

COMPLETAMENTO E ADEGUAMENTO DEL CAMPO SPORTIVO DI VIA BORGHETTO SITO IN CANIPAROLA

Luogo di intervento
Via Borghetto - Caniparola di Fosdinovo

R.01.IE

Committente
Comune di Fosdinovo
Via Roma, 2, 54035
Fosdinovo - MS

Progetto architettonico
Arch. Gianluca Lavalle
Ing. Manuel Martini

Progetto Impianti elettrici
Per.ind. Andrea Baudone
Per.Ind.Gian Paolo Antonietti

Progetto Impianti meccanici
Ing. Michele Codeglia
Ing. Fabio Guida

**Coordinamento della
sicurezza in fase di
progettazione**
Ing. Alessandro Leva

Collaboratori
Ing.. Marco Russo
Ing. Luca Ratti
Arch. Alessandra Del Medico
Ing. Maria Ricco
Dott.ing. Elena Satti

Direttore Tecnico
Ing. Manuel Martini
Arch. Gianluca Lavalle

FABRICA S.c.r.l.
Società di Ingegneria
Via Don Minzoni 9
19020 Riccò del Golfo (SP)
P.IVA 01482600119
Tel.+39.0187768100
info@fabricalab.eu

PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE TECNICA IMPIANTO ELETTRICO

Formato: **A4**

Scala: --



IDENTIFICATIVO	REV.	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
COMMESSA					
TIPO DOCUMENTO					
PROGRESSIVO					
FASE					
DISCIPLINA					

FABRICA lab.eu

Pagina lasciata intenzionalmente vuota

SOMMARIO

1	PREMESSA.....	4
1.1	Scopo.....	4
1.2	Impianti elettrici e speciali previsti.....	4
2	DATI DI PROGETTO.....	5
2.1	Dati generali.....	5
2.2	Classificazione del sistema elettrico.....	5
2.3	Classificazione dei locali.....	5
2.3.1	Bagni e spogliatoi	5
2.3.2	Infermeria.....	6
2.3.3	Ambienti Esterni.....	6
2.3.4	Campo sportivo	6
3	Norme e leggi di riferimento	7
4	Vincoli generali da rispettare per l'installazione per le imprese esecutrici dei lavori	9
5	MISURE DI PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI E INDIRETTI	10
5.1	Impianto di protezione contro i contatti diretti	10
5.2	Impianto di protezione contro i contatti indiretti	10
6	IMPIANTO DI MESSA A TERRA E PROTEZIONE DALLE SCARICHE ATMOSFERICHE	11
6.1	Impianto di messa a terra.....	11
6.2	Sistemi di protezione da sovratensioni	12
7	PROTEZIONE CONTRO I CORTOCIRCUITI E I SOVRACCARICHI	13
8	IMPIANTI ELETTRICI (distribuzione e F.M.)	15
8.1	Descrizione generale	15
8.2	Posa dei cavi	15
8.2.1	Posa in passerella	15
8.2.2	Posa in tubazioni in PVC.....	15
8.2.3	Posa in tubazioni interrate.....	15
8.3	Quadri di protezione e comando	15
8.4	Conduttori	16
8.5	Giunzioni e derivazioni.....	17

8.6	Prese di servizio a spina.....	17
8.7	Impianti elettrici al servizio degli impianti meccanici.....	18
9	IMPIANTI ELETTRICI DI ILLUMINAZIONE	20
9.1	Descrizione generale	20
9.2	Illuminazione ordinaria	20
9.3	Illuminazione di emergenza	20
9.4	Livelli di illuminamento medio.....	21
10	IMPIANTO FOTOVOLTAICO	22
11	OBBLIGO DEL PROGETTO.....	23
12	OBBLIGO DI COMPETENZA.....	24
13	QUALITÀ DEL MATERIALE E DELLE COSTRUZIONI.....	25
14	CRITERI GENERALI.....	26
15	PREFERENZE DEI MATERIALI	27
16	SOVRADIMENSIONAMENTI	28
17	VARIANTI DI TRACCIATO.....	29
18	VARIAZIONE DELLE MODALITÀ DI INSTALLAZIONE DELLE CONDUTTURE.....	30
19	SCELTA DEI COMPONENTI E DIMENSIONAMENTO.....	31
20	MARCATURA CE.....	32
21	DIRETTIVA 2014/35/UE - ALLEGATO I: ELEMENTI PRINCIPALI DEGLI OBIETTIVI DI SICUREZZA DEL MATERIALE ELETTRICO DESTINATO A ESSERE ADOPERATO ENTRO TALUNI LIMITI DI TENSIONE.....	33
	Requisiti generali	33
	Protezione dai pericoli che possono derivare dal materiale elettrico	33
	Protezione dai pericoli dovuti all'influenza di fattori esterni sul materiale elettrico	33

1 PREMESSA

La presente relazione tecnica definisce gli elementi fondamentali degli impianti elettrici e speciali nell'intervento di efficientamento energetico tramite realizzazione del nuovo impianto fotovoltaico e del nuovo impianto elettrico di illuminazione del campo sportivo A. B. Mulattieri nel Comune di Fosdinovo.

1.1 Scopo

Lo scopo della presente relazione è quello di fornire gli strumenti utili e le metodologie di calcolo per la corretta realizzazione degli impianti descritti.

1.2 Impianti elettrici e speciali previsti

Sono stati previsti i seguenti impianti e servizi:

- Impianti di messa a terra ed equipotenziale
- Distribuzione elettrica BT
- Impianto di prese FM
- Impianto di Illuminazione ordinaria del campo sportivo
- Impianto di Illuminazione ordinaria degli spogliatoi
- Impianto di illuminazione di sicurezza
- Impianti telefonici e trasmissione dati
- Impianti elettrici a supporto degli impianti meccanici

2 DATI DI PROGETTO

2.1 Dati generali

2.2 Classificazione del sistema elettrico

L'alimentazione dell'impianto elettrico è fornita dall'ente distributore (ENEL) in bassa tensione a 400 V.

Il conduttore neutro è collegato a terra nella cabina del Distributore e le masse delle utenze sono collegate all'impianto di terra di nuova realizzazione mediante il conduttore di protezione (PE). Il conduttore di neutro è considerato attivo a tutti gli effetti (può assumere tensioni pericolose, ad esempio a causa di cadute di tensione su di esso), e come tale deve essere sezionabile e quindi gli interruttori devono aprire su tutti i poli. Il conduttore PE invece non deve mai essere sezionato. La distribuzione del conduttore neutro è separata da quella del conduttore di protezione. Questo tipo di alimentazione BT è classificato dalla norma CEI 64-8 del tipo TT, di categoria 0 con tensioni fino a 50 Vc.a. e di categoria I con tensioni maggiori di 50 Vc.a. fino a 1000 Vc.a.

2.3 Classificazione dei locali

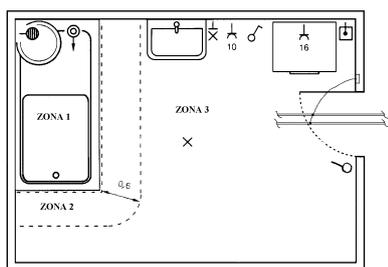
I locali dell'edificio sono destinati in prevalenza a spogliatoi, bagni e infermeria, presenterà quantità minime di materiale combustibile, si suppone quindi un carico d'incendio inferiore a 450 MJ/m².

Si ipotizza che non siano presenti condizioni per determinare ambienti a maggior rischio in caso di incendio di conseguenza tali locali saranno considerati, dal punto di vista elettrico, di **tipo ordinario**.

2.3.1 Bagni e spogliatoi

I locali bagni, servizi e doccia, sono classificati come luoghi umidi e/o bagnati; quindi, per gli impianti in questi locali si devono prendere i seguenti provvedimenti:

Nella zona di rispetto (ZONA 1 e 2), compresa tra il centro di pericolo (piatto doccia o vasca ZONA 0) sino a 0,6m all'intorno e per un'altezza di 2,25m dalla massima altezza del centro di pericolo (filo della vasca ecc.) non dovranno essere installati impianti o componenti elettrici.



Nella ZONA 3 (da 0,6m dal limite della vasca o doccia, sino a 3m per un'altezza di 2,25m) possono essere installati componenti elettrici con grado di protezione minimo pari a IP21 o, nei casi in cui per l'azione di pulizia vengano impiegati getti d'acqua, pari a IP55; la protezione contro i contatti indiretti dovrà essere realizzata mediante interruzione automatica del circuito con differenziale da 30mA.

Si realizzerà il collegamento equipotenziale supplementare di tutte le masse estranee entranti nei locali da bagno, mediante conduttore da 6mm².

Nei bagni espressamente costruiti per persone disabili si provvederà ad installare un impianto di chiamata d'emergenza con pulsante di chiamata a tirante disposto nei pressi del WC e pulsante di annullamento localizzato nel servizio.

Gli spogliatoi che non contengono docce sono classificati come luoghi ordinari.

Per quel che attiene all'illuminazione ordinaria sono adottati corpi illuminanti e relative lampade, atti a realizzare, con la minima potenza installata, valori di illuminamento commisurati all'ambiente, e rispetteranno i requisiti richiesti dalla norma UNI EN 12193: 2019 - Luce e illuminazione - Illuminazione sportiva e UNI EN 12464-1 Luce e illuminazione - Illuminazione dei posti di lavoro

2.3.2 Infermeria

Il locale adibito ad infermeria sarà classificato come luogo ordinario in quanto non saranno usate apparecchiature elettromedicali.

2.3.3 Ambienti Esterni

Gli impianti elettrici installati negli ambienti esterni, considerati come luoghi umidi e/o bagnati, devono avere un grado di protezione minimo contro la penetrazione dei liquidi, stabilito dalla norma europea CEI EN 60529 (classificazione CEI 70-1) pari a:

- IPX3 se esposti alle intemperie;
- IPX4 se esposti a spruzzi in tutte le direzioni;
- IPX5 se esposti a getti d'acqua di normale intensità in tutte le direzioni;
- IPX6 se esposti a getti d'acqua di forte intensità in tutte le direzioni.

2.3.4 Campo sportivo

Il campo sportivo, costituito da un campo da calcio appartenente al livello di attività di categoria 2, dovrà avere in impianto di illuminazione che soddisfi i criteri e le prescrizioni dettate dalle norme:

UNI EN 12193: 2019	Luce e illuminazione - Illuminazione sportiva Prospetto 4: scelta della categoria illuminotecnica Prospetto A.21: calcio all'aperto
NORME CONI 2008	Delibera 149 – Allegato 1 Norme CONI per l'impiantistica sportiva Tabella B: Caratteristiche illuminotecniche consigliate per attività sportive

3 Norme e leggi di riferimento

Nel presente paragrafo sono citate solo le principali norme e leggi di riferimento per l'esecuzione delle opere di impiantistica elettrica, per l'elenco completo si dovrà fare riferimento alle specifiche tecniche dei materiali:

- Legge n. 186 del 3.1.1968 sull'esecuzione degli impianti elettrici;
- D.M. 22 gennaio 2008, n. 37: Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11- quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici;
- Legge n. 248 del 02.12.2005: Testo Unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia e relativi regolamenti (DECRETO n° 37 del 22.01.2008) Installazione e Manutenzione Impianti Elettrici;
- D.Lgs 81/08: Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro;
- D.P.R. n° 462 del 22/10/2001: Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi;
- D.Lgs. 16 giugno 2017, n. 106: Adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del regolamento (UE) n. 305/2011, che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE;
- DM 22/06/2006 - Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio di edifici e/o locali destinati ad uffici.
- Norme UNI, in ottemperanza a quanto disposto dall'articolo 7 della Legge 08/08/1977 n.584;
- Norma CEI 64-12: Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra nel residenziale e terziario;
- Norma CEI 64-8: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V ca in corrente alternata;
- Norma CEI EN 61439-1: Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 1: Regole generali;
- Norma CEI EN 61439-3: Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 3: Quadri di distribuzione destinati ad essere utilizzati da persone comuni (DBO);
- Norma CEI 34-21: Apparecchi di illuminazione - Parte 1: Prescrizioni generali e prove;
- Norme CEI 20-13, 20-22, 20-37, 20-40, 20-67: Prove sui cavi elettrici;
- Norme CEI 64-100/1, CEI 64-100/2: Guida per la predisposizione delle infrastrutture per gli impianti elettrici, elettronici e per le comunicazioni;
- Norma CEI 23-81: Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche - Parte 21: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi rigidi e accessori;
- Norma CEI 23-80: Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche - Parte 1: Prescrizioni generali;
- Norme CEI EN 50172 e UNI EN 1838: Sistemi di illuminazione di emergenza;
- Norma CEI EN 60529 Class. CEI 70-1: Classificazione dei gradi protezioni degli involucri;

- Norma EN 12464-1: Illuminazione di interni con luce artificiale
- Norma CEI EN 62305 Class. CEI 81-10: Protezione contro i fulmini;
- Norma CEI 0-21: Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica.
- Norma UNI EN 12193: Luce e illuminazione - Illuminazione sportiva - Prospetto 4: scelta della categoria illuminotecnica - Prospetto A.21: calcio all'aperto
- Norme CONI 2008: Delibera 149 – Allegato 1 Norme CONI per l'impiantistica sportiva - Tabella B: Caratteristiche illuminotecniche consigliate per attività sportive

Si specifica che i riferimenti di norma sopra riportati risultano essere indicativi e non esaustivi.

4 Vincoli generali da rispettare per l'installazione per le imprese esecutrici dei lavori

L'impresa deve essere abilitata alla realizzazione degli impianti di cui all'art. 1 comma 2 del D.M. 37/08 se regolarmente iscritta nel registro delle imprese (D.P.R. 7 dicembre 1995, n. 581 e successive modificazioni) o nell'albo provinciale delle imprese artigiane (Legge 8 agosto 1985, n.443 e s.m.i.).

L'imprenditore individuale o il legale rappresentante ovvero il responsabile tecnico preposto con atto formale, deve essere in possesso dei requisiti professionali richiesti (articolo 4 del D.M. 37/08).

L'impresa dovrà anche produrre i disegni costruttivi così come realizzati (as built), che dovrà redigere a sua cura e spese sulla base dei disegni esecutivi di progetto, avendoli preventivamente sottoposti all'approvazione della Direzione Lavori.

5 MISURE DI PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI E INDIRECTI

5.1 Impianto di protezione contro i contatti diretti

La protezione delle persone contro i contatti diretti di parti attive sarà realizzata mediante:

- Protezione mediante allontanamento dei quadri BT dalle utenze.
- Protezione delle parti attive delle apparecchiature in custodie con grado di protezione meccanica contro la penetrazione dei corpi estranei almeno pari a IPXXB e IPXXD per le superfici orizzontali a portata di mano (ove non siano prescritti gradi di protezione meccanica superiori).
- Protezione delle parti attive dei conduttori con rivestimenti isolanti.

5.2 Impianto di protezione contro i contatti indiretti

L'interruzione automatica dell'alimentazione avviene grazie al coordinamento tra i dispositivi di protezione differenziale e la somma dei valori delle resistenze del dispersore e dei conduttori di protezione delle utenze.

Oltre a quanto sopra descritto sono stati adottati i seguenti provvedimenti:

- Impiego di apparecchi automatici magnetotermici e differenziali selettivi in classe "A" per le linee principali, apparecchi differenziali istantanei in classe "A" per le linee secondarie.

I collegamenti equipotenziali principali devono essere eseguiti in base alle prescrizioni della norma CEI 64-8.

Dovranno essere realizzati dei collegamenti equipotenziali per tubazioni metalliche o per altre masse estranee all'impianto elettrico che fanno parte della costruzione.

6 IMPIANTO DI MESSA A TERRA E PROTEZIONE DALLE SCARICHE ATMOSFERICHE

6.1 Impianto di messa a terra

L'impianto di dispersione per la messa a terra dell'impianto elettrico è esistente e ad esso sarà collegato l'impianto elettrico di nuova realizzazione. Dovrà necessariamente essere misurato il valore della resistenza di terra per verificarne il corretto coordinamento con i dispositivi di protezione.

L'impianto di terra (impianto di terra locale) deve soddisfare le prescrizioni della norma CEI 64-8/5 capitolo 54 ed in particolare la CEI 64-12 e deve essere controllato mediante verifica a vista e strumentale secondo quanto disposto dalla norma CEI 64-8/6, inoltre deve essere unico per l'intero edificio in modo da avere masse simultaneamente accessibili collegate allo stesso impianto di terra (punto 413.1.1.2 della Norma CEI 64-8). Inoltre, in presenza di lavoratori dipendenti, è obbligatoria la verifica e la denuncia dell'impianto di messa a terra in base al D.P.R. n.462/2001.

All'impianto di terra devono essere collegati mediante conduttore isolato $\geq 16 \text{ mm}^2$ tutte le masse metalliche accessibili di notevole estensione nell'area dell'impianto elettrico utilizzatore stesso, oltre alle tubazioni metalliche utilizzate per il passaggio dei conduttori dell'impianto elettrico.

Una volta attuate tutte le misure predette, la protezione contro le tensioni di contatto viene realizzata mediante il coordinamento fra impianto di messa a terra e adozione di interruttori con relè differenziali.

Al fine di ottenere una adeguata selettività di intervento gli interruttori differenziali posti a monte di altri saranno sempre di tipo selettivo e/o con ritardo di intervento.

Questo tipo di protezione richiede l'installazione di un impianto di terra coordinato con un interruttore con relè differenziale che assicura l'apertura dei circuiti da proteggere non appena eventuali correnti di dispersione creino situazioni di pericolo; affinché detto coordinamento sia efficiente deve essere osservata la seguente relazione:

$$R_a \times I_{dn} \leq 50 \text{ V}$$

con intervento entro 1s, dove:

R_a è la resistenza di terra in ohm;

I_{dn} è la più elevata corrente nominale differenziale in ampere;

50 V rappresenta la tensione di contatto limite ammessa per gli impianti di tipo ordinario.

Tenuto conto della relazione sopra esposta, bisognerà verificare che il valore della resistenza di terra non sia superiore al seguente:

$$R_a = 50/I_{dn} = 50/0,3 = 166,6 \Omega$$

In prossimità o all'interno del quadro elettrico generale [Q1] dovrà essere realizzato un collettore di terra costituito da una sbarra di rame di dimensioni adeguate con fori in numero sufficiente a contenere tutte le connessioni necessarie; le giunzioni devono essere realizzate con appositi morsetti o manicotti che assicurino un contatto duraturo contro le corrosioni. I collegamenti avranno buone caratteristiche di conducibilità elettrica e potranno essere aperti solo mediante l'uso di attrezzo.

Il materiale dei morsetti o dei bulloni deve essere di acciaio zincato a caldo, rame indurito o acciaio inox.

È vietata l'inserzione di interruttori o di fusibili sui conduttori di protezione

Il conduttore di protezione deve essere collegato a tutte le prese di corrente o direttamente alla carcassa metallica di tutti gli apparecchi da proteggere, compresi i corpi illuminanti se non di classe II.

Per i conduttori di protezione la sezione minima utilizzata sarà di:

- uguale alla sezione di fase per sezioni di fase $\leq 16 \text{ mm}^2$;
- 16 mm^2 per sezione di fase $> 16 \text{ mm}^2$ e $\leq 35 \text{ mm}^2$;
- $\frac{1}{2}$ sezione di fase per sezioni di fase $> 35 \text{ mm}^2$.

I conduttori di terra e protezione saranno costruiti con lo stesso materiale dei conduttori di fase, inoltre, saranno posati all'interno dello stesso tubo o saranno parte integrante del cavo.

Per i conduttori di equipotenzialità le sezioni minime utilizzate saranno:

- conduttori principali metà del conduttore di protezione, con un minimo di 6 mm^2 ;
- per i conduttori supplementari è valido quanto sopra descritto per i conduttori di protezione non posti nello stesso tubo del conduttore di fase;

Si provvederà a collegare, col sistema sopra descritto:

- tutte le prese di corrente e gli utilizzatori elettrici di classe I;
- i nodi equipotenziali;
- i nodi equipotenziali per i quadri BT;
- le tubazioni e canalizzazioni metalliche contenenti conduttori elettrici.

Per i conduttori di protezione e di terra si potranno utilizzare esclusivamente conduttori con isolamento principale di colore giallo-verde, mentre per quelli di neutro solo quelli di colore celeste.

Considerata la presenza di lavoratori dipendenti è obbligatoria la verifica e la denuncia dell'impianto di messa a terra in base al D.P.R. n.462/2001.

6.2 Sistemi di protezione da sovratensioni

A seguito della valutazione sul rischio di fulminazione della struttura in oggetto, definito sulla base delle norme CEI 81-1, per la quale si rimanda alla relativa relazione, l'edificio risulta AUTOPROTETTO.

In ogni caso per prevenire pericoli dovuti a sovratensioni (elettrocuzione, incendi ecc.) si provvederà ad installare opportuni scaricatori di sovratensioni nei principali quadri elettrici.

7 PROTEZIONE CONTRO I CORTOCIRCUITI E I SOVRACCARICHI

Tutti i conduttori degli impianti elettrici devono essere protetti sia contro i cortocircuiti che contro i sovraccarichi. Gli apparecchi preposti a ciò devono avere sufficiente potere di interruzione simmetrica, devono cioè poter interrompere le massime correnti di corto-circuito previste, secondo quanto previsto dalle norme CEI 23-3 (per ambienti civili) e CEI 17-5 (per ambienti industriali).

Al fine di proteggere le condutture dal cto/cto è necessario che l'energia specifica passante lasciata passare dal dispositivo di protezione sia inferiore a quella che può sopportare l'isolamento del conduttore senza perdere le sue principali caratteristiche secondo la seguente relazione:

$$fI^2t \leq K^2S^2$$

La protezione da sovraccarico delle condutture sarà demandata agli stessi dispositivi che assicurano le protezioni dal corto-circuito. Questi ultimi, obbligatoriamente inseriti all'inizio della conduttura mediante fusibili o interruttori magnetotermici, avranno una taratura uguale o inferiore alla portata massima della conduttura (I_z). Nel calcolo della I_z si è tenuto conto della sezione dei conduttori, del tipo di isolamento e del fattore di posa all'interno della stessa tubazione e/o canalizzazione, per una temperatura ambiente massima di 30 gradi C° in modo che siano sempre verificate le seguenti relazioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_f \leq 1,45 * I_z$$

dove:

I_b = corrente di impiego del conduttore.

I_n = corrente nominale dell'interruttore di protezione.

I_z = portata massima del conduttore moltiplicata per il coefficiente di riduzione dovuta alla contemporaneità di posa all'interno delle stesse tubazioni e/o canalizzazioni.

I_f = Corrente convenzionale di funzionamento del dispositivo di protezione.

Le correnti di corto circuito presunte sono riportate, a partire dall'interruttore generale a valle di contatore, tenendo conto della linea di alimentazione al termine della quale si abbia il valore calcolato secondo la formula:

$$I_{CC} = 22 / (484/I_{CC0} + (100 \cos\phi_{CC0}/I_{CC0}) L/S + 5 L / S)$$

dove:

I_{CC0} = corrente di cc presunta a inizio linea [kA]

$\cos\phi_{CC0}$ = fattore di potenza in corto circuito

L = lunghezza della linea [m]

S = sezione della linea [mm²]

In relazione alla linea ed ai relativi valori di corrente di cc presunta è verificato in ogni condizione il rispetto della relazione:

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

con $K = 115$ per conduttori isolati in PVC e $K=135$ per conduttori isolati in gomma.

Per la verifica del coordinamento tra le condutture e i rispettivi apparecchi di protezione si faccia riferimento agli schemi dei quadri elettrici allegati al presente elaborato. Per le linee FM si è inoltre previsto di non installare nello stesso tubo o setto in canale più di 20 cavi con tipologia di isolamento diversa e/o cavi dissimili (per cavi con isolamento diverso si intende cavi isolati in PVC ed EPR, per cavi dissimili si intende quelli con sezioni superiori alle 3 sezioni consecutive, ad esempio un conduttore da 6 mm^2 è dissimile da quelli con sezione di $1,5 \text{ mm}^2$). Per le linee montanti si è prevista l'installazione distanziata dei conduttori in passerelle o all'interno di singola tubazione.

Ogni circuito deve essere protetto individualmente mediante un dispositivo per la protezione contro le sovracorrenti, in conformità alle prescrizioni del Capitolo 43 della Norma CEI 64-8.

La scelta dei dispositivi per la protezione dalle sovracorrenti deve poter garantire, se possibile, il coordinamento selettivo con i dispositivi a monte.

I dispositivi di protezione posti all'origine di circuiti di emergenza e di sicurezza devono essere predisposti per il riporto su una rete di comunicazione, degli stati aperto-chiuso e segnalazione di sgancio.

8 IMPIANTI ELETTRICI (distribuzione e F.M.)

8.1 Descrizione generale

Il nuovo impianto elettrico verrà alimentato da interruttori automatici posti nel Quadro elettrico generale [Q1]. L'interruttore generale avrà una portata adeguata all'assorbimento totale dell'impianto realizzato. La struttura del quadro avrà un grado di protezione non inferiore a IP3X e sarà realizzato in poliestere o in metallo.

Per quanto riguarda il cavo di alimentazione elettrica del quadro elettrico generale (Q1), esso partirà dall'interruttore generale dell'avanquadro (Q0) installato a valle del contatore generale installato dall'Enel.

Le linee in dorsale ed in montante potranno essere posate, a seconda delle necessità, all'interno di canali in pvc, in cavidotti interrati o in canaline in metallo forate, di nuova installazione.

8.2 Posa dei cavi

8.2.1 Posa in passerella

Per la distribuzione dell'energia elettrica per i pannelli fotovoltaici saranno utilizzate canalizzazioni metalliche di nuova installazione.

La posa all'interno delle passerelle metalliche potrà essere realizzata tramite fissaggio con fascette in nylon dei conduttori di tipo multipolare o unipolare.

Le nuove passerelle non dovranno presentare parti taglienti. Eventuali tagli non dovranno presentare sbavature e dovranno, all'occorrenza, essere protette con opportune guarnizioni.

8.2.2 Posa in tubazioni in PVC

Le derivazioni dei cavi fino agli utilizzatori finali saranno posate all'interno di cavidotti in pvc di adeguate dimensioni.

Tutte le eventuali giunzioni dovranno essere alloggiare in apposite cassette di derivazione, anch'esse di adeguate dimensioni.

8.2.3 Posa in tubazioni interrate

I cavi di alimentazione dei corpi illuminanti del campo sportivo saranno alloggiati nei cavidotti interrati esistenti.

Eventuali nuovi scavi che dovranno essere realizzati, dovranno contenere le tubazioni in PVC di tipo corrugato pesante ed avranno una dimensione tale da contenere il numero necessario di tubi nei quali saranno alloggiati i conduttori necessari ad alimentare le utenze esterne.

I cavi saranno di categoria adeguata al tipo di posa.

La posa dei cavi interrati dovrà essere realizzata in cavo unico per linea, senza nessuna giunzione che non sia una derivazione.

8.3 Quadri di protezione e comando

Dal quadro elettrico generale partono tutte le linee di alimentazione delle utenze.

Tutti i quadri elettrici saranno conformi quantitativamente e qualitativamente agli schemi di progetto e alle Norme CEI EN 61439-1-3, CEI 23-48, CEI 23-49 e di essi l'Impresa dovrà fornire le relative certificazioni.

Per le caratteristiche tecniche e dimensionali si vedano gli schemi dei quadri stessi. I quadri devono essere costruiti con materiali atti a resistere alle sollecitazioni meccaniche, elettriche e termiche nonché agli effetti dell'umidità che possono verificarsi in condizioni di servizio normale e per gli effetti dell'ambiente nel quale sono installati.

Il Quadro elettrico generale avrà un portello con serratura a chiave.

Le apparecchiature interne ai quadri devono essere disposte in modo da assicurare il loro corretto funzionamento e da facilitare la manutenzione con il necessario grado di sicurezza. Le morsettiere per le connessioni ai circuiti esterni al quadro devono essere disposte ad almeno 20 cm dalla base del quadro in modo da consentire un sicuro ancoraggio ed un facile collegamento dei cavi stessi, i terminali dei circuiti di neutro devono essere installati sempre a fianco dei corrispondenti terminali di fase, l'identificazione dei morsetti deve essere eseguita in conformità a quanto disposto dalla norma CEI 16-2.

Le apparecchiature di sezionamento, protezione e comando saranno adeguate, in portata e caratteristiche, allo scopo cui sono destinate.

Il quadro sarà corredato di targhette indicatrici, morsettiera numerata, canaline plastiche autoestinguenti, schema elettrico.

All'interno dei quadri, sarà previsto uno spazio libero pari al 30% delle apparecchiature installate, per futuri ampliamenti.

8.4 Conduttori

Per quanto riguarda la realizzazione degli impianti, ci si atterrà alle disposizioni dettate dalla normativa vigente.

I conduttori che si utilizzeranno nella realizzazione dell'impianto saranno conformi al regolamento Europeo CPR ((UE) n. 305/2011) recepito con D.lgs. 106/17 e la caduta di tensione non dovrà superare il 4%.

I cavi saranno del tipo:

- FS17: conduttori unipolari a norma CPR, tensione nominale 450/750V
- FG16OR16 0,6/1 kV: conduttori multipolari a norma CPR, a doppio isolamento con isolamento principale in EPR, tensione nominale 0,6/1 kV
- FG16R16 0,6/1 kV: conduttori unipolari a norma CPR, a doppio isolamento con isolamento principale in EPR, tensione nominale 0,6/1 kV

Tutti i conduttori elettrici e le canalizzazioni impiegate debbono essere contrassegnati dal marchio CE e conformi alle tabelle CEI-UNEL a loro riferite.

L'ingresso alle custodie deve essere realizzato in modo da conservare in esercizio, per le custodie stesse, il grado normale di protezione meccanica prescritto (vedere paragrafo successivo). È possibile inserire i cavi all'interno di strutture atte a riparare il cavo stesso dalle sollecitazioni meccaniche, purché la struttura sia non propagante la fiamma o adeguatamente schermata.

Per i conduttori di protezione è ammessa solo l'installazione di conduttori con isolamento principale di colore giallo-verde, per i conduttori di neutro di colore celeste, inoltre il rosso sarà usato per la bassissima tensione, accoppiato con il nero se in corrente continua.

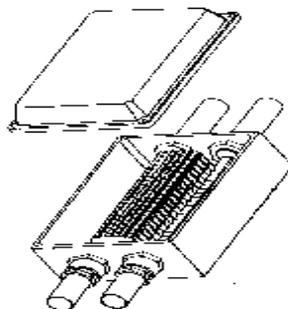
I colori di fase sono il nero, il grigio e il marrone.

I cavi che rimangono in tensione anche con l'interruttore generale disinserito dovranno essere di colore arancio.

Le cordine di colore bianco possono invece essere utilizzate per le linee di commutazione.

I conduttori disposti sulle canalizzazioni dovranno poter essere facilmente identificati mediante cartellini o sistema similare che ne riportino le funzioni e/o il numero di morsetto ed il quadro dal quale sono derivati.

8.5 Giunzioni e derivazioni



Le giunzioni, le derivazioni e le connessioni agli apparecchi e alle macchine devono essere racchiuse in custodie (scatole) aventi gradi normali di protezione non inferiori a IP56 e un grado minimo di protezione contro gli urti IK08. Esse devono essere realizzate con capicorda e/o morsetti che consentano il serraggio permanente, che non riducano la sezione del cavo, e che siano provvisti di dispositivi contro l'allentamento.

Le giunzioni e derivazioni devono essere eseguite con appositi dispositivi di connessione (CEI 23-20, CEI 23-21, CEI 23-40) morsetti con o senza vite, aventi grado di protezione IPXXB.

Le cassette di connessione devono essere con coperchio a vite e devono avere un numero massimo di tubi e/o cavi attestati come da specifica del produttore.

Le scatole di transito e derivazione in eventuali controsoffittature devono essere identificate mediante numerazione progressiva e per ognuna riportare la funzione specifica sul coperchio, inoltre queste indicazioni devono essere riportate nella planimetria del "as-built". I conduttori all'interno delle scatole di derivazione dovranno essere identificati mediante numerazione corrispondente alla numerazione di linea nei morsetti del quadro da cui proviene la linea stessa, interponendo la sigla 'Q' seguita dal numero del quadro riportato nello schema elettrico.

8.6 Prese di servizio a spina

Le prese a spina saranno di tipo CEE interbloccate da 3P+T con portata 16A e 2P+T 16 A, con grado di protezione minimo IP55, da installarsi a parete o in quadro elettrico in conformità alle indicazioni dei disegni di progetto.

Dopo il collegamento degli apparecchi utilizzatori, delle connessioni terminali e delle eventuali prese a spina l'Impresa avrà cura di effettuare le misure e prove di isolamento dei conduttori, ed ogni altra prova e verifica prevista dalle Norme CEI 64-8, redigendo i relativi verbali. Copia di detti verbali dovrà inoltre essere allegata alle dichiarazioni di

conformità che l'Impresa dovrà redigere a sua cura e spese in conformità a quanto prescritto dal Decreto Ministeriale 22 gennaio 2008 n. 37. Locali tecnici: Punti presa FM e prese FM di tipo CEE interbloccate da 3P+T con portata 16A e 2P+T 16 A.

8.7 Impianti elettrici al servizio degli impianti meccanici

Il progetto degli impianti elettrici prevede le seguenti opere al servizio degli impianti meccanici:

- Allacciamento elettrico di potenza dei quadri a bordo macchina per gruppi di climatizzazione
- Allacciamento elettrico di potenza di tutti i dispositivi meccanici terminali (fan-coil, pompe, estrattori, unità interne, ecc)
- Allacciamento delle unità a servizio delle macchine principali in campo (sonde, valvole, sensori, serrande, pressostati, etc)
- Fornitura e posa dei regolatori e collegamenti a valle
- Fornitura e posa dei termostati ambiente con regolazione del set-point
- Fornitura e posa in opera dei sistemi di supervisione e termoregolazione di edificio, se richiesta dalla committenza, comprendente la parte hardware di regolatori e moduli di ingresso ed uscita ed altri accessori di alimentazione e comunicazione nonché la parte di ingegneria e software per la programmazione degli impianti.

In prossimità degli allacciamenti alle macchine dovrà essere installato un apposito sezionatore generale dell'alimentazione per permettere le opere di manutenzione in totale sicurezza.

9 IMPIANTI ELETTRICI DI ILLUMINAZIONE

9.1 Descrizione generale

L'impianto di illuminazione generale sarà composto dai seguenti circuiti:

- Circuiti ordinari
 - *Illuminazione campo sportivo*
 - *Illuminazione spogliatoi*
 - *Illuminazione parti comuni*
 - *Illuminazione esterna*
- Circuiti illuminazione di emergenza
 - *Illuminazione campo sportivo*
 - *Illuminazione spogliatoi*
 - *Illuminazione parti comuni*

9.2 Illuminazione ordinaria

Per quel che attiene all'illuminazione ordinaria (esterna e interna) devono essere adottati corpi illuminanti e relative lampade, atti a realizzare, con la minima potenza installata, valori di illuminamento commisurati all'ambiente.

L'impianto di illuminazione deve comunque garantire, livelli di illuminamento e di comfort visivi medi raccomandati dalle norme UNI 12464-1:2021, UNI EN 12193: 2019 e dalle Norme CONI 2008.

Ulteriori informazioni si troveranno nella sezione dedicata al "calcolo illuminotecnico" nella presente relazione e nelle relative tavole grafiche.

9.3 Illuminazione di emergenza

Nel caso dell'illuminazione di emergenza, nell'elaborato progettuale è presente l'indicazione dell'illuminazione sussidiaria con apparecchi provvisti di lampade autonome ricaricabili e relativi circuiti. In ogni caso è garantito il rispetto dei valori di illuminamento richiesto non inferiore a 5 lux ad un metro di altezza dal piano di calpestio, con autonomia minima di 60 minuti.

Le linee di alimentazione delle apparecchiature presenti saranno attestate agli appositi interruttori predisposti nel nuovo quadro elettrico.

L'illuminazione di sicurezza prevista ha lo scopo di garantire la sicura evacuazione delle persone in caso di necessità con livelli di illuminamento adeguato al tipo di locale considerando le riflessioni con autonomia di almeno 1 ora nei passaggi, nelle uscite e i percorsi delle vie di esodo.

L'illuminazione di sicurezza, per l'esodo, comprende la segnaletica di sicurezza e l'illuminazione delle vie di esodo sarà presente in tutti i locali.

L'illuminazione di sicurezza entra in funzione ogni volta al mancare dell'alimentazione ordinaria mediante l'accensione di lampade presenti all'interno di apparecchi dotati di gruppo autonomo di alimentazione.

Gli apparecchi autonomi saranno in grado nel loro funzionamento in emergenza di fornire un flusso luminoso adeguato al livello di illuminazione richiesto montati come da planimetria a parete o soffitto.

Caratteristiche:

- Conformi alla Norma CEI EN 60598-2-22
- Grado di protezione $IP \geq 2X$
- Classe di isolamento II
- tempo di intervento $< 0,5$ sec
- temperatura di funzionamento $0^\circ + 40^\circ C$
- Ricarica completa 12 ore
- Autonomia > 1 ora
- Batterie (Ni-Cd)
- Versione solo emergenza

Nel campo sportivo, al fine di garantire il corretto deflusso delle persone in caso di emergenza, in ogni torre faro uno dei corpi illuminanti di nuova fornitura sarà alimentato da un UPS.

L'impianto di illuminazione di sicurezza deve assicurare, lungo le vie di uscita, un livello di illuminazione non inferiore a 5 lux ad altezza del piano di calpestio con autonomia di 1 ora.

9.4 Livelli di illuminamento medio

I livelli di illuminamento medio si troveranno nella sezione dedicata al "calcolo illuminotecnico" nella presente relazione e nelle relative tavole grafiche.

10 IMPIANTO FOTOVOLTAICO

E' previsto un impianto di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili, nel caso specifico un impianto fotovoltaico da 12,6 kWp.

Per le caratteristiche si veda la relazione dell'impianto fotovoltaico che fa parte della documentazione di progetto.

11 OBBLIGO DEL PROGETTO

Nessuna installazione elettrica può essere eseguita in difformità al progetto esecutivo.

Tutte le varianti in corso d'opera devono essere approvate e riportate sul progetto esecutivo dal progettista prima di eseguire i lavori.

Queste disposizioni sono inderogabili e superano tutte le eventuali contrarie contenute in altre parti del capitolato.

12 OBBLIGO DI COMPETENZA

L'installatore che esegue l'impianto, direttamente o tramite personale alle dirette dipendenze, deve essere esperto di impianti di sicurezza, sia nella parte normativa che nei procedimenti di installazione.

In particolare, deve saper riconoscere e interpretare correttamente i dati di targa, le istruzioni di installazione e di uso, i refusi e gli errori palesi di progettazione.

13 QUALITÀ DEL MATERIALE E DELLE COSTRUZIONI

Tutti i materiali, oltre che rispondere alle rispettive Norme di prodotto, devono essere adatti alle sollecitazioni ambientali così come classificate dalla Norma CEI EN 60721-3-3 per i luoghi protetti dalle intemperie e CEI EN 60721-3-4 per quelli non protetti dalle intemperie.

Nel caso fossero irreperibili materiali idonei per costruzione alle sollecitazioni ambientali, con particolare riguardo al pericolo d'urto, di vibrazioni, di corrosione, di irraggiamento termico, di presenza di flora o di fauna, l'installatore, in accordo con il progettista, applicherà provvedimenti installativi idonei.

È ammesso installare, senza aggravio di spesa per il committente, componenti con grado di protezione IP o IK maggiore di quello previsto nel progetto, fatta eccezione per il grado IPX7 che deve comunque essere dichiarato dal costruttore idoneo anche ai gradi inferiori, se richiesti

14 CRITERI GENERALI

Nell'ambito delle indicazioni di progetto e nei casi in cui è lasciata all'installatore la possibilità di scelta del materiale, si devono adottare i criteri indicati agli articoli seguenti, fermo restando in ogni caso l'obbligo di adottare componenti rispondenti alle specifiche norme di prodotto; per materiali particolari, privi di normativa di riferimento, è richiesta come minimo una dichiarazione del costruttore di rispondenza ai requisiti minimi di sicurezza di cui all'Allegato 1 della Direttiva CEE 2014/35/UE (vedi cap. 23 della presente Relazione Tecnica).

Quando nel progetto sono specificati marca e tipo di materiale, l'installatore non è autorizzato a compiere scelte alternative ancorché equivalenti senza l'accordo con il progettista che deve provvedere ad applicare la relativa variante nel progetto.

15 PREFERENZE DEI MATERIALI

Eventuali nomi o marchi commerciali presenti all'interno degli elaborati, sono da ritenersi assolutamente non vincolanti per l'appaltatore. Gli articoli riportati sono unicamente stati utilizzati per la redazione dei calcoli ed individuano le prestazioni attese dagli impianti; resta inteso che le stesse prestazioni potranno essere ottenute anche da altri componenti non indicati nel presente elaborato.

A parità di prestazioni si deve dare la preferenza a prodotti di primaria marca e di facile reperibilità sul mercato italiano, compresi in una serie completa di prodotti in modo da facilitare i successivi ampliamenti e le successive modifiche dell'impianto, mantenendo l'omogeneità installativa ed il modo di protezione originale.

Le prestazioni complessive dei componenti elettrici (sia elettriche, che estetiche, che meccaniche) dovranno essere verificate anche nei restanti elaborati che costituiscono il progetto.

In modo analogo, i calcoli eseguiti con software specifico di una casa costruttrice, sia per i quadri elettrici che per i sistemi di illuminazione ordinaria e di emergenza, non obbligano l'appaltatore all'utilizzo della medesima casa costruttrice per la fornitura delle relative apparecchiature; l'appaltatore è altresì tenuto, come ampiamente descritto nelle specifiche tecniche, a redigere i calcoli utilizzando le apparecchiature proposte, al fine di dare evidenza al progettista ed alla Direzione Lavori che sono garantite le prestazioni minime previste nel progetto.

Per i quadri elettrici l'appaltatore dovrà garantire la verifica delle sovratemperature (CEI IEC/TR 60890 - CEI17-43), e dovrà anche produrre i disegni costruttivi così come realizzati (as built), che dovrà redigere sulla base dei disegni esecutivi di progetto e certificare (CEI EN 61439-1).

16 SOVRADIMENSIONAMENTI

I sovradimensionamenti motivati da facilitazioni installative o di reperimento del materiale sono consentiti, senza alcuna formalità, solo se riguardano elementi passivi di supporto e contenimento quali canali, passerelle, tubi protettivi, se la maggiorazione d'ingombro non comporta inconvenienti collaterali.

La maggiorazione della sezione dei cavi richiede la verifica della compatibilità con le condizioni di stipamento di tubi e canali portacavi e costituisce una variante da introdurre nello schema di impianto e nell'elenco delle condutture; va perciò concordata con il progettista.

Il sovradimensionamento degli apparecchi di protezione (interruttori automatici, fusibili, interruttori differenziali) costituisce a tutti gli effetti una variante di progetto.

17 VARIANTI DI TRACCIATO

L'installatore può apportare in corso d'opera lievi adattamenti del tracciato senza particolari formalità purché siano rispettate tutte le seguenti condizioni:

- la lunghezza dei circuiti rispetto a quella considerata nel progetto ai fini della determinazione delle correnti di corto-circuito e delle cadute di tensione non subisca variazioni superiori al 20%;
- le indicazioni riportate nel piano di installazione non risultino invalidate;
- le condutture rimangano chiaramente individuabili e, se del caso, siano mantenuti i distanziamenti previsti nel progetto

Sono considerate varianti di progetto e come tali necessitano di una revisione del progetto da parte del progettista:

- le variazioni di tracciato che non rispondono ai requisiti suddetti;
- lo spostamento di cavi dalla canalizzazione o dalla tubazione prevista ad un'altra anche se limitrofa;
- lo sdoppiamento o il raggruppamento dei circuiti sia principali che terminali;
- lo spostamento significativo dei quadri rispetto al punto previsto nel progetto; a tal proposito vanno considerati significativi gli spostamenti da un locale all'altro o superiori a qualche metro nell'ambito dello stesso locale e tutti quegli spostamenti che possono generare impedimenti all'uso ed all'arredamento previsti o al tracciato di altri impianti tecnologici

18 VARIAZIONE DELLE MODALITÀ DI INSTALLAZIONE DELLE CONDUTTURE

Le variazioni nelle modalità di installazione delle condutture sono considerate varianti in corso d'opera **escluso** il caso di modifiche insignificanti ai fini delle portate, della separazione dei circuiti, delle specificazioni di progetto e del valore dell'opera.

19 SCELTA DEI COMPONENTI E DIMENSIONAMENTO

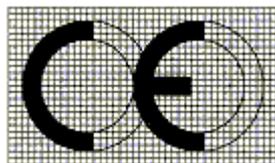
Ai sensi dell'art. 7 della Legge 18 ottobre 1977, n. 791 e s.m.i. ed al D.M. 37/08, dovrà essere utilizzato materiale elettrico costruito a regola d'arte ovvero che sullo stesso materiale sia stato apposto un marchio che ne attesti la conformità (marchiatura CE), o muniti di una dichiarazione di conformità rilasciata dal costruttore.

Tutti i componenti dell'impianto sono stati scelti in funzione del luogo di installazione, come già indicato nei punti precedenti.

I conduttori sono stati dimensionati in funzione dei carichi e secondo i criteri previsti dalle Norme e precedentemente illustrati.

20 MARCATURA CE

La marcatura CE di conformità è costituita dalle iniziali CE secondo il simbolo grafico che segue:



In caso di riduzione o di ingrandimento della marcatura CE, dovranno essere rispettate le proporzioni indicate dal grafico graduato di cui sopra.

I diversi elementi della marcatura CE devono avere sostanzialmente la stessa dimensione verticale che non può essere inferiore a 5 mm.

Contenuto della dichiarazione CE di conformità:

- nome e indirizzo del fabbricante o del mandatario che rilascia la dichiarazione (ed il numero di identificazione dell'organismo notificato qualora il modulo applicato preveda l'intervento di un ente terzo);
- le condutture rimangano chiaramente individuabili e, se del caso, siano mantenuti i distanziamenti previsti nel progetto;
- identificazione del prodotto (nome, tipo o numero del modello ed eventuali informazioni supplementari quali numero di lotto, partita o serie, fonti e numero di articoli);
- tutte le disposizioni del caso che sono state soddisfatte;
- norme o altri documenti normativi seguiti (ad esempio norme e specifiche tecniche nazionali) indicati in modo preciso, completo e chiaro;
- tutte le eventuali informazioni supplementari necessarie (ad esempio classe o categoria quando previste dalle specifiche tecniche);
- data di rilascio della dichiarazione;
- firma e titolo o marchio equivalente del mandatario;
- dichiarazione secondo la quale la dichiarazione di conformità viene rilasciata sotto la totale responsabilità del fabbricante ed eventualmente del suo mandatario.

21 DIRETTIVA 2014/35/UE - ALLEGATO I: ELEMENTI PRINCIPALI DEGLI OBIETTIVI DI SICUREZZA DEL MATERIALE ELETTRICO DESTINATO A ESSERE ADOPERATO ENTRO TALUNI LIMITI DI TENSIONE

Requisiti generali

- a)** Le caratteristiche essenziali del materiale elettrico, la cui conoscenza e osservanza sono indispensabili per un impiego conforme alla destinazione ed esente da pericolo, sono indicate sul materiale elettrico stesso oppure, qualora ciò non sia possibile, su un documento che l'accompagna;
- b)** il materiale elettrico e le sue parti costitutive sono costruiti in modo da poter essere assemblati e collegati in maniera sicura ed adeguata;
- c)** materiale elettrico è progettato e fabbricato in modo da assicurare la protezione dai pericoli citati ai punti 2 e 3, sempre che esso sia adoperato in conformità della sua destinazione e osservando le norme di manutenzione.

Protezione dai pericoli che possono derivare dal materiale elettrico

In conformità del punto 1, sono previste misure di carattere tecnico affinché:

- a)** le persone e gli animali domestici siano adeguatamente protetti dal pericolo di lesioni fisiche o altri danni che possono derivare da contatti diretti o indiretti;
- b)** non possano prodursi sovratemperature, archi elettrici o radiazioni che possano causare un pericolo;
- c)** le persone, gli animali domestici e i beni siano adeguatamente protetti dai pericoli di natura non elettrica che, come insegna l'esperienza, possono derivare dal materiale elettrico;
- d)** l'isolamento sia proporzionato alle sollecitazioni previste.

Protezione dai pericoli dovuti all'influenza di fattori esterni sul materiale elettrico

In conformità del punto 1, sono previste misure di ordine tecnico affinché il materiale elettrico:

- a)** presenti le caratteristiche meccaniche richieste in modo da non causare pericolo alle persone, agli animali domestici e ai beni;
- b)** sia resistente a fenomeni di natura non meccanica nelle condizioni ambientali previste, in modo da non causare pericolo alle persone, agli animali domestici e ai beni;
- c)** nelle condizioni di sovraccarico prevedibili, non causi pericolo alle persone, agli animali domestici e ai beni.