla linea.

La sezione del cavo è stata scelta in modo da soddisfare il vincolo imposto:

$$\Delta V \leq \Delta V_{\max}$$

La sezione minima, normalizzata che soddisfa questo criterio è

$$\text{pari a: } S = 6 \text{ mm}^2$$

Scelta/Verifica della sezione

La sezione scelta è:

$$S \geq 6 \text{ mm}^2$$

Pertanto in base ai calcoli effettuati può essere considerata corretta

CONDIZIONI DI VALIDITA'

I Risultati ottenuti derivano da calcoli analitici la cui affidabilità è stata verificata ma che dipendono dai dati di base introdotti.

I Risultati dei calcoli sono validi solo:

- *richi lineari*
- *per i cavi Prysmian*

Nella realizzazione impiegata per il dimensionamento della sezione del cavo in relazione al cortocircuito il valore dell'integrale di Joule (I^2t) è stato calcolato assumendo per I il valore efficace della corrente di cortocircuito e per t la durata del cortocircuito stesso.

Quest' approssimazione è valida per cortocircuiti di durata superiore ad alcuni periodi. Nel caso di durate brevi ($<0,1$ s) e di impiego di dispositivi di protezione del tipo limitatore il valore dell'integrale di Joule (I^2t) deve essere fornito dal costruttore del dispositivo di protezione.

Le formule impiegate per il calcolo delle cadute di tensione sono valide nell'ipotesi di carichi induttivi, caratterizzati da un fattore di potenza compreso tra 0,9 e 0,5.

I valori di resistenza impiegati per il calcolo delle cadute di tensione sono riferiti alla massima temperatura di funzionamento del cavo scelto.

Report Tratta

Tratta	QCCAR-QCAR
Tensione Esercizio	400 V
cosphi	0,9
Numero di cavi per fase	1
Frequenza	50Hz
Lunghezza	50 m
Tipo di Cavo	G-sette piu' – FG7(O)R
Sezione	16 mm ²
Formazione	1X
Massima caduta di tensione ammissibile	1,5 %
Caduta di tensione operativa	1,15 %
Tipo di posa	interrato in tubo in terra umida
Temperatura ambiente	30 ° Celsius
Nr circuiti adiacenti	1
Profondità	0,8 m
Distanza	0 m
Circuito	RSTN+G
Tensione Nominale	0.6/1 kV
Portata Nominale (Iz)	76,26 A (76,26 A x 1)
Temperatura Max Esercizio	90 ° Celsius
Temperatura Max Corto Circuito	250 ° Celsius
Corrente	48,11 A
Fattore di correzione libero	1
Potenza Attiva	30 kW
Temperatura in Esercizio Conduttore	53,88 ° Celsius
Verifica di JDC	Positiva
Diametro Esterno	10,9 mm

CALCOLI GIUSTIFICATIVI DEL DIMENSIONAMENTO O DELLA VERIFICA

TRATTA QCCAR-QCAR

DATI DI PROGETTO

Numero di cavi per fase	1
Lunghezza	50 m
Tipo di Cavo	G-sette piu' – FG7(O)R
Sezione	16 mm ²
Formazione	1X
Massima caduta di tensione ammissibile	1,5 %
Caduta di tensione operativa	1,15 %
Tipo di posa	interrato in tubo in terra umida
Temperatura ambiente	30 ° Celsius
Nr circuiti adiacenti	1
Profondità	0,8 m
Distanza	0 m
Circuito	RSTN+G
Portata Nominale (I _z)	76,26 A (76,26 A x 1)
Corrente	48,11 A
Fattore di correzione libero	1
Verifica di JDC	Positiva

CALCOLO DELLA SEZIONE

Criterio termico

Massima corrente ammissibile

In relazione ai dati progettuali, per il tipo di cavo scelto, è stata assunta la seguente portata di riferimento:

$$I_0 = 63 \text{ A}$$

In funzione della temperatura ambiente e della modalità di posa di progetto sono stati assunti i seguenti fattori di correzione:

- per temperatura ambiente diversa da quella di riferimento $k_1 = 0,93$ p.u.
- per circuiti adiacenti e/o numero di strati $k_2 = 1$ p.u.
- per profondità di posa diversa da quella di riferimento $k_3 = 1$ p.u.
- fattore libero di correzione (KFR) $k_4 = 1$ p.u.
- per contributo di terza armonica (fase o neutro) $k_5 = 1$ p.u.

La portata I_z del cavo scelto, nelle condizioni di installazione previste è stata quindi determinata verificando il criterio seguente:

$$I_z \geq I_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \geq I_b$$

dove I_b è la corrente di impiego del circuito calcolata in base ai dati di progetto, comprese le eventuali armoniche.

La sezione minima, normalizzata che soddisfa questo criterio è

$$\text{pari a: } S = 10 \text{ mm}^2$$

Criterio della massima caduta di tensione ammissibile

Regime

La formula assunta per il calcolo delle cadute di tensione a regime è stata la seguente:

$$\Delta V = \sqrt{3}(R_i \cos \phi + X_i \sin \phi)$$

dove:

- ΔV è la caduta di tensione lungo la linea espressa in volt;
- R è la resistenza della linea, espressa in ohm
- I è la corrente di impiego della linea, espressa in ampere
- X è la reattanza della linea, espressa in ohm
- $\cos \phi$ è il fattore di potenza del carico alimentato dalla linea.

La sezione del cavo è stata scelta in modo da soddisfare il vincolo imposto:

$$\Delta V \leq \Delta V_{\max}$$

La sezione minima, normalizzata che soddisfa questo criterio è

$$\text{pari a: } S = 16 \text{ mm}^2$$

Scelta/Verifica della sezione

La sezione scelta è:

$$S \geq 16 \text{ mm}^2$$

Pertanto in base ai calcoli effettuati può essere considerata corretta

CONDIZIONI DI VALIDITA'

I Risultati ottenuti derivano da calcoli analitici la cui affidabilità è stata verificata ma che dipendono dai dati di base introdotti.

I Risultati dei calcoli sono validi solo:

- per carichi lineari
- per i cavi Prysmian

Nella realizzazione impiegata per il dimensionamento della sezione del cavo in relazione al cortocircuito il valore dell'integrale di Joule (I^2t) è stato calcolato assumendo per I il valore efficace della corrente di cortocircuito e per t la durata del cortocircuito stesso.

Quest'approssimazione è valida per cortocircuiti di durata superiore ad alcuni periodi. Nel caso di durate brevi ($<0,1$ s) e di impiego di dispositivi di protezione del tipo limitatore il valore dell'integrale di Joule (I^2t) deve essere fornito dal costruttore del dispositivo di protezione.

Le formule impiegate per il calcolo delle cadute di tensione sono valide nell'ipotesi di carichi induttivi, caratterizzati da un fattore di potenza compreso tra 0,9 e 0,5.

I valori di resistenza impiegati per il calcolo delle cadute di tensione sono riferiti alla massima temperatura di funzionamento del cavo scelto.

Report Tratta

Tratta	QCFOR-QFOR
Tensione Esercizio	400 V
cosphi	0,9
Numero di cavi per fase	1
Frequenza	50Hz
Lunghezza	50 m
Tipo di Cavo	G-sette piu' – FG7(O)R
Sezione	16 mm ²
Formazione	1X
Massima caduta di tensione ammissibile	1,5 %
Caduta di tensione operativa	1,15 %
Tipo di posa	interrato in tubo in terra umida
Temperatura ambiente	30 ° Celsius
Nr circuiti adiacenti	1
Profondità	0,8 m
Distanza	0 m
Circuito	RSTN+G
Tensione Nominale	0.6/1 kV
Portata Nominale (Iz)	76,26 A (76,26 A x 1)
Temperatura Max Esercizio	90 ° Celsius
Temperatura Max Corto Circuito	250 ° Celsius
Corrente	48,11 A
Fattore di correzione libero	1
Potenza Attiva	30 kW
Temperatura in Esercizio Conduttore	53,88 ° Celsius
Verifica di JDC	Positiva
Diametro Esterno	10,9 mm

CALCOLI GIUSTIFICATIVI DEL DIMENSIONAMENTO O DELLA VERIFICA

TRATTA QCFOR-QFOR

DATI DI PROGETTO

Numero di cavi per fase	1
Lunghezza	50 m
Tipo di Cavo	G-sette piu' – FG7(O)R
Sezione	16 mm ²
Formazione	1X
Massima caduta di tensione ammissibile	1,5 %
Caduta di tensione operativa	1,15 %
Tipo di posa	interrato in tubo in terra umida
Temperatura ambiente	30 ° Celsius
Nr circuiti adiacenti	1
Profondità	0,8 m
Distanza	0 m
Circuito	RSTN+G
Portata Nominale (I _z)	76,26 A (76,26 A x 1)
Corrente	48,11 A
Fattore di correzione libero	1
Verifica di JDC	Positiva

CALCOLO DELLA SEZIONE

Criterio termico

Massima corrente ammissibile

In relazione ai dati progettuali, per il tipo di cavo scelto, è stata assunta la seguente portata di riferimento:

$$I_0 = 63 \text{ A}$$

In funzione della temperatura ambiente e della modalità di posa di progetto sono stati assunti i seguenti fattori di correzione:

- per temperatura ambiente diversa da quella di riferimento $k_1 = 0,93$ p.u.
- per circuiti adiacenti e/o numero di strati $k_2 = 1$ p.u.
- per profondità di posa diversa da quella di riferimento $k_3 = 1$ p.u.
- fattore libero di correzione (KFR) $k_4 = 1$ p.u.
- per contributo di terza armonica (fase o neutro) $k_5 = 1$ p.u.

La portata I_z del cavo scelto, nelle condizioni di installazione previste è stata quindi determinata verificando il criterio seguente:

$$I_z \geq I_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \geq I_b$$

dove I_b è la corrente di impiego del circuito calcolata in base ai dati di progetto, comprese le eventuali armoniche.

La sezione minima, normalizzata che soddisfa questo criterio è

$$\text{pari a: } S = 10 \text{ mm}^2$$

Criterio della massima caduta di tensione ammissibile

Regime

La formula assunta per il calcolo delle cadute di tensione a regime è stata la seguente:

$$\Delta V = \sqrt{3}(R_i \cos \phi + X_i \sin \phi)$$

dove:

- ΔV è la caduta di tensione lungo la linea espressa in volt;
- R è la resistenza della linea, espressa in ohm
- I è la corrente di impiego della linea, espressa in ampere
- X è la reattanza della linea, espressa in ohm
- $\cos \phi$ è il fattore di potenza del carico alimentato dalla linea.

La sezione del cavo è stata scelta in modo da soddisfare il vincolo imposto:

$$\Delta V \leq \Delta V_{\max}$$

La sezione minima, normalizzata che soddisfa questo criterio è

$$\text{pari a: } S = 16 \text{ mm}^2$$

Scelta/Verifica della sezione

La sezione scelta è:

$$S \geq 16 \text{ mm}^2$$

Pertanto in base ai calcoli effettuati può essere considerata corretta

CONDIZIONI DI VALIDITA'

I Risultati ottenuti derivano da calcoli analitici la cui affidabilità è stata verificata ma che dipendono dai dati di base introdotti.

I Risultati dei calcoli sono validi solo:

- per carichi lineari
- per i cavi Prysmian

Nella realizzazione impiegata per il dimensionamento della sezione del cavo in relazione al cortocircuito il valore dell'integrale di Joule (I^2t) è stato calcolato assumendo per I il valore efficace della corrente di cortocircuito e per t la durata del cortocircuito stesso.

Quest'approssimazione è valida per cortocircuiti di durata superiore ad alcuni periodi. Nel caso di durate brevi ($<0,1$ s) e di impiego di dispositivi di protezione del tipo limitatore il valore dell'integrale di Joule (I^2t) deve essere fornito dal costruttore del dispositivo di protezione.

Le formule impiegate per il calcolo delle cadute di tensione sono valide nell'ipotesi di carichi induttivi, caratterizzati da un fattore di potenza compreso tra 0,9 e 0,5.

I valori di resistenza impiegati per il calcolo delle cadute di tensione sono riferiti alla massima temperatura di funzionamento del cavo scelto.

Report Tratta

Tratta	QCCOC-QCOC
Tensione Esercizio	400 V
cosphi	0,9
Numero di cavi per fase	1
Frequenza	50Hz
Lunghezza	60 m
Tipo di Cavo	G-sette piu' – FG7(O)R
Sezione	16 mm ²
Formazione	1X
Massima caduta di tensione ammissibile	1,5 %
Caduta di tensione operativa	1,38 %
Tipo di posa	interrato in tubo in terra umida
Temperatura ambiente	30 ° Celsius
Nr circuiti adiacenti	1
Profondità	0,8 m
Distanza	0 m
Circuito	RSTN+G
Tensione Nominale	0.6/1 kV
Portata Nominale (Iz)	76,26 A (76,26 A x 1)
Temperatura Max Esercizio	90 ° Celsius
Temperatura Max Corto Circuito	250 ° Celsius
Corrente	48,11 A
Fattore di correzione libero	1
Potenza Attiva	30 kW
Temperatura in Esercizio Conduttore	53,88 ° Celsius
Verifica di JDC	Positiva
Diametro Esterno	10,9 mm

CALCOLI GIUSTIFICATIVI DEL DIMENSIONAMENTO O DELLA VERIFICA

TRATTA QCCOC-QCOC

DATI DI PROGETTO

Numero di cavi per fase	1
Lunghezza	60 m
Tipo di Cavo	G-sette piu' – FG7(O)R
Sezione	16 mm ²
Formazione	1X
Massima caduta di tensione ammissibile	1,5 %
Caduta di tensione operativa	1,38 %
Tipo di posa	interrato in tubo in terra umida
Temperatura ambiente	30 ° Celsius
Nr circuiti adiacenti	1
Profondità	0,8 m
Distanza	0 m
Circuito	RSTN+G
Portata Nominale (I _z)	76,26 A (76,26 A x 1)
Corrente	48,11 A
Fattore di correzione libero	1
Verifica di JDC	Positiva

CALCOLO DELLA SEZIONE

Criterio termico

Massima corrente ammissibile

In relazione ai dati progettuali, per il tipo di cavo scelto, è stata assunta la seguente portata di riferimento:

$$I_0 = 63 \text{ A}$$

In funzione della temperatura ambiente e della modalità di posa di progetto sono stati assunti i seguenti fattori di correzione:

- per temperatura ambiente diversa da quella di riferimento $k_1 = 0,93$ p.u.
- per circuiti adiacenti e/o numero di strati $k_2 = 1$ p.u.
- per profondità di posa diversa da quella di riferimento $k_3 = 1$ p.u.
- fattore libero di correzione (KFR) $k_4 = 1$ p.u.
- per contributo di terza armonica (fase o neutro) $k_5 = 1$ p.u.

La portata I_z del cavo scelto, nelle condizioni di installazione previste è stata quindi determinata verificando il criterio seguente:

$$I_z \geq I_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \geq I_b$$

dove I_b è la corrente di impiego del circuito calcolata in base ai dati di progetto, comprese le eventuali armoniche.

La sezione minima, normalizzata che soddisfa questo

$$\text{criterio è pari a: } S = 10 \text{ mm}^2$$

Criterio della massima caduta di tensione ammissibile

Regime

La formula assunta per il calcolo delle cadute di tensione a regime è stata la seguente:

$$\Delta V = \sqrt{3}(R_i \cos \phi + X_i$$

$\sin \phi$) dove:

- ΔV è la caduta di tensione lungo la linea espressa in volt;
- R è la resistenza della linea, espressa in ohm
- I è la corrente di impiego della linea, espressa in ampere

- X è la reattanza della linea, espressa in ohm
- cosphi è il fattore di potenza del carico alimentato dalla linea.

La sezione del cavo è stata scelta in modo da soddisfare il vincolo imposto:

$$\Delta V \leq \Delta V_{\max}$$

La sezione minima, normalizzata che soddisfa questo

$$\text{criterio è pari a: } S = 16 \text{ mm}^2$$

Scelta/Verifica della sezione

La sezione scelta è:

$$S \geq 16 \text{ mm}^2$$

Pertanto in base ai calcoli effettuati può essere considerata corretta

CONDIZIONI DI VALIDITA'

I Risultati ottenuti derivano da calcoli analitici la cui affidabilità è stata verificata ma che dipendono dai dati di base introdotti.

I Risultati dei calcoli sono validi solo:

- per carichi lineari
- per i cavi Prysmian

Nella realizzazione impiegata per il dimensionamento della sezione del cavo in relazione al cortocircuito il valore dell'integrale di Joule (I^2t) è stato calcolato assumendo per I il valore efficace della corrente di cortocircuito e per t la durata del cortocircuito stesso.

Quest' approssimazione è valida per cortocircuiti di durata superiore ad alcuni periodi. Nel caso di durate brevi ($<0,1$ s) e di impegno di dispositivi di protezione del tipo limitatore il valore dell'integrale di Joule (I^2t) deve essere fornito dal costruttore del dispositivo di protezione.

Le formule impiegate per il calcolo delle cadute di tensione sono valide nell'ipotesi di carichi induttivi, caratterizzati da un fattore di potenza compreso tra 0,9 e 0,5.

I valori di resistenza impiegati per il calcolo delle cadute di tensione sono riferiti alla massima temperatura di funzionamento del cavo scelto.

7.1.1.d) Condizioni d'esercizio

Tensione

I circuiti e le condutture dovranno avere una seconda guaina esterna isolante e dovranno essere adatte ad un gradino in più di quella che è la tensione nominale d'esercizio, in questo modo si potrà ritenere il cavo di classe 2, in quanto del tipo a doppio isolamento e con livello di tensione maggiore di un gradino rispetto a quello necessario, ne consegue che il cavo potrà essere posato a vista; l'eventuale protezione meccanica, necessaria entro i 2,5 m dal piano di calpestio, dovrà essere eseguita tramite tubi protettivi.

Corrente

I circuiti e le condutture dovranno essere dimensionate tenendo conto della corrente che li percorre nell'esercizio ordinario; dovranno inoltre essere in grado di sopportare le correnti che li possono attraversare in condizioni d'esercizio non ordinario, per periodi determinati dalle caratteristiche dei dispositivi di protezione.

Portate

I circuiti e le condutture dovranno essere scelti in modo che la corrente massima (portata) ammissibile per periodi prolungati da qualsiasi conduttore in servizio ordinario, dovrà essere tale che la temperatura massima di funzionamento non superi i seguenti valori:

Tipo di isolamento	Temperatura massima di esercizio (°C)
Cloruro di polivinile (PVC)	Conduttore: 70
Polietilene reticolato (XLPE) ed etilpropilene (EPR)	Conduttore: 90
Minerale (con guaina in PVC oppure nudo e accessibile)	Guaina metallica: 70
Minerale (nudo e non accessibile e non in contatto con materiali combustibili)	Guaina metallica: 105

Temperatura ambiente

I circuiti e le condutture dovranno essere scelti in modo che la temperatura ambiente prevista per il riferimento sia quella del mezzo circostante quando i cavi in esame non sono sotto carico.

Conduttori in parallelo

I circuiti e le condutture dovranno essere scelti in modo che, in caso di conduttori in parallelo, essi siano sostanzialmente della stessa sezione e della stessa lunghezza.

Compatibilità

I circuiti e le condutture dovranno essere scelti in modo da non causare effetti dannosi agli altri componenti elettrici.

Accessibilità

I circuiti e le condutture dovranno essere disposti in modo da facilitare la loro manovra, la loro ispezione, la loro manutenzione e l'accesso alle loro connessioni.

7.1.1.e) Dimensionamento dei cavi ed influenza delle condizioni di posa

Il dimensionamento dei cavi dovrà essere determinato principalmente da:

- distanza dell'utenza della sorgente d'energia;
- *regime termico, determinato dalla quantità di calore prodotto nel cavo per effetto Joule e sua possibilità di smaltimento;*

- La distanza dovrà condizionare la tensione disponibile ai morsetti dell'utenza.
- Il regime termico dovrà condizionare la vita dei materiali isolanti del cavo.

La possibilità di smaltimento del calore dovrà essere determinata:

- resistività termica del terreno, solo per cavi interrati;
- temperatura del terreno o dell'aria, rispettivamente per cavi interrati e per cavi aerei;
- presenza di altre sorgenti di calore lungo il percorso del cavo in oggetto (normalmente altri cavi posati affiancati), la loro quantità, intensità e distanza; sia per cavi interrati sia per cavi aerei.
- profondità di posa, solo per cavi interrati.

Dall'esame dei fattori sopra indicati risulta che:

- il modificare anche solo uno dei parametri che condizionano il regime termico del cavo, potrà determinare un rapido invecchiamento dei materiali isolanti con possibile danneggiamento irreparabile del cavo.

Si richiama pertanto l'attenzione sul fatto che debbono essere rispettate le condizioni previste in progetto, quali ad esempio:

- tipo, granulometria e compattazione del materiale di riempimento dello scavo;
- quantità e mutua distanza dei cavi facenti parte di uno stesso raggruppamento;
- tipo e dimensioni della protezione contro i danneggiamenti meccanici.

Portata dei cavi

La portata dei cavi sarà prevista nei seguenti modi:

- Per l'alimentazione dei trasformatori, motori, e utenze in genere, i cavi avranno una portata uguale o maggiore della In degli stessi.
- Per l'alimentazione di circuiti di illuminazione e forza motrice che siano asserviti all'alimentazione di più carichi, i cavi avranno una portata uguale o maggiore della massima richiesta contemporanea e continua di corrente prevista sui circuiti stessi.

I cavi dovranno sopportare senza danno, le sollecitazioni termiche, tenendo conto della max potenza di corto circuito.

Per il coordinamento tra conduttura e dispositivo di protezione si rimanda ad un successivo capitolo ed alle norme CEI 64 - 8 in vigore.

La sezione del conduttore di neutro è scelta in base alla seguente tabella:

Tipo di circuito	Sezione conduttore e di fase (Cu)	Sezione conduttore e di neutro (Cu)	Sezione conduttore e di fase (Cu)	Sezione conduttore e di neutro (Cu)	Note
Monofase a due fili	qualsiasi	Sn=Sf	qualsiasi	Sn=Sf	
Polifase e	SN≤16mm ²	Sn=Sf	SN≤25mm ²	Sn=Sf	Carico sostanzialmente equilibrato e con bassa presenza di armoniche
Monofase a tre fili	SN≤16mm ²	Sn=1/2Sf	SN≤25mm ²	Sn=1/2Sf	
SN = Sezione conduttore di neutro SF = Sezione conduttore di fase Cu = rame — Al = alluminio					

La sezione dei cavi è scelta in modo da garantire una caduta di tensione massima del 4% (15% all'avviamento di motori con elevati spunti) dal punto di consegna dell'energia elettrica.

È stata scelta la sezione dei conduttori, anche in base alle correnti di elevate breve durata (picchi di assorbimento in fase di accensione di lampade a scarica)

Le sezioni minime consentite sono:

Tipo di condutture		Uso del circuito	Conduttore	
			Materiale	Sezione (mm ²)
Condutture fisse	Cavi	Circuiti di potenza	Cu	1,5
			Al	16 ₁
		Circuiti di segnalazione e circuiti ausiliari di comando	Cu	0,5 ₂
	Conduttori Nudi	Circuiti di potenza	Cu	10
			Al	16 ₄
		Circuiti di segnalazione e circuiti ausiliari di comando	Cu	4 ₄
Conduttori mobili con cavi flessibili (con e senza guaina)		Per un apparecchio utilizzatore specifico	Cu	Come specificato nella corrispondent e Norma CEI
		Per qualsiasi altra applicazione		0,75 ₃
				0,75
1) si raccomanda che i mezzi di connessione usati alle estremità dei conduttori di alluminio siano provati ed approvati per questo uso specifico				
2) Nei circuiti di segnalazione e di comando destinati ad apparecchiature elettroniche è ammessa una sezione minima di 0,1 mm ²				
3) Per i cavi flessibili multipolari, che contengano sette o più anime si applica la nota 2				
4) Sono allo studio restrizioni articolari per circuiti di illuminazione a bassissima tensione				

Le dorsali delle linee d'alimentazione dovranno avere una sezione minima maggiore della sezione della derivazione più grande, in modo da abbassare la caduta di tensione (esempio dorsale da 4 mm² e derivazione da 2,5 mm²).

Influenze esterne

I circuiti e le condutture dovranno essere scelti e messi in opera prendendo in considerazione le influenze esterne alle quali possono essere sottoposti, per assicurare il loro corretto funzionamento e per assicurare l'affidabilità delle misure di protezione.

Quando diverse influenze esterne si presentano contemporaneamente si dovrà prestare attenzione ai casi di effetti indipendenti oppure ai casi d'influenze reciproche.

Identificazione

I circuiti e le condutture dovranno essere disposte o munite di targhe o di altri mezzi appropriati in modo tale da poter essere identificate per le ispezioni, le prove, le riparazioni o le modifiche d'impianto.

Identificazione dei conduttori di neutro e di protezione.

I conduttori di neutro e di protezione dovranno essere in accordo con la norma CEI 16-4 "Individuazione dei conduttori isolati e dei conduttori nudi tramite colori".

7.1.2) Criteri di posa dei circuiti e delle condutture

7.1.2.a) Norme vigenti

I criteri di posa dei circuiti e delle condutture dovranno essere eseguiti in osservanza delle seguenti norme:

La legge del 1 marzo 1968 n.186.

CEI 64-8, fascicoli 1916; 1917; 1918; 1919; 1920; 1921; 1922 - Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua.

7.1.2.b) Lavori preliminari alla posa

Manipolazione dei cavi

I cavi dovranno essere manipolati e posati con molta cura.

Il trasporto dal deposito al luogo di posa non dovrà essere fatto rotolando o strisciando la bobina, ma impiegando mezzi adeguati quali carrelli o autocarri appositamente attrezzati. Il rotolamento delle bobine dovrà essere consentito solo per piccoli spostamenti necessari alla sistemazione delle stesse sui cavalletti o sui carrelli.

7.1.2.c) Requisiti di posa

I cavi dovranno essere posati avendo cura di non sottoporli a sollecitazioni meccaniche e termiche diverse da quelle normali, previste in funzione del tipo di posa usato.

I cavi non dovranno reggere pesi, neppure di organi elettrici ad essi collegati e dovranno essere adeguatamente sostenuti in funzione della loro resistenza meccanica.

I cavi non dovranno essere posati in prossimità di corpi ad elevata temperatura a meno che essi siano del tipo speciale resistente al calore e non soggetti allo stillicidio o al getto di liquidi caldi o corrosivi. Qualora non sia possibile allontanare i cavi dai pericoli sopra indicati, dovranno essere adeguatamente schermate le sorgenti del pericolo non i cavi per evitare di diminuire la portata.

I conduttori unipolari dei circuiti di potenza in corrente alternata dovranno essere disposti e supportati in modo da evitare pericolosi riscaldamento delle parti metalliche adiacenti per effetto induttivo, ad esempio impiegando materiale amagnetico.

Eventuali cavi collegati in parallelo per la trasmissione di correnti elevate, dovranno essere sempre come segue:

- dello stesso tipo e sezione;
- seguiranno percorsi paralleli eventualmente con trasposizioni in modo che la lunghezza sia uguale;
- avranno organi di giunzione e terminazioni uguali ed installati in modo analogo;
- dovranno essere convenientemente amarrati per resistere alle sollecitazioni derivanti dal corto circuito.

I tipi di cavi e la loro installazione dovranno essere in conformità con le Norme assunte e con i documenti di progetto.

7.1.2.d) Sforzi di tiro applicabili ai cavi per la posa

Gli sforzi di tiro necessari durante le operazioni di posa dei cavi, quando applicati ai conduttori di rame o di alluminio non supereranno i valori prescritti dai costruttori ed in mancanza di questi non supereranno una sollecitazione 6 kg/mm^2 di sezione totale.

A tale scopo si dovranno impiegare calze metalliche, anelli o ganci di tiro adeguatamente fissate alle estremità dei conduttori evitando fra l'altro che l'umidità possa penetrare nel cavo.

Se il cavo è provvisto di un'armatura a fili o piattine di acciaio, la forza di tiro dovrà essere applicata all'armatura e non dovrà essere superiore ai valori prescritti dai costruttori; in mancanza di questo dato non si supererà una sollecitazione di 10 kg/mm^2 di sezione dell'armatura.

Durante la posa dovrà essere evitato che il cavo giri sul proprio asse.

È preferito il tiro con l'impiego della sola manodopera, però è consentito il tiro con paranco a mano oppure a motore, purché munito di un dispositivo che impedisca di superare lo sforzo di tiro massimo ammesso per il cavo. Nei tratti di percorso molto lungo, per evitare di superare lo sforzo

di tiro massimo ammesso, sarà consentito impiegare rulli motorizzati intercalati a quelli folli; in questo caso però il loro azionamento dovrà essere controllato da paranco provvisto di controllo dello sforzo di tiro massimo.

Nel caso di più cavi da tirare contemporaneamente, ad esempio in un tubo, il tiro non dovrà essere superiore a quello consentito dal cavo di caratteristiche più limitate.

7.1.2.e) Raggio di curvatura

Durante le operazioni di posa dovranno essere evitate le piegature che non siano assolutamente necessarie. I raggi di curvatura (R) nei cambiamenti di direzione dei percorsi e nelle operazioni di posa non dovranno essere inferiori ai valori seguenti salvo accordi speciali con la Direzione Lavori e/o con il Costruttore:

- R 8 (D+d) - cavi unipolari non schermati;
 - cavi multipolari non armati e non provvisti di guaina metallica;
 - cavi multipolari armati con nastri ma provvisti di guaina metallica;
 - cavi multipolari armati con nastri ma non provvisti di guaina metallica.
- R 10 (D+d) - cavi unipolari armati;
 - cavi armati con fili o piattine;
 - cavi con guaina di piombo;
 - cavi con guaina in alluminio ondulata;
 - cavi con conduttori concentrici.
- R 20 D - conduttori in terra, nudi e isolati;
- R 5 D - cavi con isolamento minerale.

Durante le operazioni di posa del cavo si dovranno evitare pieghe sotto il valore di:

R = 20 D.

Nelle formule in precedenza elencate, "D" indica il diametro esterno del cavo e "d" indica il diametro di un conduttore (il maggiore se i conduttori sono disuguali); quando non si può misurarlo, dovrà essere calcolato con:

$d = 1,3 S$ (in mm), dove S (in mm^2) è la sezione del conduttore.

7.1.2.f) Supportazione dei cavi

Nella posa verticale o in ogni caso inclinata oltre 30° sul piano orizzontale, i cavi dovranno essere supportati in alto e ad intervalli non superiori ai seguenti, al fine di evitare eccessivi sforzi di trazione dovuti al peso proprio:

Sezione dei conduttori mm^2	Intervalli di supportazione	
	Conduttori in Cu	Conduttori in Al
fino a 10	30 cm	30 cm
da 16 a 50	30 cm	60 cm
da 70 a 150	20 cm	40 cm
da 185 a 300	12 cm	28 cm
oltre 300	10 cm	25 cm

7.1.2.g) Terminazioni

Per l'esecuzione delle terminazioni, i cavi dovranno essere tagliati in misura tale da consentire agevolmente i lavori senza inutili sfridi. Le teste degli spezzoni di cavo rimanenti da una pezzatura e le teste dei cavi che non sono subito collegati, dovranno avere di cappellotti di chiusura atti ad impedire la penetrazione dell'umidità nell'isolante.

Tutti i rivestimenti metallici (schermi, armature, ecc.) dovranno essere connessi in parallelo tra loro e messi a terra alle estremità di ogni linea di cavo, salvo per i cavi unipolari per i quali la messa a terra dovrà essere fatta ad un'estremità sola. In questo caso, all'estremità dove gli schermi non saranno messi a terra, occorrerà avere isolate le muffole con supporti isolanti e prendere precauzioni per evitare il contatto accidentale con dette muffole e con gli schermi a causa delle tensioni che si potranno venire a creare durante i guasti.

I corpi metallici (contenitori) delle terminazioni dovranno essere messi a terra assieme ai rivestimenti metallici dei cavi.

Se più terminazioni si trovano vicine, esse dovranno essere collegate tra loro e la messa a terra dovrà essere comune.

Le terminazioni di cavi entranti in scatole di derivazione o di terminazione, dovranno essere eseguite impiegando "pressacavi" o "coni terminali" aventi i collari di serraggio di qualità tale da garantire una buona compressione sul cavo ed una buona tenuta all'acqua.

7.1.2.h) Terminazione e giunzione dei singoli conduttori

Le terminazioni e le giunzioni dei singoli conduttori dovranno essere sicuri contro l'allentamento, proporzionate alla corrente nominale e alle sollecitazioni sia termiche sia dinamiche dovute al corto circuito e dovranno essere resistenti alla corrosione.

I criteri esecutivi dovranno essere secondo le istruzioni del costruttore dei cavi; in mancanza di dette istruzioni le terminazioni dovranno essere eseguite come segue:

a) Conduttori flessibili fino a 6 mm², usando un canotto a compressione.

Usando un capocorda a compressione, se l'allacciamento è eseguito con vite; con connettori a compressione, se sono da connettere più conduttori fra di loro in scatole dove manchino le morsettiere.

b) Conduttori rigidi fino a 10 mm².

Senza l'impiego di alcun accessorio, se l'allacciamento deve essere eseguito su morsetti componibili o con semplice vite. Con connettori a compressione, se sono da connettere più conduttori fra di loro in scatole dove manchino le morsettiere.

c) Conduttori flessibili oltre 6 mm² o rigidi oltre 10 mm².

Mediante capicorda a compressione in ogni caso, ad eccezione degli allacciamenti ad apparecchiature o terminali muniti di morsetti adatti al serraggio di conduttori cordati.

Mediante connettori a compressione, se sono da connettere più conduttori fra di loro in cassette dove manchino le morsettiere.

d) Conduttori di terra a filo o cordati.

Mediante capicorda a compressione o mediante saldatura, in ogni caso ad eccezione degli allacciamenti ad apparecchiature munite di morsetti adatti al serraggio di conduttori di questo tipo.

Mediante connettori a compressioni nelle giunzioni.

e) Conduttori di terra a piattina.

Mediante sovrapposizione delle parti e connessioni imbullonate con almeno due bulloni.

Le connessioni direttamente interrate dovranno essere anche protette dai contatti col terreno per evitare corrosioni elettrochimiche e ossidazioni.

7.1.2.i) Requisiti, criteri e modalità per la posa dei cavi "aerei" in passerelle, canalette o cunicoli non riempiti

Sono considerate pose aeree le seguenti:

- a) in passerella, canalette o cunicoli non riempiti;
- b) in vista su opere murarie o metalliche;
- c) su fune d'acciaio

Materiale di supportazione



STUDIO TECNICO RIVIZZIGNO



Tutte le passerelle, le canalette, le mensole, le staffe ed ogni accessorio dovranno essere in materiale non combustibile, stabile ed inerte e resistente alla corrosione o adeguatamente trattato contro la corrosione dovuta all'ambiente d'installazione.

In particolare, il materiale ferroso dovrà essere zincato a caldo per immersione in conformità con le Norme CEI 7-6 o con analogo trattamento.

Le modalità di esecuzione delle passerelle, canalette, mensole, staffe, ecc., dovranno essere indicate nella documentazione di progetto.

Le passerelle relative ai percorsi principali dei cavi; esse dovranno essere dimensionate almeno per:

- 50 kg/m² di carico uniformemente distribuito;
- 80 kg di carico concentrato oltre al carico uniformemente distribuito, senza che la freccia superi 1/300 del passo di supportazione.

I punti di sostegno delle passerelle o canalette sia quelli dei singoli cavi dovranno essere in quantità ed esecuzione adeguate al carico e alle sollecitazioni previste.

I sostegni dovranno essere fissati alle strutture metalliche o ai muri ma non alle scale di servizio per il personale; quando essi dovranno essere annegati in calcestruzzo, muratura o terreno, i materiali di sostegno dovranno essere adeguatamente protetti onde evitare corrosioni.

Le passerelle e le canalette e i cunicoli dovranno essere realizzati in modo che nei cambiamenti di direzione i cavi siano sostenuti e assumano raggi di curvatura non inferiore a quelli previsti.

Le passerelle e le canalette aperte e sovrapposte salvo diversamente indicato nei documenti di progetto, dovranno essere tenute ad una distanza tra loro dipendente dalla larghezza delle stesse e in ogni caso non inferiore ai valori seguenti:

Larghezza passerella o canaletta	Distanza in verticale per passerelle tra loro accessibili	
	da entrambi i lati	da un lato solo
1,00 m	0,60 m	0,80 m
da 0,61 a 1,00 m	0,40 m	0,60 m
da 0,46 a 0,60 m	0,30 m	0,40 m
da 0,31 a 0,45 m	0,25 m	0,30 m
fino a 0,30 m	0,25 m	0,25 m

Requisiti di posa

I cavi dovranno essere posati dritti e non sottoposti a sforzi di torsione in modo che siano appoggiati omogeneamente sui supporti; l'interdistanza dei cavi dovrà essere come previsto nei documenti di progetto.

I cavi dovranno essere sostenuti da passerelle a cui verranno fissati con fascette; i cavi all'interno dovranno essere disposti paralleli su di un unico strato con i cavi di comando alternati a quelli di potenza.

Su doppio strato è ammesso solo se concordato con la Direzione Lavori.

I morsetti a cavallotto, le graffette o le fascette impiegate per il fissaggio definitivo, dovranno essere dimensionate in modo da resistere alle sollecitazioni termiche e dinamiche del cavo.

Inoltre esse dovranno essere installate in posizione tale da evitare eccessivi sforzi di trazione sui morsetti terminali dei singoli conduttori durante tali sollecitazioni.

I cavi, quando posati orizzontali su passerelle, cunicoli non riempiti e canalette, dovranno essere fissati almeno nei seguenti punti:

- a) ad ogni cambio di direzione del percorso cavi;
- b) ad intervalli non superiori a 10 m;

c) all'inizio e alla fine del percorso orizzontale.

I cavi, quando posati su passerelle, cunicoli non riempiti o canalette, verticali o in ogni modo inclinate oltre 30 gradi sul piano orizzontale, dovranno essere fissati almeno nei seguenti punti:

- a) all'inizio o alla fine del percorso verticale o inclinato;
- b) ad ogni cambio di direzione del percorso cavi;
- c) ad intervalli non superiori a 1,0 m.

7.1.3 Scelta dei cavi

I cavi elettrici che potranno essere utilizzati saranno quelli conformi alle norme relative, in base alle condizioni d'utilizzo. Visto la nuova installazione dovranno essere utilizzati cavi:

Posa all'interno, entro tubazioni incassate, tubazioni a parete e/o soffitto, canaline

- N07V-K

Posa all'interno, entro canali e per posa a vista fissa o mobile

- FG70R
- FG7R
- N1VV-K
- FROR

7.1.4) Dispositivi di protezione delle condutture

Condizioni generali di protezione dei conduttori

Il problema della protezione dai sovraccarichi e dai corto circuiti delle condutture è essenzialmente un problema tecnico, in quanto si devono limitare le correnti in modo tale che il conduttore non raggiunga, per effetto Joule, temperature tanto elevate da compromettere l'integrità e la durata dell'isolante.

Si distinguono tre casi ai quali corrispondono altrettante temperature massime ammissibili:

- il regime permanente che può dare luogo a temperature che la conduttura deve sopportare per tempi indefiniti;
- il regime di sovraccarico che può dare luogo a temperature che nel giro di qualche ora porterebbero al rapido deterioramento del cavo se non venissero interrotte tempestivamente;
- il corto circuito dovrà essere invece interrotto in tempi brevissimi, dell'ordine di qualche centesimo di secondo, durante il quale si possono ammettere temperature maggiori.

I tempi di interruzioni delle sovracorrenti dovranno essere tali da ammettere una vita in esercizio ordinario della conduttura di 20 anni ed una perdita di vita pari a 1/1000 per ogni singolo sovraccarico o corto circuito.

Le temperature caratteristiche dei cavi sono sintetizzate nella seguente tabella.

Tipo di isolante (denominazione comune)	Temperatura massima di esercizio °C	Temperatura massima di sovraccarico °C	Temperatura massima di corto circuito °C
G1b (gomma)	75	120	200
EI2 (gomma)	180	330	350
G5 (EPR)	90	150	350
G7 (HEPR)	90	150	250
G9	90	150	250
G10	90	150	250
TI2 (PVC)	70	110	150
R2 (PVC)	70	110	160
TI3 (PVC)	70	110	160



TI4 (PVC)	70	110	160
-----------	----	-----	-----

Casi nei quali può essere omessa la protezione dal sovraccarico

La norma indica i seguenti casi di possibile omissione della protezione del sovraccarico:

- condutture che sono derivate da una conduttura principale protetta contro i sovraccarichi con dispositivo idoneo ed in grado di garantire la protezione anche delle condutture derivate.
- condutture che alimentano utilizzatori che non possono dar luogo a correnti di sovraccarico, quali resistenze.
- condutture che alimentano apparecchi con proprio dispositivo di protezione che garantiscono anche la protezione della conduttura di alimentazione.
- condutture che alimentano motori quando la corrente assorbita dalla linea con rotore bloccato non supera la portata I_z.
- conduttura che alimenta diverse derivazioni singolarmente protette contro i sovraccarichi, quando la somma delle correnti nominali dei dispositivi di protezione delle derivazioni non supera la portata I_z della conduttura principale.

Casi nei quali si raccomanda di non proteggere dal sovraccarico

La norma non fa esplicito divieto ma raccomanda l'omissione della protezione contro i sovraccarichi nei seguenti casi:

- circuiti di eccitazione delle macchine rotanti.
- circuiti di alimentazione degli elettro magneti.
- circuiti secondari dei trasformatori di corrente.
- circuiti che alimentano dispositivi di estinzione dell'incendio.

Condizioni generali di protezione dal corto circuito

Le condizioni generali per la protezione contro il corto circuito sono le seguenti:

- l'apparecchio dovrà essere installato all'inizio della conduttura protetta, con una tolleranza di 3 m dal punto di origine (se non vi è pericolo d'incendio e se si prendono le ordinarie precauzioni atte a ridurre al minimo il rischio di corto circuito).
- l'apparecchio non dovrà avere corrente nominale inferiore alla corrente d'impiego.
- l'apparecchio di protezione dovrà avere potere d'interruzione non inferiore alla corrente presunta di corto circuito nel punto ove l'apparecchio stesso verrà installato.
- l'apparecchio dovrà intervenire, in caso di corto circuito che si potrà verificare in qualsiasi punto della linea protetta, con la tempestività al fine di evitare che gli isolanti assumano temperature eccessive.

Valori dell'energia specifica passante dei conduttori

Le norme in vigore prescrivono che l'energia specifica passante lasciata passare dall'interruttore durante il corto circuito non superi il valore espresso dalla relazione:

$$[i(t)]^2 \leq K^2 S^2 = \text{integrale di Joule}$$

dove K è una costante che vale 115 per i conduttori isolati in PVC, vale 135 per i conduttori isolati in gomma G2 e vale 143 per i conduttori isolati in gomma G5 o maggiore e per i conduttori isolati in polietilene reticolato EPR.

Sviluppando questa relazione si ottengono i valori massimi ammissibili in $(A^2Sec) \cdot 10^3$ dell'integrale di Joule.

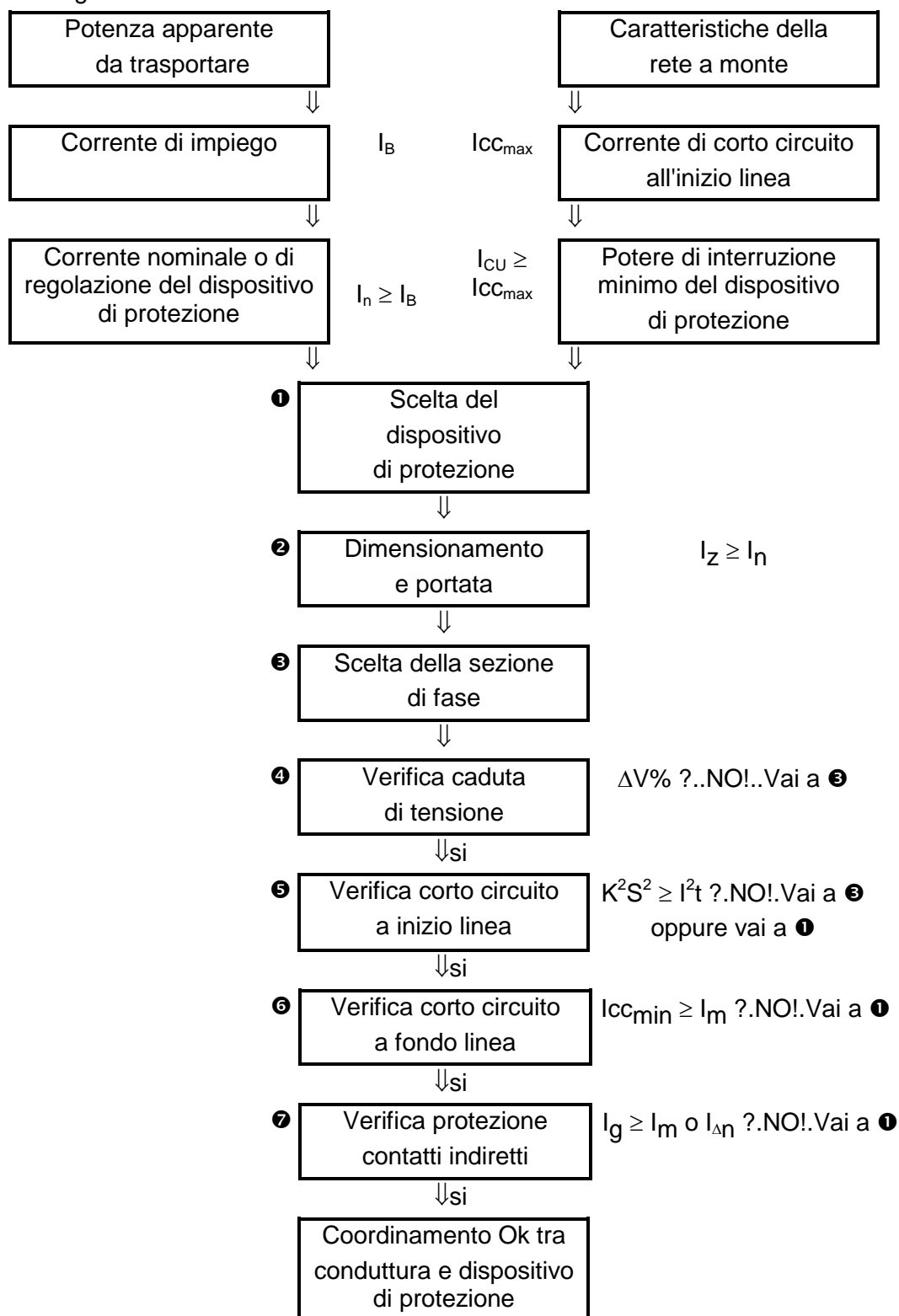
Isolamento dei cavi in rame			
Sezione mm²	PVC K = 115	Gomma G2 K = 135	Gomma G5 o polietilene (EPR) K = 143
1	13,2	18,2	20,4
1,5	29,7	41	46
2,5	82,5	113	128
4	211,6	291	328
6	476,1	656	737
10	1.322	1.822	2.045
16	3.385	4.665	5.235
25	8.265	11.390	12.781
35	16.200	22.325	25.050
50	33.062	45.562	51.126
70	64.802	89.302	100.200
95	119.335	164.480	184.553
120	190.440	263.440	294.466
150	297.562	410.062	460.102
185	452.625	625.750	699.867
240	761.760	1.049.760	1.177.863

Verifica dell'integrale di Joule

Dovrà essere effettuata la verifica grafica dell'integrale di joule per tutti i casi più sfavorevoli; queste verifiche dovranno essere parte integrante della documentazione del "come costruito" finale.

7.1.4.a) Coordinamento tra condotta e dispositivo di protezione

In ogni caso il coordinamento tra condotta e dispositivo di protezione dovrà essere eseguito secondo il seguente schema di flusso.



7.2) Dispositivi di protezione contro le sovracorrenti e corto circuiti.**7.2.1) Dispositivi automatici ad interruttore.****7.2.1.a) Norme di riferimento**

Due sono le norme tecniche che riguardano gli interruttori automatici:

- CEI EN 60898 (CEI 23-3 e sm.i.)

Questa norma si applica agli interruttori automatici per impianti domestici e similari, destinati ad essere utilizzati da persone non addestrate, per il funzionamento a frequenza 50-60 Hz, tensione nominale non superiore a 400 V, corrente nominale a 125 A e potere d'interruzione fino a 25 kA.

- CEI EN 60947-2 (CEI 17-5 e s.m.i.)

Questa norma si applica per gli interruttori automatici per impieghi industriali, con tensione nominale non superiore a 1000 V a.c. e 1500 V d.c., per qualunque valore di corrente nominale, tipo costruttivo ed utilizzazione.

7.2.1.b) Correnti di riferimento

Le caratteristiche di intervento degli interruttori automatici sono definite in funzione delle seguenti correnti di riferimento:

I_n = Corrente nominale:

corrente assegnata dal costruttore e che l'interruttore è destinato a portare in servizio ininterrotto, alla temperatura ambiente di riferimento specificata (30 °C).

I_{nf} = Corrente di non funzionamento:

massimo valore di sovracorrente che non determina l'intervento delle protezioni dell'interruttore entro il tempo convenzionale.

I_f = Corrente di funzionamento:

minimo valore di sovracorrente che determina l'intervento certo delle protezioni dell'interruttore entro il tempo convenzionale.

I_{m1} = minima sovracorrente che può determinare l'intervento delle protezioni elettromagnetiche.

I_{m2} = minima sovracorrente che determina l'intervento certo delle protezioni elettromagnetiche.

I valori nominali e convenzionali presi dalle rispettive norme sono sotto riportati.

Norma	Correnti nominali	I_{nf} / I_n	I_f / I_n	Tempo convenzionale
CEI EN 60898 CEI 23-3; 17-5; IV ed.	fino a 63 A	1,13	1,45	1 h
	oltre 63 A	1,13	1,45	2 h
CEI EN 60947-2 CEI 17-5; V ed.	fino a 63 A	1,05	1,3	1 h
	oltre 63 A	1,05	1,3	2 h

7.2.1.c) Caratteristiche di intervento

La norma CEI EN 60898 (CEI 23-3; IV edizione) prevede tre tipi di caratteristica di intervento, differenziate tra loro dai valori minimo e massimo dell'intervento magnetico.

La tabella che segue riporta detti valori ed il relativo campo d'impiego:

Tipo	I_{m1}	I_{m2}	Impiego tipico
B	3 In	5 In	protezione di generatori e di grandi lunghezze di cavo
C	5 In	10 In	protezione di cavi e di impianti che alimentano apparecchi utilizzatori ordinari
D	10 In	20 In	protezione di cavi e di impianti che alimentano utilizzatori con elevate correnti di avviamento

7.2.2) Dispositivi a fusibile

7.2.2.a) Norme di riferimento

Le norme tecniche che riguardano i dispositivi a fusibile sono:

- IEC 127; per i fusibili a vetro
- IEC 269.1 e 269.2; per i fusibili a cartuccia e a coltello
- CEI 32-1; prescrizioni generali
- CEI 32-4; fusibili per applicazioni industriali
- CEI 32-5; fusibili per applicazioni domestiche
- CEI 32-6; fusibili in miniatura
- CEI 32-7; cartucce per la protezione di dispositivi a semiconduttore
- DIN 43620; per i fusibili a coltello

7.2.2.b) Classificazione

I fusibili si possono classificare in tre grandi gruppi:

- fusibili in miniatura: destinati alla protezione di apparecchiature elettriche ed elettroniche; essi sono caratterizzati da bassi poteri d'interruzione e basse energie di corto circuito; si classificano in ultra rapidi (FF), rapidi (F), semi ritardati (M), ritardati (T) e super ritardati (TT).
- fusibili di uso generale: destinati alla protezione di linee; essi sono caratterizzati da un elevato potere d'interruzione, l'intervento è di tipo rapido in quanto non consente il permanere di sovraccarichi di oltre tre volte In per tempi superiori a qualche secondo.
- fusibili per uso combinato: destinati alla protezione dal solo corto circuito; trovano loro impiego nella combinazione con i relè termici per la protezione dei motori asincroni trifasi; essi sono caratterizzati da un elevato potere d'interruzione e da valori dell'integrale di joule molto ridotti.

7.2.2.c) Correnti di riferimento

Le caratteristiche di intervento dei fusibili sono definite in funzione delle seguenti correnti di riferimento:

I_n = Corrente nominale:

corrente assegnata dal costruttore e che il fusibile è destinato a portare in servizio ininterrotto, alla temperatura ambiente di riferimento specificata (30 °C).

I_{nf} = Corrente di non fusione:

massimo valore di sovracorrente che non determina l'intervento del fusibile entro il tempo convenzionale.

I_f = Corrente convenzionale di fusione:

minimo valore di sovracorrente che determina l'intervento certo del fusibile entro il tempo convenzionale.

I valori nominali e convenzionali per le cartucce normalizzate " gI " sono sotto riportati.

Correnti nominali	I_{nf} / I_n	I_f / I_n	Tempo convenzionale
4 ÷ 10	1,5	1,9	1 h
12 ÷ 25	1,4	1,75	1 h
32 ÷ 63	1,3	1,6	1 h
80 ÷ 100	1,3	1,6	2 hh
125 ÷ 160	1,2	1,6	2 hh
200 ÷ 400	1,2	1,6	3 hh
500 ÷ 1000	1,2	1,6	4 hh

7.2.2.d) Caratteristica d'intervento

Per i fusibili, la caratteristica d'intervento, chiamata anche " tempo - corrente " è il diagramma (generalmente in scala logaritmica) che fornisce il valore del tempo "virtuale" d'interruzione in funzione della corrente interrotta presunta.

Il tempo " virtuale " coincide con il tempo reale e la corrente interrotta presunta con la corrente effettiva solo per bassi rapporti di sovraccarico, cioè fino a $10 \div 12,5 I_n$.

Per sovracorrenti di maggiore entità si hanno forti poteri limitatori, in modo tale che la corrente effettivamente interrotta è notevolmente minore della presunta ed il tempo virtuale è il rapporto tra I^2t e I^2_{cc} ; ne consegue quindi che la caratteristica d'intervento e la caratteristica I^2t / I^2_{cc} sono in genere ricavabili l'una dall'altra.

Poteri d'interruzione e caratteristica I^2t

La norma impone un potere d'interruzione minimo di 20 kA per i fusibili destinati alle applicazioni domestiche e simili e di 50 kA minimi per i tipi destinati alle applicazioni industriali.

Le caratteristiche I^2t assumono un andamento inverso, cioè tanto maggiore è la corrente di corto circuito, tanto maggiore sarà l'effetto di limitazione dell'integrale di joule; per questa ragione la verifica di I^2t dovrà essere eseguita soltanto nell'ipotesi di corto circuito nel punto terminale della condotta (I_{cc} min).

Condizioni generali di protezione dal sovraccarico

I fusibili devono avere correnti nominali sensibilmente inferiori alla portata massima della linea da proteggere, poiché se si scegliesse un fusibile con corrente nominale pari alla portata massima I_z , si avrebbe l'intervento convenzionale per sovraccarico di $1,6 \div 1,9 I_z$ e ciò significherebbe avere sovraccarichi termici sugli isolanti di $2,6 \div 3,6$ volte maggiori di quelli ammessi.

Qualora in una condotta non siano prevedibili lievi sovraccarichi la condizione di protezione minima si realizzerà per I_f non superiore a $1,45 I_z$, cioè per correnti nominali del fusibile non superiore al $76 \div 90 \%$ di I_z .

Se invece si prevedono lievi sovraccarichi e si voglia ottenere l'intervento non appena la corrente supererà la portata massima I_z della condotta, bisognerà scegliere fusibili con corrente nominale non superiore al $55 \div 60 \%$ di I_z , che equivale a dire sfruttare il rame installato al $55 \div 60 \%$.

Condizioni generali di protezione dal corto circuito

I fusibili, come anzidetto, possiedono un comportamento critico per basse correnti di corto circuito nel senso che potrebbero non interromperle tempestivamente consentendo un eccessivo riscaldamento del cavo.

Se il fusibile è dimensionato per proteggere il cavo dal sovraccarico, allora non si avranno correnti critiche e non occorrerà eseguire la verifica dell'integrale di Joule.

Se invece il fusibile è sovradimensionato rispetto I_z , si dovrà verificare il suo comportamento in caso di corto circuito nel punto terminale della linea.

7.3) Sistemi di contenimento e supporto

La scelta del sistema di supporto dovrà seguire criteri di economicità, praticità. In particolare per la posa di tubazioni in ingresso agli edifici si dovranno prendere opportuni accorgimenti in modo da evitare il convogliamento di liquidi, anche di condensa, all'interno delle strutture. Si dovranno tenere opportunamente segregate le parti libere dei sistemi di contenimento in modo da non favorire l'ingresso e il passaggio di animali all'interno degli ambienti.

7.3.1) Tubi protettivi per incasso

I tubi protettivi isolanti, da installarsi sotto traccia, saranno del tipo leggero (se installati a soffitto) e pesante (se installati a parete o a pavimento), in base al luogo di installazione. Il diametro interno dei tubi protettivi sarà 1,3 volte maggiore del diametro del fascio di cavi contenuti, con un minimo di 10 mm di diametro (corrispondente a tubazione con diametro esterno minimo di 16 mm).

7.3.2) Tubi protettivi per installazione a parete o soffitto

Tutti i tubi protettivi per esterno dovranno essere saldamente ancorati alle strutture con idonei e previsti sistemi di ancoraggio. Saranno utilizzati, nelle installazioni a quota superiore a 2,5m dal piano di calpestio, tubi protettivi di tipo in PVC leggero, quando sarà ritenuta minima la possibilità di danneggiamento per urto meccanico. Tutte le tubazioni in PVC posate ad altezza inferiore a 2,5m, saranno del tipo pesante.

7.3.3) Canali e passerelle portacavi

La sezione occupata dai cavi energia non deve superare il 50% della sezione utili del canale stesso, e all'interno delle quali non potranno esserci connessioni.

Tutti i canali saranno muniti di coperchio, con un grado di protezione minimo complessivo IP4X. Non saranno utilizzati conduttori senza guaina protettiva, visto la nuova installazione.

Le staffe di supporto dei canali e delle passerelle saranno scelti e dimensionati (numericamente, dimensionalmente) in base al tipo di supporto che dovranno garantire e in base ad eventuali futuri ampliamenti.

7.3.4) Cassette di smistamento e derivazione

Tutte le cassette saranno munite di viti di fissaggio. Lo spazio interno libero dovrà essere al termine dell'installazione superiore al 50%, tenendo conto sia dei cavi sia delle giunzioni.

7.4) Distribuzione all'esterno

7.4.1) Illuminazione

Tutte le apparecchiature poste all'esterno saranno dotate di opportuno grado di protezione sia per quanto riguarda la penetrazione dai liquidi e polvere, che per quanto riguarda la protezione meccanica e la corrosione.

La seguente tabella riassume le varie possibilità di scelta per i pali di illuminazione e gli accorgimenti che dovranno essere presi contro le corrosioni.

MATERIALE	PROTEZIONE ALLA CORROSIONE	NOTE
Acciaio	Zincatura a caldo per immersione	
Acciaio	Verniciatura antiruggine	Ripetizione della verniciatura non superiore a 5 anni
Acciaio	Bitumatura interna	
Acciaio	Bitumatura della parte interrata	
Alluminio	Bitumatura della parte interrata	
Vetroresina	Non necessaria	

Le scelte del tipo di palo saranno fatte in base alle sollecitazioni meccaniche, estetiche, economiche e saranno scelte dalla D.L. a seguito della disponibilità economica per la realizzazione delle opere.

7.4.2) Prese a spina

Tutte le prese a spina saranno di tipo protetto contro gli effetti della pioggia e degli spruzzi, con un grado di protezione minimo IP55.

7.4.3) Distribuzione

La distribuzione esterna sarà realizzata attraverso cavidotti flessibili interrati in PVC serie pesanti a doppia parete protetti meccanicamente da eventuali danneggiamenti recabili da operazioni di scavo con attrezzi, e pozzetti in cls rompitratta, con botola carrabile. Le tubazioni saranno interrate ad una profondità di almeno 500 mm.

Tutti i pozzetti in cls saranno del tipo senza fondo, avranno dimensioni adeguate al numero di cavi presenti ed alle funzioni che dovranno svolgere, saranno posati su un adeguato strato di ghiaia in modo da far fluire l'acqua di infiltrazione.

Nel punto di entrata delle tubazioni nell'edificio sarà prestata adeguata attenzione all'inclinazione delle condutture in modo da non convogliare con le stesse liquidi, anche di condensa, all'interno della struttura.

I raggi di curvatura delle tubazioni saranno dimensionati in base alle linee che dovranno alloggiare, con un minimo di 100 mm.

I cavi utilizzati per la distribuzione esterna dovranno essere del tipo adatto anche per basse temperature, con una tensione nominale 0,6/1kV (Es. FG7).

Le giunzioni e le derivazioni se effettuate all'esterno dovranno restituire alla conduttura il grado di isolamento originario, quindi saranno realizzate con connessioni a compressione, nastro vulcanizzante e resina protettiva, o attraverso muffole.

Tutti le linee dovranno essere opportunamente contrassegnate entro le cassette di derivazione di partenza ed entro i pozzetti di smistamento con cartellini plastici con scritte indelebili o targhette in alluminio con impresso le scritte, comunque tutti saldamente fissati ai cavi.

7.5) Distribuzione all'interno

La distribuzione principale e secondaria dovrà essere eseguita tramite:

- Tubazione in PVC rigido in esecuzione a vista completo di scatole di derivazione e/o smistamento, raccordi e giunzioni, accessori di sostegno e quant'altro necessario.
- Canala metallica zincata e verniciata in esecuzione a vista completo di scatole di derivazione e/o smistamento, raccordi e giunzioni, accessori di sostegno e quant'altro necessario;

Il grado di protezione minimo di tutta la distribuzione principale e secondaria dovrà risultare non inferiore a IP2X e comunque, se maggiore, individuato in planimetria.

Particolare attenzione sarà prestata alla praticità e flessibilità della distribuzione realizzata, in modo da facilitare eventuali cambiamenti che potranno essere necessari. Saranno realizzati cavidotti per futuri ampliamenti e/o modifiche. La distribuzione dovrà essere del tipo radiale e/o ad anello con partenza delle varie linee dalla cassetta di derivazione di zona.

7.6) Punti di comando e segnalazione

Tutti i punti di comando saranno scelti in modo da permettere una soddisfacente fruibilità degli impianti elettrici.

Tutte le altre accensioni saranno localizzate e comunque individuate in planimetria.

Particolare attenzione sarà data a tutti gli apparecchi elettrici che saranno soggetti a manutenzione non elettrica, per tali utenze è previsto opportuni comandi di sezionamento nelle immediate vicinanze in modo da permettere una facile e sicura manovra di messa in sicurezza per operazioni di manutenzione.

Le segnalazioni saranno opportunamente scelte in modo da indicare in modo chiaro ed univoco i segnali. A tale scopo saranno utilizzate anche opportune targhe con scritte indelebili saldamente fissate. I colori che si utilizzeranno per le segnalazioni luminose saranno prevalentemente:

- | | |
|----------|----------------------------|
| - Rosso | Pericolo/allarme |
| - Giallo | Attenzione |
| - Verde | Sicurezza/servizio normale |
| - Blu | Significato speciale |
| - Bianco | Significato generale |

Tutte le segnalazioni sonore saranno scelte in modo da far percepire il segnale, senza provocare panico o incertezze.

7.7) Prese a spina

Dovranno essere utilizzate prese del tipo domestico con alveoli attivi schermati e/o prese di tipo industriale con grado di protezione minimo IP4X e comunque, se maggiore, individuato in planimetria. Per tutte le prese a spina si terrà un'altezza minima dal piano di calpestio di 0,4m, fatta eccezione per le prese installate direttamente su canala a battiscopa e/o cornice che manterranno un'altezza tale da poter essere raggiunta tramite gli accessori del canale stesso.

7.8) illuminazione interna

L'illuminazione artificiale interna sarà dimensionata in modo da permettere un facile riconoscimento degli oggetti e favorire l'attività da svolgere limitando l'insorgere dell'affaticamento e rendendo chiaramente percepibili le situazioni pericolose.

L'illuminazione artificiale dovrà essere realizzata con apparecchi idonei all'ambiente di utilizzo sia per il tipo sia per il grado di protezione.

Tutti i corpi illuminanti dovranno essere installati in modo da non essere, il più possibile, danneggiati accidentalmente e le lampade non dovranno essere a portata di mano. Tutte gli apparecchi di illuminazione dovranno essere resistenti alla fiamma ed all'accensione, e quelli

sospesi dovranno essere montati in modo da non danneggiare con il loro movimento i cavi di alimentazione.

In particolare l'illuminazione artificiale all'interno dei locali uffici e comunque in tutti quei locali dove si faccia uso di videoterminali, dovrà essere realizzata con apparecchi illuminanti a tubi fluorescenti con ottiche a bassissima luminanza antiriflesso tipo Dark-Light onde evitare fastidiosi fenomeni di abbagliamento.

7.9) illuminazione esterna

L'impianto di illuminazione esterno dovrà essere dimensionato per favorire le attività da svolgere in questi luoghi.

Gli apparecchi illuminanti avranno un grado di protezione non in contrasto con la seguente tabella

Installazione dei componenti	Grado di protezione	note
Protetti dalla pioggia e ad altezza uguale o superiore a 3m dal suolo	IP22	
Esposti alla pioggia e ad altezza uguale o superiore a 3m dal suolo	IP23	
Posti ad altezza inferiore a 3m dal suolo	IP43	Accesso alle parti attive solo con uso di attrezzi a chiave
Apparecchi di illuminazione con coppa di chiusura del vano lampada	IP44	
Componenti interrati	IP57	

Il tipo di lampade utilizzate sarà scelto in base a criteri di utilizzo, praticità, economicità.

Il tipo di corpi illuminanti, la loro dislocazione, e il loro puntamento sarà scelto in modo da limitare in modo più opportuno l'inquinamento luminoso.

Per ulteriori informazioni si rimanda alla relazione specialistica al capitolo "Illuminazione esterna".

7.10) Illuminazione di emergenza

L'illuminazione di emergenza sarà realizzata con corpi illuminanti autonomi a lampade fluorescenti di tipo a tubo e/o compatte PL, con batterie a tampone incorporate di tipo al Nichel-Cadmio con autonomia minima 1 ora e ricarica in 12/24 ore, idonei all'ambiente di utilizzo sia per il tipo sia per il grado di protezione. Tutti i corpi illuminanti autonomi di emergenza dovranno essere installati in modo da non essere, il più possibile, danneggiati accidentalmente e le lampade non dovranno essere a portata di mano. Tutte gli apparecchi di illuminazione dovranno essere resistenti alla fiamma ed all'accensione.

I suddetti corpi illuminanti sono installati in corrispondenza delle principali vie d'esodo con possibilità di individuare le uscite di emergenza in maniera agevole e sono completi di pittogrammi che indichino le vie di fuga in maniera chiara e univoca.

Al ritorno dell'alimentazione principale l'illuminazione di sicurezza si disinserisce automaticamente.

I circuiti di illuminazione artificiale di emergenza sono predisposti per avere i seguenti valori di illuminamento medio:

- Nelle aree di passaggio e nelle vie d'esodo sul piano di calpestio $E_m \geq 2$ lux;
- In corrispondenza di porte e uscite di emergenza sul piano di calpestio $E_m \geq 5$ lux.

Si precisa che all'interno dei locali e nelle zone di passaggio il valore di illuminamento medio per l'illuminazione di emergenza dovrà essere realizzato anche in base ai valori di illuminamento presenti in condizione di normale esercizio all'interno del locale stesso. La scelta degli apparecchi di illuminazione deve tenere conto di assicurare l'economica realizzazione dei livelli di illuminamento suddetto.

7.11) Fonti energetiche rinnovabili (impianto fotovoltaico)

Il presente intervento ricade nell'ambito di applicazione del **DLgs 28/11**, pertanto è necessaria l'installazione di un impianto di produzione di energia a fonti energetiche rinnovabili.

Come da **DLgs 28/11** per nuovi edifici o quelli sottoposti a ristrutturazione rilevante, devono essere installati impianti per produrre energia elettrica da fonti rinnovabili, di potenza $P \geq S/K$ (kW), dove S (m^2) rappresenta la superficie coperta del fabbricato e K (m^2/kW) è un coefficiente variabile in base alla data di richiesta del titolo edilizio, nello specifico:

- 1) $K = 80$ dal 31/05/2012 al 31/12/2013;
- 2) $K = 65$ dal 01/01/2014 al 31/12/2016;
- 3) $K = 50$ dal 01/01/2017.

In Emilia Romagna prevale la delibera 967 del 24/7/2015 e s.m.i. in cui è indicato di realizzare una potenza elettrica come da formula precedente, considerando il K pari a 50 già dal 2015, rispettando però anche le seguenti disposizioni:

potenza elettrica P installata non inferiore a 1 kW per unità abitativa e 0,5 kW per ogni 100 m^2 di superficie utile energetica di edifici ad uso non residenziale.

I limiti di potenza precedenti sono:

- ridotti del 50% per gli edifici situati nei centri storici di cui all'art. A-7 della L.R. n. 20/00;
- incrementati del 10% per gli edifici pubblici.

Le valutazioni concernenti il dimensionamento ottimale dell'impianto e l'eventuale impossibilità tecnica di ottemperare devono essere evidenziate dal progettista nella relazione tecnica e dettagliate esaminando tutte le diverse opzioni tecnologiche disponibili.

In tali casi è fatto obbligo di aumentare l'indice di prestazione energetica complessiva dell'edificio secondo quanto stabilito nella legge regionale (non oggetto del presente intervento).

Per superficie si intende quella coperta ossia la proiezione sul piano orizzontale della sagoma planivolumetrica di un edificio. L'impianto, se installato su tetto, deve essere installato complanarmente alla copertura.

L'intervento in oggetto ricade quindi nella casistica in cui la potenza da installare, a fronte di una superficie in pianta del livello terra pari a circa **700 m^2** così come indicato negli elaborati forniti dal committente, risulta essere:

unità non abitative: $P \geq 15,4$ kWp ($700m^2/50 \times 1,1$ kW).

Scegliendo di realizzare una potenza dell'impianto pari a 15,984 kWp si ritiene soddisfatto il criterio stabilito nella precedente disequazione.

L'energia annua producibile dal suddetto impianto è stimata in circa 17 MWh.

L'impianto sarà realizzato su struttura posata su tetto piano. Per evitare possibili infiltrazioni di acque meteoriche, non sarà forata la copertura. Il sistema di staffaggio dell'impianto avverrà quindi mediante l'utilizzo di zavorre idoneamente certificate. La distribuzione dei cavi elettrici avverrà mediante le passerelle predisposte nella copertura, come indicato negli elaborati grafici allegati.

Per ulteriori informazioni si rimanda alla relazione specialistica al capitolo "impianto fotovoltaico".

7.12) Segregazioni

Tutte le volte che si attraverseranno elementi costruttivi con determinate resistenze all'incendio (REI) si ripristinerà l'originale grado di resistenza che si aveva prima del passaggio delle condutture. Gli elementi utilizzati per il ripristino del grado di resistenza all'incendio saranno del tipo più idoneo al ripristino occorrente.

Non saranno necessarie otturazioni in caso che le condutture circolari che attraverseranno l'elemento costruttivo abbiano un grado di protezione almeno IP33 e un diametro interno massimo di 30 mm.

8) IMPIANTI SPECIALI

Anche se non richiesto normativamente dovranno essere utilizzati per i vari impianti ausiliari tubazioni colorate diversamente, in modo da poter identificare in modo più immediato tutti i circuiti.

8.1) Impianti elettrici per locali fruibili da persone con mobilità ridotta

I locali in cui possono avere accesso persone su sedia a rotelle, eccetto di quelli tecnici e di servizio, dovranno essere fruibili da persone con mobilità ridotta, quindi tutti i comandi dovranno essere accessibili.

L'altezza di installazione delle apparecchiature dovrà essere:

Apparecchiatura	Limiti consigliati (m)	Limiti estremi (m)
Campanelli e pulsanti di comando	0,6÷1,4	0,4÷1,4
Interruttori e quadri elettrici	0,75÷1,4	0,6÷1,4
Prese energia, televisive, telefoniche	0,6÷1,1	0,45÷1,15
Citofono	1 20÷1 30	1 10÷1 30

8.2) Impianto di allarme bagni disabili

All'interno dei bagni disabili sarà installato un impianto di richiesta di aiuto tramite pulsanti a tirante alimentati da sorgente di tipo SELV installati in prossimità della tazza e della eventuale vasca e/o piatto doccia. La chiamata, effettuata tramite i pulsanti a tirante suddetti, attiverà una segnalazione ottico acustica, posizionata all'esterno del locale bagno, in posizione facilmente visibile, la cui attivazione dovrà essere comandata esclusivamente da pulsante di tipo NC installato all'interno del bagno disabili.

8.3) Impianto di rivelazione incendi

L'impianto di rivelazione incendi sarà del tipo con centrale a microprocessore e rivelatori di tipo indirizzato per la facile identificazione della zona di allarme. Oltre alla centrale e ai rivelatori fotoottici di fumo l'impianto sarà completo di pulsanti di allarme a rottura vetro, cassonetti luminosi con allarme incendio ottico acustico e sirena da esterno autoalimentata. L'impianto è predisposto per funzionare in mancanza di tensione per un tempo $t \geq 30$ min. tramite batterie al Pb-Ca adatte al funzionamento in tampone. Si precisa che i cavi di alimentazione e di collegamento ai vari componenti dell'impianto saranno di tipo schermato per impianti di sicurezza CEI 20-37/6 e CEI 20-38/1 con tensione di isolamento 1kV IMQ sezioni $S = 2 \times 1 \text{ mm}^2$ e/o $2 \times 0,22 + 2 \times 0,75 \text{ mm}^2$. I locali oggetto di rivelazione incendi sono quelli della caserma dei carabinieri come indicato nella planimetria allegata. Per maggiori dettagli sull'impianto rivelazione incendi, vedasi la relazione specialistica al paragrafo “

8.4) Impianto videocitofonico

L'impianto videocitofonico sarà in parte realizzato come predisposizione. La parte realizzata potrà constare di due posti interni da tavolo e/o da parete, completi di video, microtelefono, pulsanti di apertura cancello pedonale, apertura porta ingresso ed eventuale pulsante per accensione illuminazione esterna e ingresso posizionato all'interno dell'ufficio e comunque in luogo sempre presidiato e un posto esterno completo di modulo fonico e un pulsante illuminabile con targhetta portanome da installare in prossimità del cancello pedonale di ingresso.

8.5) Impianto telefonico e distribuzione dati

L'impianto telefonico sarà distribuito tramite cavo tipo doppino telefonico a coppie twistate e farà capo al centralino telefonico posizionato all'interno dell'ufficio e comunque in luogo sempre

presidiato. Ogni postazione di lavoro, quindi le prese degli uffici, sarà munita oltre che di prese di energia da circuito ordinario e da circuito preferenziale, anche di 3 prese dati.

Saranno predisposte tubazioni per la distribuzione dati computer. Per maggiori dettagli vedasi la relazione specialistica al paragrafo “cablaggio strutturato”.

8.6) Impianto antintrusione

L'impianto antintrusione sarà realizzato come da indicazioni presenti nei precedenti capitolo di questa relazione. Tale impianto dovrà rispondere ai requisiti minimi richiesti dalla norma CEI 79-3 ed in particolare dovrà essere previsto sugli accessi esterni (finestre, porte, ecc.) e dovrà essere integrato con rivelatori volumetrici interni. La disposizione di tale impianto è rappresentato nelle tavole allegate. Per maggiori dettagli vedasi la relazione specialistica al paragrafo “sistemi di allarme intrusione”.

8.6) Impianto di videosorveglianza

L'impianto di video sorveglianza sarà predisposto sia esternamente che internamente. I punti previsti per la futura installazione delle telecamere sono indicati nelle tavole allegate. Seppur l'impianto sia solamente una predisposizione, è opportuno definirne i requisiti base in modo che in fase installativa non possano esserci errate interpretazioni. Per maggiori dettagli vedasi la relazione specialistica al paragrafo “impianti di videosorveglianza”.

9) IMPIANTO DI PROTEZIONE

9.1) Collegamenti equipotenziali

I collegamenti equipotenziali saranno effettuati su:

- Tubazioni metalliche in ingresso all'edificio (gas, acqua, ...);
- Tubazioni e canalizzazioni impianti trattamento aria;
- Tubazioni circuiti idraulici (acqua calda, acqua fredda, aria compressa, ecc.);
- Vie di corsa degli ascensori;
- Armature metalliche principali del cemento armato (ove possibile);
- Nei locali contenenti bagni o docce;

Tutte le tubazioni in entrata saranno collegate il più vicino possibile al punto di ingresso.

I collegamenti equipotenziali principali saranno scelti con dimensioni minime:

sezione del conduttore di fase dell'impianto più elevata S_{max} (mm^2)	Sezione minima del corrispondente conduttore equipotenziale principale S_{eqp} (mm^2) in rame
$S \leq 10$	$S_{eqp} = S_{max}$
$16 \leq S \leq 25$	$S_{eqp} = S_{max}/2$ (Per sezioni non normalizzate si sceglierà quella immediatamente superiore)
$S > 25$	$S_{eqp} = 25$

I collegamenti equipotenziali supplementari dovranno rispettare le seguenti indicazioni:

- Il conduttore equipotenziale che collega due masse dovrà avere sezione non inferiore del più piccolo conduttore di protezione collegato a queste masse;
- Il conduttore equipotenziale che collega una massa ad una massa estranea non dovrà avere una sezione inferiore alla metà del corrispondente conduttore di protezione;
- Non dovrà avere sezione inferiore a $2,5mm^2$ se protetto meccanicamente, $4mm^2$ se non protetto meccanicamente;

10) IMPIANTO DI MESSA A TERRA

L'impianto di terra dovrà essere tale che:

- Il valore della resistenza di terra sia in accordo con le esigenze di protezione e di funzionamento dell'impianto elettrico;
- L'efficienza dell'impianto di terra si mantenga nel tempo;
- Le correnti di guasto e di dispersione a terra possano essere sopportate senza danni, in particolare dal punto di vista delle sollecitazioni di natura termica, termomeccanica ed elettromeccanica;
- I materiali abbiano adeguata solidità o adeguata protezione meccanica, tenuto conto delle influenze esterne;
- Siano limitati al minimo gli effetti della corrosione sia all'impianto stesso sia alle parti metalliche nelle vicinanze;
- Il tipo e la profondità di messa in opera dei dispersori devono essere tali da evitare che fenomeni di essiccazione e congelamento aumentino la resistenza di terra in modo da influire sul coordinamento con le protezioni;

10.1) Dimensioni minime degli elementi dispersori intenzionali

Le dimensioni e i tipi di dispersori che si potranno utilizzare sono:

<i>Posa</i>	<i>Tipo di Dispersore</i>	<i>Dimensioni</i>	<i>Acciaio Zincato a Caldo</i>	<i>Rame</i>
Per posa sul terreno	Piastra	Spessore (mm)	3	3
	Nastro	Spessore (mm) Sezione (mm ²)	3 100	3 50
	Tondino o conduttore massiccio	Sezione (mm ²)	50	35
	Conduttore cordato	Ø esterno (mm) Sezione (mm ²)	1,8 50	1,8 35
Per infissione nel terreno	Picchetto a tubo	Sezione (mm ²)	40 2	30 3
	Picchetto massiccio	Ø (mm)	20	15
	Picchetto in profilato	Spessore (mm) Dim. Trasvers. (mm)	5 50	5 50

10.2) Dimensioni minime dei conduttori di terra

I conduttori di terra dovranno rispettare le seguenti prescrizioni:

	<i>Protetti meccanicamente</i>	<i>Non protetti meccanicamente</i>
Protetti contro la corrosione	In accordo con le sezioni minime dei conduttori di protezione	16mm ² rame 16mm ² ferro zincato (CEI 7-6)
Non protetti contro la corrosione	25mm ² rame 50mm ² ferro zincato (CEI 7-6)	

10.3) Dimensioni minime dei conduttori di protezione

La sezione minima dei conduttori di protezione potrà essere calcolata rispettando la relazione:

$$S_p = \sqrt{I^2 t} / K$$

dove:

S_p è la sezione minima del conduttore espressa in mm^2

I È il valore efficace della corrente di guasto che può percorrere il conduttore di protezione per un guasto di impedenza trascurabile;

t È il tempo di intervento del dispositivo di protezione;

K È il fattore il cui valore dipende dal materiale del conduttore di protezione dell'isolamento e di altre parti e dalle temperature iniziali e finali. Per il valore consultare la norma CEI 64/8 sez. 543

Oppure essere scelta in base alla tabella:

Sezione dei conduttori di fase dell'impianto $S (\text{mm}^2)$	Sezione minima del corrispondente conduttore di protezione S_p
$S \leq 16$	$S_p = S$
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	$S_p = S/2$

Se il conduttore di protezione non fa parte della conduttura di alimentazione la sua sezione non dovrà essere inferiore a $2,5\text{mm}^2$ se protetto meccanicamente oppure 4mm^2 .

10.4) Tipologia di impianto che si realizzerà

L'impianto di messa a terra del fabbricato in oggetto sarà realizzato tramite la posa in opera di picchetti in acciaio zincato a caldo in profilato a croce e/o a "T" infissi nel terreno ad una profondità maggiore di 1,5 m intercollegati tramite corda nuda di rame sezione $S=25\text{mm}^2$ posata entro scavo ad intimo contatto con il terreno. L'impianto disperdente sarà collegato tramite conduttore di terra in cavo tipo N07V-K Giallo/Verde sezione $S=16\text{mm}^2$ al nodo collettore principale installato all'interno del quadro generale a cui faranno capo tutti i conduttori di protezione e i conduttori equipotenziali principali e secondari.

11) VERIFICHE STRUTTURALI INSERIMENTO IMPIANTI

Verifiche strutturali per edifici in zona sismica

Gli elementi strutturali secondari, non aventi funzione strutturale, sono stati verificati considerando gli effetti dell'azione sismica secondo quanto previsto dal punto 7.2.3. del DM 14/ 01/ 2008 e circolare 02/02/2009 n° 617 (NTC '80). Per la progettazione degli impianti inoltre sono state seguite le istruzioni del punto 7.2.4 delle succitata norma. Va premesso che data l'entità delle installazioni e dei limitati carichi non sussistono condizioni di particolare aggravio.

Fissaggio a soffitto di impianti e controsoffitti.

Essendo il solaio realizzato con predalles, con lastra inferiore sp. 4 cm calcestruzzo classe C28/35, saranno impiegati esclusivamente tasselli meccanici ad espansione diam. 6 mm lunghezza 30 mm, distribuiti in modo da garantire il non superamento della portata utile. I tasselli saranno testati prima della messa in opera dalla D.L.

Apparecchiature appoggiate a pavimento e/o sospese a parete

Le apparecchiature di cui sopra consistono in unità per la climatizzazione installate in copertura e apparecchiature elettriche quali quadri e gruppi di continuità.

Le apparecchiature di climatizzazione saranno fissate a parete mediante struttura metallica portante controventata, fissata a murature portanti mediante tasselli chimici, collegata alla struttura metallica con adeguati bulloni con interposti giunti antivibranti in teflon e/o gomma.

Pannelli fotovoltaici

I pannelli fotovoltaici saranno installati in copertura piano in appoggio alla guina di impermeabilizzazione su supporti di appoggio in calcestruzzo che costituiscono zavorra del pannello stesso. La struttura di collegamento di tutti i pannelli costituisce intercollegamento solidale donando maggiore resistenza e stabilità.