

Committente:



PROVINCIA
DI REGGIO EMILIA



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU

PROVINCIA REGGIO EMILIA SERVIZIO UNITA' SPECIALE PER L'EDILIZIA E LA SISMICA

Corso Garibaldi, 59 - 42121 Reggio Emilia

Il dirigente del Servizio: Ing. Azzio Gatti

Responsabile Unico del Procedimento: Arch. Ilaria Martini

Oggetto:

AMPLIAMENTO DELL'ISTITUTO SUPERIORE "C. CATTANEO"

in Via Impastato 3 - CASTELNOVO NE' MONTI (RE)



Fase:

PROGETTO DEFINITIVO

Progettista Incaricato:

Ing. Giuseppe Herman



Team di Progettazione:

Progetto Architettonico



Arch. Marco Valli - Ing. Chiara Benassi

Progetto Strutturale

Ing. Giuseppe Herman

Coordinatore Sicurezza in
Fase di Progettazione

Ing. Giuseppe Herman

Progetto Impianti
Meccanici



P. Ind. Sergio Cantoni

Progetto Impianti
Elettrici



P. Ind. Claudio Villa

Progetto Antincendio

Arch. Mauro Iotti

Progetto Acustico



Ing. Emanuele Morlini
Ing. Luca Parmeggiani

Elaborato:

RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA E DI CALCOLO

D.IE-RTS

Scala: 1:100

Data:

Agg.:

1 – PREMESSA

La presente Relazione Tecnica Specialistica e di calcolo è relativa alle opere di Impiantistica Elettrica Normale e Speciale inerenti all'intervento di ampliamento dell' ISTITUTO DI ISTRUZIONE SUPERIORE "CATTANEO-DALL'AGLIO" in Via Impastato n. 3 a CASTELNOVO NE' MONTI (RE).

L'intervento in questione prevede:

- Realizzazione completa del piano primo con Uffici Dirigenza scolastica, Uffici Segreteria e relativi servizi. In detto piano viene ubicato anche l'ingresso principale.
- Realizzazione impianti tecnologici e impianti elettrici per rendere funzionale l'intervento con le predisposizioni per le parti che saranno oggetto di intervento successivo.

Intervento Appalto successivo

- Realizzazione completa del piano secondo con n. 3 Aule adibite ad attività scolastica con relativi servizi
- Realizzazione completa del piano terra con Aula Magna idonea ad accogliere oltre 100 persone oltre i relativi servizi e locali tecnologici.
- Realizzazione impianti tecnologici e impianti elettrici per rendere funzionale l'interno intervento

2 - CLASSIFICAZIONE DEI LOCALI

Al piano primo della struttura oggetto di intervento sono collocati gli Uffici Dirigenziali e Segreterie per gestione dell'attività scolastica con i relativi servizi.

L'attività scolastica è soggetta alle visite e controlli di prevenzione incendi (DPR 1° agosto 2011 n. 151 numero 67) ed essendo detto intervento, seppur piccolo, inserito in un complesso scolastico ben più importante, tale struttura è classificata come Locale MARCIO (A Maggior Rischio in Caso d'Incendio) di tipo A per il numero di persone presenti e la difficoltà di evacuazione.

Al piano secondo come intervento successivo viene prevista una attività prettamente scolastica con n. 3 aule e relativi servizi mentre al piano terra è prevista una Aula Magna per le attività scolastiche con eventuale disponibilità anche per attività extrascolastiche (aperte alla cittadinanza) per cui si prefigura come Attività di Pubblico Spettacolo con numero di persone superiore a 100 e pertanto da un punto di vista impiantistico secondo le Norme CEI (unificate EN) tale struttura è classificata come Locale MARCIO (A Maggior Rischio in Caso d'Incendio) di tipo A.

3 – DATI DI PROGETTO RELATIVI ALL'IMPIANTO ELETTRICO

Dati alimentazione elettrica

Tipo di alimentazione	In Bassa Tensione da società ENEL
Punto di consegna	Morsetti gruppo di misura
Sistema di Distribuzione	TT
Tensione nominale di esercizio e max variazione	400/230V (+/- 10%)
Frequenza nominale e max variazione	50Hz (+/- 2%)
Potenza disponibile in servizio continuo	30kW (33kW di punta)
Corrente di Corto Circuito al punto di consegna	10kA (valore efficace)
Stato del neutro	A terra (Ente distributore)
Corrente di cortocircuito monofase a terra e tempo di eliminazione guasto	-
Interruzioni previste erogazione energia (frequenza annua, durata media)	n. 4 annue di durata media 1 ora

Dati autoproduzione energia elettrica

Non prevista

Massime cadute di tensione ammesse

Distribuzione principale	2 %
Circuiti Illuminazione	2 %
Circuiti FM e Prese	3 %
Motori a pieno carico	4 %
Motori in avviamento	12%

Sezione minime dei conduttori

Come da Norme CEI	Circuiti FM sezione 1.5mmq Circuiti illuminazione sezione 1.5mmq
-------------------	---

Carichi elettrici

Ubicazione e tipologia come da disegni allegati

Dati relativi ad illuminamento artificiale (in condizioni di esercizio)

Locali Uffici e Segreteria	350/400 lux a 0.85m
Locali Tecnici e di servizio	150 lux a 0.85m
Locali Aule scolastiche	300/350 lux a 0.85m
Locali Sala Polivalente	200/250 lux a 0.85m
Illuminazione emergenza	05 lux a 0.2m pavimento

Dati relativi alle influenze esterne

Temperatura interno edificio (min/max)	+15°C / +30°C
Temperatura esterno edificio (min/max)	- 10 °C / +35°C
Altitudine	Inferiore a 1000 msl
Condizione del suolo	Pavimentazione in prossimità edificio. Terreno misto resistività circa 300 Ωm
Ventilazione dei locali	Naturale in ogni locale Artificiale locali bagni ciechi

Vincoli da rispettare

Tipologia componenti elettrici	Vedi elaborati tecnici
Vincoli ASL e VVFF	Locale a Maggior Rischio in caso d'Incendio (Ma.R.C.IO).
Vincoli società ENEL – TELECOM	Non ci sono particolari vincoli
Barriere architettoniche	Locali soggetti alla Legge 13/1989

4 – CONDIZIONI AMBIENTALI

Presenza corpi solidi estranei

Pezzatura	> 12.5 mm
Polvere	Ridotta presenza di polvere
Pericolo di urti	Generalmente bassi (fino a 2 joule).

Presenza umidità e liquidi

Formazione di condensa	Generalmente trascurabile
Livello di umidità	Ridotta presenza nei soli locali servizi
Tipo di liquido	Acqua – Liquidi vari
Possibilità di stillicidio	Scarsa (in prossimità porte accesso)
Esposizione agli spruzzi	Locali servizi (in prossimità dei lavabi)
Esposizione alla pioggia	Ambienti esterni

Condizioni ambientali speciali

Presenza di sostanze corrosive	Generalmente trascurabili
Presenza di sostanze inquinanti	Generalmente trascurabili
Presenza di sostanze combustibili	Generalmente trascurabili
Presenza di vibrazioni	Generalmente trascurabili

Competenza del personale

Genericamente edotti dal pericolo. Personale specializzato per lavori su impianti tecnologici

5 - NORMATIVE TECNICHE DI RIFERIMENTO

Gli impianti elettrici normali e speciali dovranno essere realizzati secondo quanto prevede la Legge n.186 del 1 Marzo 1968 a "PERFETTA REGOLA D'ARTE".

Assumendo tale indicazione si dovranno rispettare le Norme emanate dal Comitato Elettrotecnico Italiano facendo particolare riferimento ai fascicoli:

CEI 64-8 (2021 - f. 18200/06) – Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua (parte da 1 a 7).

Oltre ad essere rispondente alle norme CEI gli impianti elettrici, devono essere eseguiti secondo quanto previsto dalle seguenti leggi, decreti e circolari ministeriali:

- D.Lgs. n. 37/08 del 22 Gennaio 2008 - Regolamento concernente il riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici.
- D.Lgs. n. 81 del 9 Aprile 2008 - Testo Unico sulla Sicurezza sul Lavoro – Normativa in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.
- Disposizioni VV.FF. e del Ministero degli Interni servizio di prevenzione incendi (con particolare riferimento al DM del 12 Aprile 1996 riguardante gli impianti termici).
- Disposizioni EDISTRIBUZIONE – INRETE - TELECOM di zona.

Art. 5 – QUALITA' DEI MATERIALI

Tutti i materiali ed apparecchi impiegati negli impianti elettrici devono essere adatti all'ambiente in cui sono installati presentando adeguata resistenza alle azioni meccaniche, corrosive, termiche o dovute all'umidità, alle quali possono essere esposte durante l'esercizio.

Tutti i materiali ed apparecchi devono essere delle migliori marche e rispondenti alle relative norme CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano) ed alle tabelle di unificazione CEI-UNEL ove queste esistano.

I materiali non possono essere messi in opera senza l'accettazione preliminare della Committente, in ogni caso tale accettazione diviene definitiva solo dopo l'effettiva posa in opera.

Art. 6 - ESECUZIONE DEGLI IMPIANTI

La fornitura di energia elettrica è prevista con sistema di I categoria a 400V. ed il sistema di distribuzione adottato è di tipo TT conforme a quanto previsto dalle Norme CEI 64-8 con protezione completa dai contatti diretti ed indiretti.

L'impianto elettrico generalmente verrà realizzato parte a vista su controsoffitto parte ad incasso sottotraccia mentre nei locali tecnologici potrà essere realizzato a vista con grado di protezione minimo IP44.

L'impianto elettrico dovrà garantire un grado di protezione IP4X dove risulti a portata di mano (CEI 64.8/Art. 2.1.62) e IP2X per le restanti parti.

L'esecuzione dei lavori dovrà essere coordinata e subordinata alle esigenze e soggezioni di qualsiasi genere che possano sorgere dalla contemporanea esecuzione di altre opere nell'edificio affidato ad altre persone.

Al fine di ridurre il più possibile l'esposizione indoor a campi magnetici a bassa frequenza (ELF) indotti da quadri elettrici, colonne montanti e dorsali di conduttori energia, ecc. in fase di progettazione degli impianti si è previsto di:

- Posizionare il punto fornitura con il relativo contatore di misura all'esterno del fabbricato in adiacenza con aree dove non si prevede permanenza prolungata di persone;
- Posizionare il quadro elettrico generale in locale tecnico dove la permanenza delle persone è saltuaria;
- Posizionare le colonne montanti in idoneo vano tecnico in adiacenza a locali servizi dove non si prevede permanenza prolungata di persone;
- Realizzare la distribuzione delle linee dorsali degli impianti elettrici con schema ad «albero» o a «liscia di pesce» con percorsi in canalizzazioni o tubazioni in modo da mantenere i conduttori di un circuito il più possibile vicini l'uno all'altro. Inoltre la distribuzione principale è prevista con cavi multipolari in modo che gli stessi conduttori, sia fase di andata che ritorno, siano affiancati e inglobati alla minima distanza possibile.

Al fine di ridurre il più possibile l'esposizione indoor a campi magnetici ad alta frequenza (RF) i vari posti lavori per la rete dati sono dotati di collegamento via cavo al serve centrale. Sar possibile anche utilizzare una tecnologia Powerline Communication (PLC - onde convogliate) qualora la struttura sia dotata di tale tecnologia.

Gli impianti dopo il completamento dell'installazione dovranno essere provati in modo tale da poter essere collaudabili dal Tecnico incaricato dalla Direzione Lavori.

Durante le prove l'Appaltatore sarà responsabile per qualunque inconveniente si verificasse e dovrà provvedere non solo alle riparazioni ma saranno a suo carico anche gli oneri per le rotture e rifacimenti eventuali di strutture murarie.

A lavoro ultimato l'appaltatore è tenuto ad effettuare tutte le prove di funzionalità e di collaudo come richiesto dalle Norme CEI 64-8 e 64-50 nonché la misurazione del valore della resistenza di terra. L'appaltatore deve fornire una garanzia di anni 1 (uno) su tutti gli impianti e materiali di sua fornitura.

Art. 7 - PROGETTI E DISEGNI

Alla presente relazione sono allegati i disegni di progetto delle opere da realizzare secondo l'elenco allegato **IE-ELE**.

Ogni successivo cambiamento ai disegni di progetto dovrà essere sottoposto al progettista per approvazione e potrà essere eseguito solo previa autorizzazione della Direzione lavori.

Il responsabile tecnico dei lavori dovrà tempestivamente comunicare alla Committente le eventuali mancanze progettuali che a suo avviso possano risultare compromettenti da un punto di vista normativo o eventuali difficoltà di installazione che compromettano una corretta gestione e manutenzione degli impianti.

SEZIONE II - PRESCRIZIONI GENERALI PER LA SICUREZZA

L'oggetto di tali prescrizioni si basa principalmente sulla normativa 64-8, cioè ad impianti utilizzatori alimentati a tensione nominale non superiore a 1000 V a corrente alternata e 1500 V in corrente continua.

Con tali prescrizioni si cerca di garantire la sicurezza delle persone e dei beni, contro i danni prevedibili che possono essere causati dall'utilizzo degli impianti elettrici. In allegato agli schemi dei quadri elettrici sono riportate le tabelle di verifica coordinamento protezioni (cavo-interruttore) a cui l'installatore si deve attenere durante le varie fasi dell'installazione ed aggiornare a fine lavori in funzione delle eventuali variazioni intervenute in corso d'opera.

1.0 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI ED INDIRETTI

PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI

Con tali prescrizioni si cerca di proteggere da eventuali pericoli causati dal contatto con parti attive (in tensione) dell'impianto. Tale scopo può essere raggiunto impedendo che la corrente attraversi il corpo, o limitandone l'intensità a valori patofisiologicamente non pericolosi.

Le parti attive devono essere poste entro involucri o dietro barriere che assicurino il grado di protezione minimo IP2X od IPXXB. Le superfici orizzontali che sono a portata di mano devono avere un grado di protezione minimo IP4X o IPXXD. Le barriere o gli involucri devono essere saldamente fissati in modo da evitare che le condizioni ambientali o il tempo ne cambino le caratteristiche. Se in caso di necessità occorre togliere tali "protezioni", ciò deve essere possibile solo con l'uso di chiavi o attrezzo; oppure ponendo una barriera intermedia con grado di protezione minimo IP2X o IPXXB; oppure la possibilità di accesso alle parti attive sia subordinata all'interruzione dell'alimentazione delle stesse e in ogni caso il ripristino dell'alimentazione possa avvenire solo dopo il ripristino delle "protezioni".

PROTEZIONE CONTRO CONTATTI INDIRETTI

Le seguenti prescrizioni servono a protezione dal pericolo derivante da contatto con masse che a causa di un guasto entrano in contatto con le parti attive di un impianto. Per ottenere questa protezione, si deve cercare di non far attraversare il corpo da tali correnti o limitandone l'intensità a valori patofisiologicamente non pericolosi oppure interrompendo automaticamente il circuito in un tempo sufficientemente basso e patofisiologicamente non pericoloso.

Sistemi TT

Tutte le masse protette contro i contatti indiretti dallo stesso dispositivo di protezione devono essere collegate allo stesso impianto di terra.

Il punto di neutro o, se questo non esiste, un conduttore di fase, di ogni trasformatore o di ogni generatore, deve essere collegati a terra.

In questi sistemi è necessario coordinare i dispositivi di protezione con l'impianto terra, per cercare di non far attraversare il corpo da correnti d'intensità patofisiologicamente non pericolose, interrompendole automaticamente in un tempo sufficientemente basso.

Nei luoghi ordinari, si ritiene pericolosa una tensione di contatto presunta superiore a 50 V a.c. e di 120 V c.c., il coordinamento tra impianto di terra e i dispositivi di protezione è soddisfatto, quando è soddisfatta la seguente condizione:

$$R_A \cdot I_a \leq 50$$

R_A è la somma delle resistenze del dispersore e dei conduttori di protezione delle masse, in ohm

I_a è la corrente che provoca il funzionamento automatico del dispositivo di protezione, in ampere.

Nel ns. caso tale protezione è affidata ad interruttori automatici differenziali e pertanto la I_a è la soglia I_{dn} di intervento del relè differenziale.

Per ragioni di selettività, si possono utilizzare sia dispositivi a corrente differenziale di tipo generale che del tipo S (selettivi) in serie con quelli di tipo generale, nei circuiti di distribuzione è ammesso un tempo di interruzione non superiore a 1 s.

2.0 PROTEZIONE DELLE CONDUTTURE CONTRO LE SOVRACORRENTI

I conduttori attivi devono essere protetti da uno o più dispositivi che interrompano automaticamente l'alimentazione quando si produce una corrente pericolosa dovuta ad un sovraccarico o un cortocircuito.

I dispositivi di protezione devono essere in grado di interrompere qualsiasi sovracorrente, sino alla corrente di cortocircuito presunta nel punto di installazione del dispositivo.

PROTEZIONE CONTRO IL SOVRACCARICO

Devono essere previsti dispositivi di protezione per interrompere le correnti di sovraccarico dei conduttori del circuito, prima che tali correnti possano provocare un riscaldamento nocivo all'isolamento, ai collegamenti, ai terminali o all'ambiente circostante le condutture.

Le caratteristiche dei dispositivi di protezione devono soddisfare le seguenti due condizioni:

$$I_B \leq I_n \leq I_z \quad \text{e} \quad I_f \leq 1,45 I_z$$

I_B corrente di impiego del circuito

I_z portata in regime permanente della conduttura

I_n corrente nominale del dispositivo di protezione (nei dispositivi regolabili è la corrente di regolazione scelta)

I_f corrente che assicura l'effettivo intervento del dispositivo di protezione.

Il dispositivo di protezione deve essere scelto in modo tale da evitare, che in condizioni di normale funzionamento del circuito, non venga superata frequentemente la corrente I_z .

Se la conduttura, ha lungo il suo percorso tratti con portate differenti, le condizioni sopracitate devono essere soddisfatte per la portata inferiore.

Se in condizioni ordinarie di funzionamento del circuito vi sono sovraccarichi di breve durata, il dispositivo di protezione deve avere delle caratteristiche di intervento adeguate che gli permettano di non interrompere il circuito.

Si possono, in caso di necessità, proteggere circuiti che siano alimentati da conduttori in parallelo, assumendo come I_z la somma delle portate dei singoli conduttori, ma bisogna che i conduttori abbiano le stesse caratteristiche elettriche, che non abbiano circuiti derivati lungo il percorso e che siano disposti in modo da portare correnti sostanzialmente uguali.

Il dispositivo di protezione contro il sovraccarico di una conduttura può essere posto lungo il percorso della stessa se tra il punto in cui si presenta una variazione (di sezione, di natura, di modo di posa o costituzione) ed il punto in cui è posto, non vi siano né derivazioni né prese a spina.

PROTEZIONI CONTRO IL CORTO CIRCUITO

Devono essere previsti dispositivi per interrompere le correnti di cortocircuito dei conduttori del circuito prima che tali correnti possano diventare pericolose a causa degli effetti termici e meccanici prodotti nei conduttori e nelle connessioni.

Le correnti di cortocircuito presunte sono determinate in fase di progetto mediante idonei calcoli, ma nel caso di particolari situazioni possono essere misurate direttamente riferendosi ai punti significativi dell'impianto. I dispositivi di protezione contro il cortocircuito devono avere il potere di interruzione non inferiore alla corrente di cortocircuito presunta nel punto di installazione.

E' tuttavia ammesso che un interruttore non risponda a tale requisito, purché vi sia un interruttore a monte che coordinato con esso, ne permetta la funzionalità anche a correnti di cortocircuito più elevate (back-up).

Tutte le correnti provocate da un cortocircuito in un punto qualsiasi del circuito, devono essere interrotte in un tempo sufficiente a evitare che i conduttori raggiungano la temperatura limite ammissibile.

La scelta del dispositivo di protezione contro il cortocircuito delle condutture deve essere fatta nel rispetto della seguente formula:

$$(I^2 t) \leq k^2 S^2$$

dove:

(I² t) = è l'integrale di Joule per la durata del cortocircuito (energia specifica passante lasciata passare dal dispositivo di protezione per la durata del corto circuito) in A²s;

S = sezione del conduttore in mm²

k = fattore dipendente dal tipo di conduttore e dal suo isolante.

115 per conduttori in rame isolati con PVC.

135 per conduttori in rame isolati con gomma ordinaria o gomma butilica.

143 per conduttori in rame isolati con gomma etilenpropilenica e propilene ret.

In generale i dispositivi di protezioni contro il cortocircuito devono essere posti all'inizio delle condutture da proteggere.

E' ammesso posizionare i dispositivi di protezione in un punto di riduzione della sezione o di un'altra variazione dell'impianto, se il tratto di conduttura tra il punto e il dispositivo soddisfa contemporaneamente le seguenti condizioni:

- la lunghezza non supera 3 m.
- il tratto è realizzato in modo da ridurre al minimo il rischio di cortocircuito.
- il tratto non è posto vicino a materiale combustibile.
- il tratto non fa parte di impianti in luoghi a maggior rischio in caso d'incendio o con pericolo di esplosione.

E' possibile comunque se a monte di tali condutture si trova un dispositivo di protezione che ne assicura comunque la protezione.

L'omissione dei dispositivi di protezione contro il cortocircuito è ammessa per:

- le condutture che collegano generatori, trasformatori, raddrizzatori, batterie di accumulatori ai rispettivi di comando e protezione, quando i dispositivi di protezione siano posti su questi quadri;
- i circuiti la cui apertura potrebbe comportare pericoli per il funzionamento degli impianti interessati (es. estinzione incendi, elettromagneti di sollevamento ecc.);
- alcuni circuiti di misura;
purché le condutture siano realizzate in modo da ridurre al minimo il rischio di cortocircuito e non siano poste in vicinanza di materiali combustibili.

DIMENSIONAMENTO E PROTEZIONE CONDUTTORE DI NEUTRO

Il dimensionamento del conduttore di neutro deve rispettare quanto indicato dalla Norma CEI 64-8 al punto 524.2 e punto 524.3 considerando che i carichi sono sostanzialmente equilibrati e non sono presenti carichi con presenza significativa di armoniche.

Nei circuiti trifase quando la sezione del conduttore di neutro è inferiore al conduttore di fase (con conduttori di fase di sezione oltre 16mmq con minimo 16mmq), gli interruttori di

protezione dovranno garantire la protezione dei conduttori di neutro con relè termomagnetico dedicato di idonea taratura (N1/2).

Nei circuiti fase-neutro nel caso di utilizzo di interruttore automatico con un solo polo protetto contro le sovracorrenti, questo deve necessariamente essere inserito sul conduttore di fase.

3.0 PROTEZIONE DALLE SOVRATENSIONI

La struttura presa in considerazione secondo la normativa CEI 81-1, è una struttura ordinaria senza impianti interni sensibili alle sovratensioni e risulta autoprotetta dalle scariche atmosferiche in accordo con la norma sperimentale 81-4. In ogni caso al fine di garantire una buona protezione da eventuali sovratensioni occorre predisporre:

- collegamenti equipotenziali degli impianti interni tra loro e i corpi metallici interni
- collegamenti equipotenziali degli impianti interni effettuati anche all'ingresso dei locali contenenti apparecchiature elettroniche e impianti interni dei locali aventi caratteristiche schermanti adeguate, oppure apparecchiature elettroniche singolarmente protette dalle sovratensioni.

4.0 SCELTA E MESSA IN OPERA DEI COMPONENTI IMPIANTO ELETTRICO

TIPI DI CONDUTTORI

La scelta delle condutture è di vitale importanza nel funzionamento e nella sicurezza dell'impianto e tale scelta dipende da molteplici fattori, quali per esempio, tensione nominale del circuito, tipo di corrente, lunghezza, modalità di posa, temperatura ecc.

La scelta della tipologia dei conduttori deve rispettare quanto indicato negli schemi quadri elettrici, nelle tabelle di dimensionamento e di verifica coordinamento delle protezioni. Generalmente dovranno essere utilizzati:

Cavi per posa fissa all'esterno edificio (posa in cunicoli e vie cavi o anche interrata)

FG7(O)R 0.6/1kV conduttori in rame unipolare o multipolare con isolamento in gomma HEPR ad alto modulo di qualità G16 e guaina termoplastica qualità RZ colore grigio (a Norma CEI 20-13 CEI 20-22 II).

Cavi per posa mobile all'esterno edificio (collegamento utenze mobili all'aperto - cantieri)

H07RN-F 450/750V conduttori in rame unipolare o multipolare con isolamento in gomma di qualità EI4 e guaina esterna in policloroprene o equivalente di qualità EM2 colore nero (a Norma CEI 20-19/4).

Cavi per posa fissa all'interno dell'edificio (posa in canalizzazioni e vie cavi)

FG16(O)M16 0.6/1kV conduttori in rame unipolare o multipolare con isolamento in gomma HEPR ad alto modulo di qualità G16 e guaina termoplastica speciale di qualità M16, colore verde a bassissima emissione di fumi e gas tossici (limiti previsti dalla CEI 20-38 con modalità di prova previste dalla CEI 20-37). (Classificazione Cca-s1b, d1, a1 Conforme ai requisiti previsti dalla Normativa Europea Prodotti da Costruzione CPR UE 305/11).

FG17 450/750V conduttori in rame unipolare con isolamento in elastomerico reticolato di qualità G17 vari colori a bassissima emissione di fumi e gas tossici (Classificazione Cca-s1b, d1, a1 - Conforme ai requisiti previsti dalla Normativa Europea Prodotti da Costruzione CPR UE 305/11).

Cavi per posa mobile e fissa all'interno dell'edificio (utilizzo a vista collegamento utenze mobili) per utenze di potenza ridotta (max 1000W)

FM9OZ1 450-750V cavo multipolare, con isolamento in LSZH di qualità M9 e guaina esterna LSZH di qualità Z1 colore grigio RAL 7001. (Classificazione Cca-s1b, d0, a1 - Conforme ai requisiti previsti dalla Normativa Europea Prodotti da Costruzione CPR UE 305/11).

Colori distintivi dei conduttori

I conduttori di protezione, equipotenziali e di terra, nel caso abbiano un isolamento deve essere obbligatoriamente di color giallo/verde. Il conduttore di neutro deve essere di colore blu chiaro (se distribuito), mentre per i colori dei conduttori di fase consigliamo di utilizzare: Fase R - Nero – Fase S – Marrone – Fase T Grigio. Per i circuiti SELV dovranno essere utilizzati conduttori di colore diverso da quelli utilizzati dagli altri circuiti.

Sezione e portata dei conduttori

La sezione minima dei conduttori deve essere, a seconda dei circuiti che alimentano, almeno pari a:

- circuiti di energia almeno 2.5 mm² (Forza Motrice e prese) almeno 1.5 mm² (illuminazione)
- circuiti di segnalazione o comando almeno 1.5 mm²;
- circuiti di segnalazione e comando destinati ad apparecchiature elettroniche almeno 0,5 mm².

La scelta della sezione dei conduttori deve rispettare quanto indicato negli schemi quadri elettrici, nelle tabelle di dimensionamento e di verifica coordinamento delle protezioni dove sono indicate le varie portate dei conduttori in funzione del tipo e condizioni di posa, ecc .

L'eventuale conduttore di neutro deve avere la stessa sezione dei conduttori di fase:

- nei circuiti monofase a due fili, qualunque sia la sezione dei conduttori;
- nei circuiti polifase quando la dimensione dei conduttori di fase sia inferiore od uguale a 16 mm² (se in rame).

Nei circuiti polifase, con sezioni superiori a quelle sopra descritte, il conduttore di neutro può avere una sezione inferiore a quella delle fasi se comunque ha una sezione non inferiore a 16 mm² e la massima corrente che lo può percorrere in funzionamento ordinario non sia superiore a quella ammissibile dal conduttore stesso.

VIE CAVI – CANALIZZAZIONI - TUBAZIONI

Per quanto riguarda i canali, si consiglia che la sezione occupata dai cavi non sia superiore alla metà della sezione del canale; per i circuiti di segnale o comando, questa prescrizione non si applica.

All'interno di canali non è previsto posare cavi unipolari o multipolari senza guaina esterna. Solamente per brevi tratti e per casi particolari sarà possibile utilizzare cavi senza guaina se il canale risulta munito di coperchio (asportabile e mezzo attrezzo) e assicura una dovuta protezione meccanica dei cavi.

I canali, generalmente in metallo, non devono avere asperità e spigoli vivi e devono possedere almeno un grado di protezione IP2X. Per locali di servizio possono essere utilizzati canali in PVC isolanti.

All'interno dello stesso canale possono coesistere impianti a tensioni diverse alle seguenti condizioni:

- adeguatamente separati con setti separatori;
- con cavi isolati per la tensione nominale massima richiesta per i cavi di energia.

I tubi flessibili o rigidi in materiale isolante per posa sotto pavimento devono essere del tipo pesante; quelli di tipo leggero possono essere usati solo sotto traccia, a parete o soffitto. Occorre garantire la sfilabilità dei cavi senza che vengano danneggiati e pertanto il diametro intero dei tubi deve essere almeno 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi. Nei punti soggetti alla possibilità di urti violenti (zione di passaggio mezzi di movimentazione merci) devono essere utilizzati tubi metallici a Norma CEI 23-39.

CASSETTE DERIVAZIONE E GIUNZIONE

Le connessioni devono essere eseguite all'interno di cassette di derivazione. Non è ammesso giunzioni all'interno di tubazioni e canalizzazioni salvo casi eccezionali in cui sia garantito un grado di protezione almeno IPXXB o IP2X conservando le caratteristiche dei cavi come colore e sezione.

Le connessioni possono essere effettuate con morsetti con viti e nell'eseguire la connessione non si deve ridurre la sezione dei conduttori. I morsetti di connessione devono essere tali da consentire l'accesso della sezione dei cavi che devono connettere e non vi devono essere parti conduttrici scoperte e accessibili.

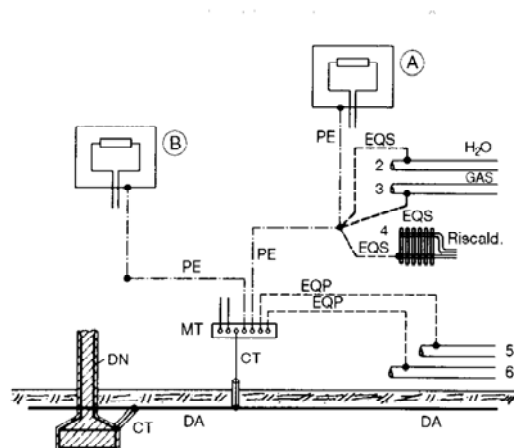
Le cassette di connessione devono essere saldamente fissate come pure i loro coperchi, che se possibile devono essere asportabili con attrezzo e con fissaggio tramite viti.

E' consigliato che all'interno delle cassette di derivazione, le connessioni e i cavi non occupino più della metà del volume interno delle cassette stesse.

5.0 IMPIANTO DI MESSA A TERRA

L'impianto di terra svolge la funzione di convogliare a terra la corrente di guasto, facilitando così l'intervento delle protezioni e limitando le tensioni pericolose verso terra.

L'impianto di terra ha anche la funzione di rendere equipotenziale l'ambiente, riducendo al minimo le differenze di potenziale fra le masse, masse estranee e il terreno; tale sistema fa anche sì le masse estranee entranti non possano portare all'interno dell'ambiente potenziali pericolosi.



L'impianto di terra è costituito da:

- dispersori, che possono essere intenzionali (DA) o di fatto (DN);
- conduttori di terra (CT);
- collettore (o nodo) principale di terra (MT);
- conduttori di protezione (PE);
- conduttori equipotenziali, che possono essere principali (EQP) o supplementari (EQS).

I dispersori sono corpi o elementi conduttori posti in intimo contatto elettrico col terreno (picchetti o ferri di plinti o fondazioni) e devono essere in grado di garantire una resistenza alle corrosioni e alle sollecitazioni meccaniche, e garantire una continuità elettrica e una durata nel tempo.

Le dimensioni minime dei dispersori intenzionali deve rispettare quanto previsto dalla Norma CEI 64-8/5 artt. 542.2.3 e 542.2.4

Il conduttore di terra è quel conduttore che collega il collettore principale di terra ai dispersori e i dispersori tra loro. Le dimensioni minime del conduttore di terra deve rispettare quanto previsto dalla Norma CEI 64-8/5 art. 542.3.1 con sezioni minimo 16 mm^2 se protetto dalla corrosione e 25 mm^2 se non protetto dalla corrosione (per conduttori in rame). Nel caso si consideri il conduttore di terra come elemento disperdente (nudo ed interrato) deve avere sezione minima 35 mm^2 se in rame o 50 mm^2 se in acciaio zincato.

Il collettore principale di terra è quell'elemento di collegamento tra i conduttori di terra, e i conduttori di protezione e deve essere accessibile per le verifiche (si consiglia che i conduttori ad esso collegati, sia identificati con targhette di segnalazione), e tramite attrezzo possano essere scollegati.

Il conduttore di protezione serve per collegare le masse, e le masse estranee al collettore principale di terra.

Le dimensioni minime del conduttore di protezione deve rispettare quanto previsto dalla Norma CEI 64-8/5 art. 543.1 e può essere calcolata o scelta con sezione analoga al conduttore di fase sino a 16 mm^2 o la metà del conduttore di fase per sezioni oltre 25 mm^2 (con minimo 16 mm^2).

I conduttori equipotenziali principali connettono al collettore principale di terra le masse estranee, a livello del terreno. La sezione di detto conduttore deve rispettare quanto previsto dalla Norma CEI 64-8/5 art. 547.1.1 non deve essere inferiore alla metà della sezione del più grande conduttore di protezione, e comunque non inferiore a 6 mm^2 con un massimo 25 mm^2 .

I conduttori equipotenziali supplementari connettono localmente le masse e le masse estranee, creando così un equipotenzialità locale.

La sezione del conduttore equipotenziale supplementare dipende da che cosa collega; se due masse, deve avere la sezione del conduttore di protezione più piccolo; se una massa ad una massa estranea, deve avere una sezione minima uguale alla metà del conduttore di protezione collegato alla massa.

In tutti i casi la sezione minima di detti conduttori sarà di 4 mm^2 .

SEZIONE III - ESECUZIONE DEGLI IMPIANTI

L'impianto elettrico dei locali in oggetto sarà realizzato a "PERFETTA REGOLA D'ARTE" con utilizzo di materiali di qualità e secondo le tecniche della moderna impiantistica.

Di seguito riportiamo la descrizione sommaria delle caratteristiche tecniche dell'impianto:

1.0 - QUADRI ELETTRICI

In apposito punto esterno al fabbricato (convenuto con Società fornitrice) viene previsto il quadro elettrico punto fornitura contenenti tutte le apparecchiature di protezione della linea di alimentazione principale del fabbricato. In posizione rilevabile dalle planimetrie allegate, viene previsto il quadro elettrico generale per la distribuzione alimentazione alle varie zone e alle utenze comuni del fabbricato. Detti quadri saranno del tipo da esterno con armadi o cassette componibili in lamiera d'acciaio verniciata con portella anteriore trasparente con chiusura a chiave in grado di garantire un grado di protezione minimo IP 40. Per piccoli centralini di zona si potranno impiegare centralini da incasso (o da esterno nel caso sia necessario) in materiale isolante autoestinguente dotati di portella anteriore trasparente con grado di protezione minimo IP 40.

A protezione degli interruttori contro contatti accidentali, dovranno essere impiegate piastre modulari preforate, che saranno installate sul fronte del quadro, assicurando un grado di protezione minimo IP 20 (a portella aperta).

01 - APPARECCHIATURA DI PROTEZIONE

Tutti gli interruttori dovranno essere con attacchi anteriori o posteriori di tipo fisso a seconda delle condizioni di installazione e comunque essere dotati di calotte coprimorsetti.

Ogni interruttore di comando e protezione dovrà essere del tipo modulare con scatola isolante in materiale ad elevata resistenza meccanica e bassa igroscopicità.

Detti interruttori dovranno garantire una protezione sicura contro sovraccarichi e corto-circuiti mediante sganciatori termomagnetici di massima affidabilità e regolabili ed intercambiabili.

I contatti dell'interruttore si apriranno in caso di guasto anche se la leva di manovra è mantenuta in posizione di chiuso, inoltre il movimento dei contatti nelle operazioni di apertura e chiusura avviene con velocità indipendente da quella impressa dall'operatore nella manovra manuale.

Tutti gli interruttori, fusibili, contattori, relè, ecc. dovranno essere del tipo per montaggio su guida a scatto.

Gli interruttori dovranno avere un potere d'interruzione minimo pari al valore di I_{cc} presunto nel punto di installazione, comunque non inferiore a 4.5kA (circuiti monofase).

A protezione di ogni montante di alimentazione alloggi in prossimità del punto di fornitura ENEL verrà installato un interruttore automatico differenziale di idonea portata con soglia di intervento 0.3A Selett.

Tale interruttore farà anche funzione di interruttore generale per sezionamenti d'emergenza e pertanto dovrà essere opportunamente segnalato.

Tutti i quadri dovranno essere accuratamente collaudati sia nei circuiti di comando che nei circuiti di F.M.

Le prove consisteranno in:

- Esame a vista delle apparecchiature e Controllo del cablaggio dei circuiti.
- Prove di funzionamento e Prova rigidità dielettrica.
- Verifica delle misure di protezione e della continuità elettrica del circuito di protezione.

Del collaudo dovrà essere rilasciato il relativo certificato.

Ogni quadro dovrà essere corredato degli schemi elettrici in formato A4.

2.0 - IMPIANTO ELETTRICO GENERALE

Gli impianti dovranno essere eseguiti in parte a vista per la distribuzione su controsoffitto ed in parte sottotraccia con grado di protezione generale IP 4X per le parti a portata di mano ed IP 2X per le rimanenti parti.

Genericamente gli impianti devono essere realizzati con utilizzo di:

01 - TUBAZIONI

A seconda del tipo di installazione dovranno essere utilizzate tubazioni in PVC di tipo:

- Flessibile : per la posa sottotraccia (o sottopavimento).
- Rigido : posa in vista su qualsiasi struttura.

A - TUBO IN PVC FLESSIBILE

Questo tipo di tubo dovrà essere conforme alle tabelle UNEL 37121/70 di colore nero di tipo autoestinguente, dotato di Marchio Italiano di Qualità (IMQ). Per la distribuzione sottopavimento si dovrà IMPIEGARE ESCLUSIVAMENTE TUBO DI TIPO PESANTE.

B - TUBO IN PVC RIGIDO

Questo tipo di tubo dovrà essere conforme alle tabelle UNEL 37118/72 di colore grigio chiaro, di tipo autoestinguente e con una resistenza allo schiacciamento pari ad almeno 150 Kg/dm. Il tubo dovrà essere completo di curve, manicotti e di tutti gli accessori d'installazione.

C - METODO DI POSA E DIMENSIONAMENTI

I tubi sulle pareti dovranno avere percorsi verticali od orizzontali, evitando le pose oblique.

Le curve dovranno essere realizzate per piegatura diretta del tubo oppure con cassette di derivazione.

I raggi di curvatura non dovranno essere inferiori ai minimi prescritti per i cavi che il tubo è destinato a contenere, in ogni caso mai inferiori a sei volte il diametro esterno del tubo.

Il diametro dei tubi non dovrà essere inferiore ad 1.3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio di cavi in esso contenuti con un minimo di 16 mm. e con coefficiente di riempimento 0.4.

02 - CAVI E CONDUTTORI

I conduttori devono essere idonei al tipo di installazione prevista (locali a MAggior Rischio in Caso d'Incendio) con bassissima emissione di fumi e gas tossici (limiti previsti dalla CEI 20-38 con modalità di prova previste dalla CEI 20-37) e conformi ai requisiti previsti dalla Normativa Europea Prodotti da Costruzione CPR UE 305/11.

Per la distribuzione generale in passerella o canale si dovranno impiegare conduttori in rame di tipo FG16(O)M16 0.6/1kV unipolare o multipolare con isolamento in gomma HEPR ad alto modulo di qualità G16 e guaina termoplastica speciale di qualità M16, colore verde a bassissima emissione di fumi e gas tossici.

Per la posa in tubazioni si dovranno impiegare conduttori in rame di tipo FG17 450/750V unipolare con isolamento in elastomerico reticolato di qualità G17 vari colori a bassissima emissione di fumi e gas tossici.

Per il collegamento a piccole apparecchiature o per cavi segnalazione si potranno impiegare conduttori in rame di tipo FM9OZ1 450-750V multipolare, con isolamento in materiale termoplastico di qualità M9 e guaina esterna di qualità Z1 colore grigio a bassissima emissione di fumi e gas tossici.

A - PORTATE DEI CONDUTTORI E CADUTE DI TENSIONE

La sezione dei conduttori impiegati dovrà essere calcolata secondo le tabelle UNEL 35024-70 tenuto conto delle modalità e condizioni di posa, comunque mai superiore al 70% di quanto riportato dalle tabelle UNEL.

B - MODALITA' DI POSA DEI CONDUTTORI

I conduttori e cavi dovranno essere posati con la massima cura ponendo particolare attenzione negli incroci per evitare accavallamenti ed attorcigliature.

La colorazione delle anime dei conduttori in cavo dovrà essere conforme a quanto previsto dalle norme CEI 20-19 e 20-20 tenendo presente che E' VIETATO UTILIZZARE IL CONDUTTORE GIALLO-VERDE COME CONDUTTORE DI FASE O ATTIVO.

I medesimi colori devono essere utilizzati per i conduttori unipolari.

Ogni cavo deve essere contrassegnato a seconda del tipo di circuito a cui fa capo al centralino di protezione.

Per posa dentro tubazioni di PVC, i coefficienti di riempimento non dovranno essere mai superiori a quelli ammessi dalle vigenti normative.

03 - DERIVAZIONI

Ogni volta che viene eseguita una derivazione o smistamento di conduttori e ove necessari per garantire la sfilabilità dei conduttori dovranno essere impiegate scatole o cassette di derivazione. Le cassette di derivazione da incasso dovranno essere in polistirolo antiurto con anello superiore di rinforzo e guide sul fondo per il fissaggio di morsettiere ed altri accessori.

I circuiti funzionanti a diverse tensioni dovranno essere separati secondo le tensioni utilizzate ed indicativamente:

- A) linee di distribuzione con tensione 230-400V
- B) linee di distribuzione B.T. (Videocitofonia, ecc.)
- C) linee segnali bassa frequenza (TV, telefono ecc.)

Le giunzioni o derivazioni dovranno essere eseguite attraverso morsetti in materiale isolante tipo componibile ed eventuali cambiamenti di sezione protetti da sovraccarichi e corto circuiti da sezionatori con fusibili di protezione.

La lunghezza dei conduttori all'interno dovrà avere una ricchezza tale da poter essere estratti per un eventuale controllo.

Le altezze delle scatole ed apparecchiatura di comando dovranno essere concordate con la D.L. tenendo conto della accessibilità dei locali a persone con disabilità ed installata in posizione idonea per le varie funzioni. Indicativamente è da considerare:

- cm. 30 per le scatole portaprese e di derivazione
- cm. 100 per le scatole portainterruttori.

Le scatole di derivazione poste in alto dovranno avere una altezza dal soffitto di cm. 30. I coperchi dovranno essere di tipo antiurto di colore bianco fissato mediante viti.

Le cassette di derivazione da esterno dovranno essere in materiale isolante termoisolante rinforzato con fibre di vetro complete di coperchio con guarnizione di tenuta e grado di protezione generale IP55.

04 – APPARECCHIATURA

Tutte le apparecchiature dovranno essere rispondenti alle seguenti caratteristiche elettriche:

- | | |
|--|----------------------------|
| - tensione nominale | 250-380V/50Hz |
| - corrente nominale | 10/16A |
| - tensione di prova per 1 min. | 2000V |
| - resistenza di isolamento a 500V | 5 MOhm |
| - durata di funzionamento alla corrente nominale | 40.000 manovre a cos @ 0,6 |

L'impianto elettrico dei vari locali dovrà essere predisposto secondo quanto riportato nei disegni di progetto ed in base alle esigenze del Committente.

A - APPARECCHI DI COMANDO

Sono previsti apparecchi di comando a frutti modulari componibili serie PLANA di produzione della ditta VIMAR o di pari caratteristiche tecniche montati su supporti in materiale isolante con placca di finitura in tecnopolimero di colore a scelta della Committente.

I frutti dovranno essere combinati secondo necessità da 1 a 3 per supporto alloggiati in apposite scatole da incasso in PVC.

Gli interruttori, deviatori, invertitori, ecc., dovranno essere del tipo a bilanciere con contatti in lega d'argento aventi portata nominale di minimo 10A a 250V.

Nei locali ove è previsto un grado di protezione IP44 si dovranno installare apparecchi di comando in contenitori isolanti con coperchio a membrana che garantiscano il grado di protezione richiesto di tipo SYSTEM della Ditta GEWISS o di pari caratteristiche tecniche.

B - PRESE DI CORRENTE

Dovranno essere di tipo a frutti modulari componibili, montate su supporti in resina e alloggiate in scatole da incasso.

Tutte le prese dovranno avere grado di sicurezza 2.1 con tensione nominale di 250V e portata di corrente di 10 e 16A e se di portata superiore a 16A dovrà essere protetta da interruttore automatico magnetotermico.

Nei locali ove richiesto un grado di protezione IP44 le prese e punti di utilizzo dovranno utilizzare contenitori isolanti con coperchio a membrana che garantiscano il grado di protezione richiesto di tipo SYSTEM della Ditta GEWISS o similare.

C - APPARECCHIATURE VARIE

Tutte le apparecchiature, quali suonerie, spie di segnalazione, regolatori di luminosità, ecc. dovranno avere le stesse caratteristiche di modularità e tecniche delle apparecchiature richiamate ai punti precedenti.

Nei locali bagno devono essere mantenute le distanze di rispetto per vasche da bagno e docce e devono essere collegati a terra le parti metalliche normalmente non in tensione (collegamenti equipotenziali delle tubazioni di adduzione e scarico, polo di terra delle prese, conduttore di terra dei centri luce).

3.0 - IMPIANTO PORTIERE ELETTRICO E VIDEOCITOFONO

Tra il portone ingresso e l'interno dei locali (zona reception e segreteria) viene disposto un impianto videocitofonico mediante il quale sono possibili comunicazioni parlate di tono e chiarezza regolari, tra inquilino/personale interno ed eventuale visitatore, con monitor collegato alla telecamera mediante il quale è possibile controllare la generalità dei visitatori .
L'impianto è composto essenzialmente dei seguenti elementi:

STAZIONE ESTERNA

Telecamera con obiettivo 8.5mm montata in scatola da incasso con cornice di protezione e fiancate in alluminio anodizzato completa di tastiera e pulsanti, gruppo fonico amplificato protetto dall'umidità con possibilità di regolazione del volume.

STAZIONE ALIMENTAZIONE

Alimentatore per monitor e telecamera protetto contro i sovraccarichi con uscita per alimentazione serrature elettriche.

STAZIONE INTERNA

Monitor da parete in materiale termoplastico colore chiaro dimensioni minime 4.5" completo di altoparlante e microtelefono di con incorporato pulsante apriporta e ronzatore predisposto per conversazioni intercomunicanti tra i vari posti interni alloggi e le varie unità immobiliari.

Le linee di collegamento di ogni apparecchio dovranno essere eseguite con conduttore di tipo telefonico con isolamento grado 2 infilate entro tubazioni proprie del tipo in PVC disposte lungo il vano scale.

Il materiale installato dovrà essere di produzione della Ditta BPT o similare.

4.0 - IMPIANTO DISTRIBUZIONE TELEFONICA – TRASMISSIONE DATI

Dal punto di consegna della rete esterna si diparte la rete di distribuzione Telefonica Trasmissione dati interna.

Nell'edificio viene individuato un locale server dove è previsto un armadio rack principale in cui sono installati gli apparati attivi e da cui si dipartono cavi in F.O. sino ai vari armadi HUB di piano o zona a cui sono collegate le prese dati previste nel cablaggio strutturale dell'edificio.

Per la parte di ampliamento è previsto un armadio rack dedicato che sarà a sua volta collegato al locale server mediante cavo in F.O.

ARMADIO RACK

L'armadio rack avrà la funzione di contenere tutti i componenti necessari ad equipaggiare i nodi di concentrazione (dagli apparati attivi ai pannelli di permutazione della rete di distribuzione fisica, ecc.) e sarà costituito da una struttura in lamiera d'acciaio passivata, pressopiegata ed elettrosaldata e verniciata con polveri epossidiche in formato da 19 pollici a due montanti laterali completamente preforati (doppia foratura) completo di portella anteriore trasparente.

Inoltre a completamento dell'armadio dovrà essere installato il pannello di alimentazione elettrica con spia luminosa, gli elementi passivi come i pannelli di permutazione (patch panel) e tutti gli accessori per la corretta installazione (passacavi, staffe, bulloneria, griglie di areazione, etc.).

Gli apparati attivi, dovranno essere installate sulla parte frontale in modo visibile, attraverso il sostegno della struttura a 19", o su adeguati supporti nel caso non siano di tipo modulare.

Verrà previsto un pannello per l'attestazione della Fibra Ottica di ingresso ed un pannello di connessione da 24 porte con prese in categoria 6.

I pannelli dovranno ospitare sia i collegamenti per i cavi UTP categoria 6, sia i cavi telefonici multicoppia, sia le fibre ottiche.

CAVI

I cavi saranno posati in tubazioni o canalizzazioni a loro esclusivamente dedicate, e saranno installati all'interno del locale da ogni punto presa fino all'armadio di attestazione. Durante la posa dei cavi si dovrà avere la massima cura di non superare sia la tensione di tiro sia il raggio di curvatura minimo, prescritto dai costruttori e dallo standard di riferimento e si dovrà provvedere a lasciare 3 m di riserva per ogni cavo e per ogni postazione.

I cavi di rete scelti sono i cavi UTP (Unshielded Twisted Pair – doppini ritorti non schermati) di Categoria 6 in grado di fornire le massime prestazioni in quanto il cablaggio di Categoria 6 garantisce un valore doppio di rapporto segnale-rumore (attenuazione/crosstalk positivo fino a 200 MHz) rispetto a un cablaggio di Categoria 5 e offre il margine di prestazioni desiderato.

I cavi a 4coppie UTP di Cat. 6 saranno completamente attestati al rispettivo pannello di permutazione e le tratte saranno prive di giunzioni intermedie tra i punti di attestazione (pezzatura unica). Per questo tipo di applicazioni sono stati sviluppati due standard di cablaggio, EIA/TIA-568A ed EIA/TIA-568B, che differiscono per l'inversione delle coppie 2 e 3. I due standard presentano una diafonia diversa, dovuta al differente passo di avvolgimento delle coppie.

La diafonia (o crosstalk) è il passaggio, in maniera capacitiva o induttiva, di energia da una linea ad un'altra, ovvero il disturbo che una coppia di cavi crea sulle altre; il fenomeno si manifesta quando più circuiti sono vicini, ad esempio quando più coppie di conduttori (doppini) sono contenute in un unico cavo. Lo schema di cablaggio utilizzato sarà comunque l'EIA/TIA-568B che ha una diafonia minore rispetto a quella del EIA/TIA-568A.

PUNTI DI RETE

I punti di rete, punti di collegamento tra il pannello di permutazione e la postazione utente, dovranno essere equipaggiate con prese RJ45 di Cat. 6 conforme alla normativa di riferimento, montato su supporto idoneo per scatola portafrutto da incasso (o a vista nel caso necessario) con apparecchiatura serie PLANA della ditta VIMAR (o di pari caratteristiche tecniche) complete di placca in materiale isolante di colore chiaro (a scelta D.L.).

Ad ogni presa sarà attestato un cavo a 4 coppie UTP di Cat. 6.

Le prese RJ45 saranno provviste di sistema di connessione delle coppie IDC (Insulation Displacement Contact) con sequenza di attestazione dei conduttori tipo EIA T568B.

Per limitare la tipologia di materiali e nel contempo aumentare le garanzie di funzionalità nel tempo per le applicazioni in Cat. 6 la presa RJ45 impiegata, sarà della stessa famiglia (costruttore) di quelle installate sui patch panel. La placca porta frutto, avrà uno spazio dedicato al posizionamento delle etichette identificative della postazione. Ogni singola presa avrà una immediata identificazione d'utilizzo, attraverso l'applicazione di icone colorate complete del relativo simbolo, asportabili e sostituibili secondo la destinazione d'uso della presa stessa.

Ogni postazione sarà corredata delle opportune bretelle (Patch Cord) di lunghezza adeguata al collegamento delle apparecchiature previste (PC, casse, ecc.). La bretella dovrà essere composta da un cavo flessibile a 4 coppie UTP di Categoria 6 con conduttori in rame (impedenza 100 Ohm) rispondente allo standard ANSI/TIA/EIA-568-B.2-1.

COLLAUDI

Al termine dei lavori di cablaggio verranno eseguiti i collaudi rete al fine di garantire che l'impianto installato sia conforme alle norme di riferimento compreso verbale attestante i dati ed i valori misurati sulle diverse tratte quali:

- Schema collegamento - Lunghezza cavo
- Ritardo di propagazione - Skew di ritardo
- Impedenza - Next - Next @ remoto
- Attenuazione - ACR - ACR @ remoto
- PSACR - PSACR @ remoto
- RL - RL @ remoto
- PSNEXT - PSNEXT @ remoto
- ELFEXT - ELFEXT @ remoto
- PSELFEXT - PSELFEXT @ remoto

Al termine dei lavori dovrà essere rilasciata idonea certificazione con i risultati delle prove strumentali di ogni punto dati.

6.0 – IMPIANTO RIVELAZIONE FUMI

Per l'intervento di ampliamento dell'Istituto si prevede un impianto di rivelazione automatica di allarme incendi con sistema CONVENZIONALE a zone che possa dialogare con l'impianto di allarme esistente in modo da garantire un intervento univoco e segnalazione uniforme in caso di emergenza. A tale proposito si prevede di utilizzare l'attuale centrale con combinatore telefonico per l'invio degli allarmi al servizio di sorveglianza. Tale sistema dovrà essere utilizzato anche per le segnalazioni EVAC.

6.01 - RIFERIMENTO NORMATIVO

Agli impianti rivelazione incendio si applicano le seguenti norme tecniche:

- Norma UNI 9795:2021 "Sistemi fissi automatici di rivelazione e di segnalazione allarme d'incendio";
- Norma UNI EN 54 "Sistemi di Rivelazione e di segnalazione manuale d'incendio";
- Circ. del Ministero dell'Interno n° 24 MI.SA. del 26/1/1993: "Impianti di protezione attiva antincendio";
- D.M. 30/11/1983 "Termini, definizioni generali e simboli grafici di prevenzione incendi";
- Decreto M.S.E. n. 37 del 22-01-2008 "Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11, 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".

Per l'attività è in corso la richiesta del parere favorevole di conformità antincendio al Comando Provinciale dei VV.F.

6.02 - GENERALITÀ

Per il dimensionamento del presente impianto di rivelazione incendio si è fatto riferimento alle indicazioni tecniche di cui alle norme UNI 9795:2021, in aggiunta ai termini e alle definizioni di cui alla UNI EN 54-1 e al D.M. 30/11/1983; sono state quindi adottate le seguenti definizioni:

- Altezza di un locale: distanza tra il pavimento ed il punto più alto dell'intradosso del soffitto o della copertura, quando questa costituisce il soffitto.
- Area specifica sorvegliata: superficie a pavimento sorvegliata da un rivelatore automatico d'incendio determinata utilizzando il raggio di copertura.
- Compartimento: parte di edificio delimitata da elementi costruttivi di resistenza al fuoco predeterminata e organizzata per rispondere alle esigenze della prevenzione incendi.

- Punto: componente connesso al circuito di rivelazione, in grado di trasmettere o ricevere informazioni relative alla rivelazione d'incendio.
- Sorveglianza di ambiente: sorveglianza estesa ad un intero locale od ambiente.
- Sorveglianza di oggetto: sorveglianza limitata ad un macchinario, impianto, od oggetto.
- Zona: suddivisione geografica dei locali o degli ambienti sorvegliati, in cui sono installati uno o più punti e per la quale è prevista una propria segnalazione di zona comune ai diversi punti.
- Area: una o più zone protette dal sistema.

Il sistema fisso automatico di rivelazione d'incendio sarà installato allo scopo di rivelare e segnalare un incendio nel minor tempo possibile. Il segnale d'incendio sarà trasmesso e visualizzato su una centrale di controllo e segnalazione. Un segnale di allarme acustico e visivo sarà emesso in tutti gli ambienti compreso quello interessato dall'incendio.

Lo scopo dell'installazione del sistema è quello di:

- favorire un tempestivo sfollamento delle persone, e lo sgombero, dove possibile, dei beni;
 - attivare, con tempestività, i piani di intervento di emergenza di sgombero;
 - attivare i sistemi di protezione attiva, contro l'incendio ed eventuali altre misure di sicurezza.
- La gestione e la programmazione degli allarmi della centrale sarà concordata dalla ditta installatrice con il servizio di prevenzione e protezione del Committente.

6.03 - COMPONENTI DEL SISTEMA

Tutti i componenti del sistema fisso, così come previsto dalla UNI 9795 saranno conformi alla UNI EN 54-1. Il sistema comprenderà i seguenti componenti obbligatori:

- i rivelatori automatici d'incendio;
- i punti di segnalazione manuale;
- la centrale di controllo e segnalazione;
- le apparecchiature di alimentazione;
- i dispositivi di allarme incendio.

6.04 – PROGETTAZIONE ED INSTALLAZIONE DEI SISTEMI FISSI AUTOMATICI

A - ESTENSIONE DELLA SORVEGLIANZA (P. 5.1 UNI 9795)

Le aree sorvegliate devono essere interamente tenute sotto controllo dal sistema di rivelazione. All'interno di un'area sorvegliata, devono essere direttamente sorvegliate dai rivelatori anche le seguenti parti, con le eccezioni di cui al punto 5.1.3 UNI 9795:

- locali tecnici di elevatori, ascensori e montacarichi, condotti di trasporto e comunicazione, nonché vani corsa degli elevatori, ascensori e montacarichi;
- cortili interni coperti;
- cunicoli, cavedi e passerelle per cavi elettrici;
- condotti di condizionamento dell'aria, e condotti di aerazione e di ventilazione;
- spazi nascosti sopra i controsoffitti e sotto i pavimenti sopraelevati.

Possono non essere direttamente sorvegliate dai rivelatori le seguenti parti, qualora non contengano sostanze infiammabili, rifiuti, materiali combustibili e cavi elettrici, ad eccezione, per questi ultimi, di quelli strettamente indispensabili all'utilizzazione delle parti medesime:

- piccoli locali utilizzati per servizi igienici, a patto che essi non siano utilizzati per il deposito di materiali combustibili o rifiuti;
- condotti e cunicoli con sezione minore di 1 m², a condizione che siano correttamente protetti contro l'incendio e siano opportunamente compartimentati;
- banchine di carico scoperte (senza tetto);
- condotte di condizionamento dell'aria di aerazione e di ventilazione che rientrino nelle situazioni sotto indicate:
- canali di mandata con portata d'aria minore di 3 500 m³/h;

- Nei canali di ricircolo:
 - o quando l'intero spazio servito dall'impianto è completamente protetto da un sistema di rilevazione;
 - o quando l'edificio è di un solo piano;
 - o quando l'unità ventilante serva solo a trasferire l'aria dall'interno all'esterno dell'edificio.
- spazi nascosti, compresi quelli sopra i controsoffitti e sotto i pavimenti sopraelevati, che:
 - o siano totalmente rivestiti all'interno con materiale di classe A1 e A1FL secondo la UNI EN 13501-1,
 - o non contengano cavi che abbiano a che fare con sistemi di emergenza (a meno che i cavi non siano resistenti al fuoco per almeno 30 min secondo la CEI EN 50200);
- vani scale compartimentati;
- vani corsa di elevatori, ascensori e montacarichi purché facciano parte di un compartimento sorvegliato dal sistema di rivelazione.

B - SUDDIVISIONE DELL'AREA IN ZONE (P. 5.2 UNI 9795)

L'area sorvegliata deve essere suddivisa in zone, secondo quanto di seguito specificato, in modo che, quando un rivelatore interviene, sia possibile individuarne facilmente la zona di appartenenza.

Le zone devono essere delimitate in modo che sia possibile localizzare rapidamente e senza incertezze il focolaio d'incendio.

Ciascuna zona deve comprendere non più di un piano del fabbricato, con l'eccezione dei seguenti casi: vani scala, vani di ascensori e montacarichi, edifici di piccole dimensioni anche se a più piani, ciascuno dei quali può costituire un'unica zona distinta.

La superficie a pavimento di ciascuna zona non deve essere maggiore di 1 600 m². Più locali non possono appartenere alla stessa zona, salvo quando siano contigui e se:

- il loro numero non è maggiore di 10, la loro superficie complessiva non è maggiore di 600 m² e gli accessi danno sul medesimo disimpegno;

oppure:

- il loro numero non è maggiore di 20, la loro superficie complessiva non è maggiore di 1000 m² e in prossimità degli accessi sono installati segnalatori ottici di allarme chiaramente visibili, che consentono l'immediata individuazione del locale dal quale proviene l'allarme (si è scelta questa soluzione).

I rivelatori installati in spazi nascosti (sotto i pavimenti sopraelevati, sopra i controsoffitti, nei cunicoli e nelle canalette per cavi elettrici, nelle condotte di condizionamento dell'aria, di aerazione e di ventilazione, ecc.) devono appartenere a zone distinte.

Deve inoltre essere possibile individuare in modo semplice e senza incertezze dove i rivelatori sono intervenuti. Si deve prevedere localmente una segnalazione luminosa visibile.

Se una medesima linea di rivelazione serve più zone o più di 32 punti, la linea deve essere ad anello chiuso e dotata di opportuni dispositivi di isolamento, conformi alla UNI EN 54-17, in grado di assicurare che un corto circuito o una interruzione della linea medesima, non impedisca la segnalazione di allarme incendio per più di una zona.

Tutte le linee saranno ad anello chiuso (loop).

In una zona possono essere compresi rivelatori sensibili a fenomeni differenti purché i rispettivi segnali siano univocamente identificabili alla centrale di controllo e segnalazione.

I punti di segnalazione manuale possono essere collegati ai circuiti dei rivelatori automatici purché i rispettivi segnali siano univocamente identificabili alla centrale di controllo e segnalazione in conformità a quanto indicato nel punto 5.4.6.1 UNI 9795.

Nel caso in questione trattandosi di un impianto analogico indirizzato le zone saranno di tipo logico, pertanto nella programmazione della centrale e del sistema si terrà conto di quanto specificato precedentemente.

C - CRITERI DI SCELTA DEI RIVELATORI (P. 5.3 UNI 9795)

I rivelatori devono essere conformi alla serie UNI EN 54. Nella scelta dei rivelatori sono stati presi in considerazione i seguenti elementi basilari:

- le condizioni ambientali (moti dell'aria, umidità, temperatura, vibrazioni, presenza di sostanze corrosive, presenza di sostanze infiammabili che possono determinare rischi di esplosione, ecc.) e la natura dell'incendio nella sua fase iniziale, mettendole in relazione con le caratteristiche di funzionamento dei rivelatori, dichiarate dal fabbricante e attestate dalle prove;
- la configurazione geometrica dell'ambiente in cui i rivelatori operano, tenendo presente i limiti specificati nella presente norma;
- le funzioni particolari richieste al sistema (per esempio: azionamento di una installazione di estinzione d'incendio, esodo di persone, ecc.).

D - CRITERI DI INSTALLAZIONE (P. 5.4 UNI 9795)

I rivelatori saranno installati in modo che possano scoprire ogni tipo d'incendio prevedibile nell'area sorvegliata fin dal suo stadio iniziale, ed in modo da evitare falsi allarmi. La determinazione del numero di rivelatori necessari e della loro posizione è stata effettuata in funzione di:

- tipo di rivelatori;
- superficie ed altezza del locale;
- forma del soffitto o della copertura quando questa costituisce il soffitto;
- condizioni di aerazione e di ventilazione naturale o meccanica del locale.

In ciascun locale facente parte dell'area sorvegliata, con le sole eccezioni specificate nel punto 5.1.3 UNI 9795, deve essere installato almeno un rivelatore. Le parti indicate nel punto 5.1.2 UNI 9795 devono essere considerate come locali.

Nei controsoffitti e nei sotto pavimenti i rivelatori puntiformi sono posizionati come indicato nei punti 5.4.2 e 5.4.3 UNI 9795. Gli ambienti con elevata circolazione d'aria sono trattati nel punto 5.4.4 UNI 9795.

E - TIPO DI RIVELATORI SCELTI

Tenendo conto delle condizioni di incendio presumibilmente previste e del tipo di materiali combustibili presenti all'interno dei locali da proteggere saranno utilizzati i rivelatori di fumo. Si utilizzeranno rivelatori puntiformi di fumo.

F - RIVELATORI PUNTIFORMI DI FUMO (P. 5.4.3 UNI 9795)

I rivelatori puntiformi di fumo installati saranno conformi alla UNI EN 54-7.

Particolare attenzione (vedere anche punto 5.4.4 della UNI 9795) deve essere posta nell'installazione dei rivelatori di fumo, dove:

- la velocità dell'aria è solitamente maggiore di 1 m/s;
- la velocità dell'aria possa essere occasionalmente maggiore di 5 m/s.

Il numero di rivelatori deve essere determinato in modo che non siano superati i valori riportati nel prospetto 5 e 6 UNI 9795.

Non sono previsti locali con soffitto inclinato o con travi in vista per cui non vi sono prescrizioni aggiuntive

La distanza tra i rivelatori e le pareti del locale sorvegliato non deve essere minore di 0,5 m, a meno che siano installati in corridoi, cunicoli, condotti tecnici o comunque ambienti aventi larghezza minore di 1 m. Parimenti devono esserci almeno 0,5 m tra i rivelatori e la superficie laterale di correnti o travi, posti al disotto del soffitto, oppure di elementi sospesi (per esempio: condotti di ventilazione, cortine, ecc.), se lo spazio compreso tra il soffitto e la parte superiore di tali elementi o strutture è minore di 15 cm.

Le massime e le minime distanze verticali ammissibili fra i rivelatori ed il soffitto (o la copertura) dipendono dalla forma di questo e dall'altezza del locale sorvegliato; in assenza di valutazioni specifiche possono essere utilizzati i valori indicati, nel prospetto 7.

Nella protezione dei locali, allo scopo di evitare ostacoli al passaggio del fumo, nessuna parte di macchinario e/o di impianto e l'eventuale merce in deposito deve trovarsi a meno di 0,5 metri a fianco o al disotto di ogni rivelatore.

I rivelatori, ad eccezione di quelli posti a sorveglianza di oggetto, non devono essere installati dove possono venire investiti direttamente dal flusso d'aria immesso dagli impianti di condizionamento, aerazione e ventilazione.

In presenza di tali impianti il posizionamento dei rivelatori deve rispettare quanto indicato nel punto 5.4.4 UNI 9795.

I rivelatori destinati ad essere installati dove la temperatura ambiente, per cause naturali o legate all'attività esercitata, può essere maggiore di 50 °C, devono essere del tipo atto a funzionare in tali condizioni.

Di conseguenza, in fase di installazione, occorre non trascurare la possibilità di irraggiamento solare e la presenza di eventuali macchinari che sono, o possono essere, fonti di irraggiamento termico, d'aria calda, di vapore, ecc.

Nei locali bassi (indicativamente altezza del soffitto minore di 3 m) si devono prendere le precauzioni necessarie per evitare l'entrata in funzione del sistema di rivelazione a causa del fumo prodotto nelle normali condizioni ambientali (per esempio: fumo di sigaretta).

Nei locali dove si possono avere forti correnti d'aria, è possibile che turbini di polvere investano i rivelatori causando falsi allarmi. Per ridurre tale pericolo si devono installare apposite protezioni per i rivelatori (per esempio: schermi) a meno che i rivelatori siano adatti a funzionare in tali condizioni.

Nei pavimenti sopraelevati e nei controsoffitti non ventilati di ambienti con parametri ambientali non legati a processi produttivi, quando questi devono essere protetti (vedere punto 5.1.3 UNI 9795), il numero dei rivelatori deve essere calcolato come in 5.4.3.4 UNI 9795, ma applicando un raggio di copertura massimo $R = 4,5$ m come da prospetto 10

I ribassamenti, i canali, le cortine, ecc. esistenti nella metà superiore di detti spazi devono essere considerati, ai fini del dimensionamento dell'impianto, come muri se la loro altezza è maggiore di metà di quella dello spazio stesso.

F.1 CRITERI DI INSTALLAZIONE DEI RIVELATORI PUNTIFORMI DI FUMO NEI LOCALI DOTATI DI IMPIANTI DI CONDIZIONAMENTO E DI VENTILAZIONE (P. 5.4.4 UNI 9795)

Gli impianti di ventilazione sono così definiti:

- impianti che vengono progettati e realizzati per garantire il benessere delle persone;
- impianti che vengono progettati e realizzati per garantire parametri ambientali con finalità legate a processi produttivi o di conservazione.

In entrambi i casi, devono essere presi accorgimenti tali da evitare che in prossimità del rivelatore ci sia una velocità d'aria maggiore di 1 m/s.

Nei locali in cui la circolazione d'aria risulta elevata, cioè al disopra dei normali valori adottati per gli impianti finalizzati al benessere (per esempio: nei centri di elaborazione dati, nelle sale quadri, ecc.), il numero di rivelatori di fumo installati a soffitto, o sotto eventuali controsoffitti, deve essere opportunamente aumentato per compensare l'eccessiva diluizione del fumo stesso. Detto numero deve essere calcolato come in 5.4.3.4 o 5.4.3.5 UNI 9795 applicando però un raggio di copertura massimo $R = 4,5$ m come da prospetto 11.

I rivelatori installati nei locali dotati di impianti di condizionamento e di ventilazione devono essere uniformemente distribuiti a soffitto come specificato dal punto 5.4.3.4 al punto 5.4.3.16 UNI 9795, con il rispetto di quanto segue:

- se l'aria è immessa nel locale in modo omogeneo attraverso un soffitto forato, ciascun rivelatore deve essere protetto dalla corrente d'aria otturando tutti i fori entro il raggio di 1 m dal rivelatore stesso;
- se l'aria è immessa tramite bocchette, i rivelatori, sempre distribuiti in modo uniforme, devono essere posti il più lontano possibile dalle bocchette stesse;
- se la ripresa d'aria è fatta tramite bocchette poste nella parte alta delle pareti in vicinanza del soffitto, i rivelatori, oltre ad essere uniformemente distribuiti, devono essere posti in modo che uno di essi si trovi in corrispondenza di ogni bocchetta di ripresa;
- se la ripresa d'aria è fatta tramite bocchette poste a soffitto, i rivelatori devono essere sempre distribuiti uniformemente a soffitto ma il più lontano possibile dalle bocchette stesse.

Nei locali in cui la circolazione d'aria risulta elevata gli spazi nascosti sopra i controsoffitti e sotto i pavimenti sopraelevati, qualunque sia la loro altezza e dimensione, devono essere direttamente sorvegliati, a parziale modifica di quanto specificato nel punto 5.1.3, se contengono cavi elettrici e/o reti dati e/o presentano rischio di incendio.

In detti spazi, se la loro altezza non è maggiore di 1 m, il numero di rivelatori da installare è quello determinato secondo il punto 5.4.3.4 UNI 9795 applicando però i raggi di copertura riportati nel prospetto 12; se la loro altezza è maggiore di 1 m, il numero di rivelatori necessari deve essere calcolato secondo quanto specificato nel punto 5.4.4.2 UNI 9795, cioè come se si trattasse di un locale.

Si parla tipicamente di centri elaborazione dati, dove la turbolenza dell'aria è molto più significativa rispetto ad altri ambienti. In particolare è possibile che in questa tipologia di locali il controsoffitto e il sottopavimento siano addirittura utilizzati come condotte d'aria. In questi casi si applica il raggio di copertura del rivelatore pari a $R = 3$ m, mentre se non ci sono le condizioni sopracitate si applica il raggio di copertura del rivelatore pari a $R = 4,5$ m.

I ribassamenti, i canali, le cortine, ecc. esistenti nella metà superiore di detti spazi devono essere considerati, ai fini del dimensionamento dell'impianto, come muri se la loro altezza è maggiore di metà di quella dello spazio stesso.

Per gli spazi nascosti sopra i controsoffitti o sotto i pavimenti sopraelevati nei locali con impianti progettati e realizzati per garantire il benessere delle persone descritti al punto 5.4.4.1 UNI 9795, si applicano le disposizioni valide per i locali non dotati di impianti di condizionamento o di ventilazione (vedere punto 5.4.3.17 e prospetto 10 UNI 9795).

I rivelatori puntiformi di fumo devono essere posti anche all'interno dei canali di immissione e di ripresa dell'aria da ogni macchina.

Detti rivelatori devono essere scelti tenendo conto in particolare di quanto specificato nel punto 5.4.3.3 UNI 9795.

Ad integrazione di quanto specificato nel punto 5.2.6 UNI 9795, se i rivelatori non sono direttamente visibili (per esempio: rivelatori sopra il controsoffitto, nei canali di condizionamento, all'interno dei macchinari, ecc.), si deve prevedere una segnalazione luminosa in posizione visibile in modo che possa immediatamente essere individuato il punto da cui proviene l'eventuale allarme.

I rivelatori posti all'interno di spazi nascosti, utilizzati come vani di convogliamento dell'aria (plenum) degli impianti di condizionamento e di ventilazione, non possono sostituire quelli a soffitto all'interno del locale sorvegliato.

6.05 - PUNTI DI SEGNALAZIONE MANUALI (P. 5.4.6 E 6 UNI 9795)

Il sistema fisso automatico di rivelazione d'incendio sarà completato con un sistema di segnalazione costituito da punti di segnalazione manuale disposti nel modo di seguito indicato e riportato nel p. 6 della UNI 9795.

I guasti e/o l'esclusione dei rivelatori automatici non devono mettere fuori servizio quelli di segnalazione manuale, e viceversa.

Il sistema sarà suddiviso in zone, pertanto in ciascuna delle zone prima definite, il sistema manuale avrà le seguenti caratteristiche:

- ogni punto di segnalazione manuale potrà essere raggiunto da ogni punto della zona sorvegliata con un percorso non maggiore di 30 m per attività con rischio di incendio basso e medio (caso in questione) e di 15 m nel caso di ambienti a rischio di incendio elevato; in ogni zona ci saranno almeno due punti di segnalazione;
- alcuni dei punti manuali di segnalazione previsti saranno installati lungo le vie di esodo; in ogni caso devono essere posizionati in prossimità di tutte le uscite di sicurezza;
- I punti di segnalazione manuale devono essere conformi alla UNI EN 54-11 e essi saranno installati in posizione chiaramente visibile e facilmente accessibile, ad un'altezza compresa tra 1 e 1,6 m;
- saranno protetti contro l'azionamento accidentale, i danni meccanici e la corrosione;
- in caso di azionamento, saranno facilmente individuabili, mediante allarme ottico e acustico sul posto;
- ciascun punto manuale di segnalazione deve essere indicato con apposito cartello (vedere UNI EN ISO 7010).

6.06 - CENTRALE DI CONTROLLO E SEGNALAZIONE (P. 5.5 UNI 9795)

L'ubicazione della centrale di controllo e segnalazione del sistema deve essere scelta in modo da garantire la massima sicurezza di funzionamento del sistema stesso.

La centrale deve essere ubicata in luogo permanentemente e facilmente accessibile, protetto, per quanto possibile, dal pericolo di incendio diretto, da danneggiamenti meccanici e manomissioni, esente da atmosfera corrosiva, tale inoltre da consentire il continuo controllo in loco della centrale stessa da parte del personale di sorveglianza oppure il controllo a distanza secondo quanto specificato nel punto 5.5.3.2 UNI 9795.

Qualora la centrale non sia ubicata in un locale sufficientemente protetto contro l'incendio, questa deve conservare comunque integra la sua capacità operativa per il tempo necessario a espletare le funzioni per le quali è stata progettata.

In ogni caso il locale deve essere:

- sorvegliato da rivelatori automatici d'incendio;
- dotato di illuminazione di emergenza a intervento immediato e automatico in caso di assenza di energia elettrica di rete.

La centrale di controllo sarà conforme alla UNI EN 54-2 e ad essa fanno capo tutti i dispositivi previsti dalla UNI EN 54-1.

La scelta della centrale è stata eseguita in modo che questa risulti compatibile con il tipo di rivelatori installati ed in grado di espletare le eventuali funzioni supplementari (per esempio: comando di trasmissione di allarmi a distanza, comando di attivazione di impianti di spegnimento d'incendio, ecc.) ad essa eventualmente richieste.

La centrale sarà installata in modo tale che tutte le apparecchiature componenti siano facilmente accessibili per le operazioni di manutenzione, comprese le sostituzioni; tutte le operazioni di manutenzione potranno essere eseguite in loco.

6.07 - DISPOSITIVI DI ALLARME ACUSTICI E LUMINOSI (P. 5.5.3 UNI 9795)

I dispositivi di allarme acustici e luminosi saranno installati in conformità al par. 5.5.3 della UNI 9795. Si installeranno:

- a) dispositivi di allarme di incendio e di guasto, acustici e luminosi, della centrale di controllo e segnalazione percepibile nelle immediate vicinanze della centrale stessa;
- b) dispositivi di allarme di incendio acustici e luminosi distribuiti all'interno e/o all'esterno dell'area sorvegliata.

I dispositivi acustici devono inoltre essere conformi alla UNI EN 54-3 e, se di natura ottica, alla UNI EN 54-23.

I dispositivi di cui al punto a) fanno parte della centrale di controllo e segnalazione e pertanto devono essere conformi alla UNI EN 54-2.

Le segnalazioni acustiche e luminose dei dispositivi di allarme di incendio devono essere chiaramente riconoscibili come tali e non confuse con altre:

- il livello acustico percepibile deve essere maggiore di 5 dB(A) al di sopra del rumore ambientale;
- la percezione acustica da parte degli occupanti dei locali deve essere compresa fra 65 dB(A) e 120 dB(A);
- negli ambienti dove è previsto che gli occupanti dormano, la percezione alla testata del letto deve essere di 75 dB(A).

Il sistema di segnalazione di allarme deve essere concepito in modo da evitare rischi indebiti di panico. Le segnalazioni acustiche devono essere affiancate o da segnalazioni ottiche.

Le segnalazioni visive dei dispositivi di allarme incendio devono essere chiaramente riconoscibili come tali e non confuse con altre.

6.08 - ALIMENTAZIONE DEL SISTEMA (P. 5.6 UNI 9795)

Il sistema di rivelazione deve essere dotato di un'apparecchiatura di alimentazione costituita da due sorgenti di alimentazione in conformità alla UNI EN 54-4.

L'alimentazione primaria deve essere derivata da una rete di distribuzione pubblica; l'alimentazione di riserva, invece, può essere costituita da una batteria di accumulatori elettrici oppure essere derivata da una rete elettrica di sicurezza indipendente da quella pubblica a cui è collegata la primaria.

Nel caso in cui l'alimentazione primaria vada fuori servizio, l'alimentazione di riserva deve sostituirla automaticamente in un tempo non maggiore di 15 s.

Al ripristino dell'alimentazione primaria, questa deve sostituirsi nell'alimentazione del sistema a quella di riserva.

L'alimentazione primaria del sistema costituita dalla rete principale deve essere effettuata tramite una linea esclusivamente riservata a tale scopo, dotata di propri organi di sezionamento, di manovra e di protezione, immediatamente a valle dell'interruttore generale.

L'alimentazione di riserva deve essere conforme a quanto di seguito prescritto.

L'alimentazione di riserva deve essere in grado di assicurare il corretto funzionamento dell'intero sistema ininterrottamente, nel caso di interruzione dell'alimentazione primaria o di anomalie assimilabili.

Tale autonomia deve essere uguale ad un tempo pari alla somma dei tempi necessari per la segnalazione, l'intervento ed il ripristino del sistema, e in ogni caso non meno di 24 h inoltre:

- gli allarmi devono essere trasmessi ad una o più stazioni ricevitrici come specificato nel punto 5.5.3.2 UNI 9795; e
- deve essere in atto un contratto di assistenza e manutenzione, ed esistere un'organizzazione interna adeguata.

L'alimentazione di riserva, allo scadere delle 24 h, deve assicurare in ogni caso il funzionamento di tutto il sistema per almeno 30 min, a partire dalla segnalazione del primo allarme.

Quando l'alimentazione di riserva è costituita da una o più batterie di accumulatori, si devono osservare le seguenti indicazioni:

- le batterie devono essere installate il più vicino possibile alla centrale di controllo e segnalazione;
- nel caso in cui le batterie possono sviluppare gas pericolosi, il locale dove sono collocate deve essere ventilato adeguatamente;
- la rete a cui è collegata la ricarica delle batterie, se alimenta anche il sistema, deve essere in grado di assicurare l'alimentazione necessaria contemporanea di entrambi.

6.09 - ELEMENTI DI CONNESSIONE

Nel caso in questione sarà presente un collegamento via cavo.

Le connessioni del sistema rivelazione incendio devono essere progettate e realizzate con cavi resistenti al fuoco idonei al campo di applicazione e alla tensione di esercizio richiesta o comunque protetti per il periodo di 90 minuti primi (PH90).

I cavi, di cui sopra, a bassa emissione di fumo e zero alogeni (LSOH) e non propaganti l'incendio, devono garantire il funzionamento del circuito in condizioni di incendio.

Per il collegamento di apparati aventi tensioni di esercizio uguali o inferiori a 100 V c.a. (per esempio sensori, pulsanti manuali, interfacce, sistemi di evacuazione vocale, avvisatori otticoacustici, sistemi di evacuazione fumo calore, ecc.) si richiede l'impiego di cavi resistenti al fuoco sottoposti a prova in conformità alla CEI EN 50200 (requisito minimo PH 90 e comunque nell'ipotesi di esistenza di distinte zone o distinti compartimenti, non inferiore a garantire il mantenimento delle funzioni per un periodo non inferiore a quello prescritto da specifiche regole tecniche di prevenzione incendi) aventi tensione nominale di 100 V ($U_o/U = 100/100V$); i cavi devono essere a conduttori flessibili (non sono ammessi conduttori rigidi), con sezione minima 0,5 mm² e costruiti secondo la CEI 20-105.

I cavi conformi alla CEI 20-105 sono idonei alla posa in coesistenza con cavi energia utilizzati per sistemi a tensione nominale verso terra fino a 400V.

Come già richiamato nella CEI 20-105, norma di prodotto atta a garantire esclusivamente l'integrità del circuito in condizione di emergenza, senza considerare le caratteristiche trasmissive delle linee, si rende indispensabile la verifica dei parametri trasmissivi dei cavi (induttanza, capacità, impedenza, ecc.) con i requisiti minimi richiesti dai singoli costruttori di apparati al fine di evitare malfunzionamenti del sistema stesso.

Per esempio negli impianti indirizzati, l'interoperabilità degli apparati (collegamento tra centrale, interfacce, periferiche, ecc.) avviene per mezzo di uno scambio di dati basato su protocolli (collegamento bus); ciò richiede in fase di progettazione un'attenzione particolare nella verifica dei parametri trasmissivi al fine di evitare possibili riflessioni, interferenze o guasti casuali.

Per il collegamento di apparati aventi tensioni di esercizio superiori a 100 V c.a. si richiede l'impiego di cavi elettrici resistenti al fuoco sottoposti a prova in conformità alla CEI EN 50200. Le caratteristiche costruttive (colore isolamenti e tipo di materiali) devono essere conformi alla CEI 20-45 – $U_0/U=0,6/1$ kV.

I cavi devono essere a conduttori flessibili e con sezione minima 1 mm².

Lo scambio di informazioni tra funzioni all'interno della UNI EN 54-1 che utilizzino connessioni di tipo LAN, WAN, RS232, RS485, PSTN devono essere realizzate con cavi resistenti al fuoco a bassa emissione di fumo e zero alogeni (LSOH) con requisito minimo PH 90 oppure adeguatamente protetti per tale periodo.

Nei casi in cui venga utilizzato un sistema di connessione ad anello chiuso, loop, caso in questione, il percorso dei cavi deve essere realizzato in modo tale che possa essere danneggiato un solo ramo dell'anello.

Pertanto, per uno stesso anello il percorso cavi in uscita dalla centrale deve essere differenziato rispetto al percorso di ritorno (per esempio: canalina portacavi con setto separatore o doppia tubazione o distanza minima di 30 cm tra andata e ritorno) in modo tale che il danneggiamento (taglio accidentale) di uno dei due rami non coinvolga anche l'altro ramo.

Quanto sopra specificato può non essere effettuato nel caso in cui la diramazione non colleghi più di 32 punti di rivelazione o più di una zona o più di una tecnica di rilevazione.

Nel caso in cui vengano installati cavi a vista, la loro posa deve garantire l'integrità delle linee contro danneggiamenti accidentali.

I cavi, se posati insieme ad altri conduttori non facenti parte del sistema di rivelazione fumi, devono essere riconoscibili, soprattutto in corrispondenza dei punti ispezionabili.

È consentita la posa in coesistenza di cavi per sistemi incendio e cavi elettrici (sistemi di Cat. I aventi tensione di esercizio fino a 400 V) a condizione che sul cavo per sistemi incendio sia visibile la stampigliatura $U_0=400$ V.

Devono essere adottate particolari protezioni nel caso in cui le interconnessioni si trovino in ambienti umidi, esposti a irraggiamento UV, ambienti corrosivi.

Le linee di interconnessioni, per quanto possibile, devono correre all'interno di ambienti sorvegliati da sistemi di rivelazione di incendio. Esse devono comunque essere installate e protette in modo da ridurre al minimo il loro danneggiamento in caso di incendio.

Non sono ammesse linee volanti.

Nel caso in cui le linee devono attraversare ambienti umidi, bagnati o attraversare zone esterne, la guaina del cavo oltre al requisito LSOH deve essere idonea alla posa in esterno e alla posa in ambienti umidi o bagnati.

Le interconnessioni tra la centrale di controllo e segnalazione e l'alimentazione di riserva, quando questa non è all'interno della centrale stessa o nelle sue immediate vicinanze, devono avere percorso indipendente da altri circuiti elettrici e, in particolare, da quello dell'alimentazione primaria; è tuttavia ammesso che tale percorso sia utilizzato anche da altri circuiti di sicurezza.

6.10 - ESERCIZIO DELL'IMPIANTO (P. 9 UNI 9795)

Il mantenimento delle condizioni di efficienza dei sistemi è di competenza del responsabile del sistema che deve provvedere:

- alla continua sorveglianza dei sistemi;
- alla loro manutenzione, richiedendo, dove necessario, le opportune istruzioni al fornitore.

A cura del responsabile del sistema deve essere tenuto un apposito registro, firmato dai responsabili, costantemente aggiornato, su cui devono essere annotati:

- i lavori svolti sui sistemi o nell'area sorvegliata (per esempio: ristrutturazione, variazioni di attività, modifiche strutturali, ecc.), qualora essi possano influire sull'efficienza dei sistemi stessi;
- le prove eseguite;
- i guasti, le relative cause e gli eventuali provvedimenti attuati per evitarne il ripetersi;
- gli interventi in caso di incendio precisando: cause, modalità ed estensione del sinistro, numero di rivelatori entrati in funzione, punti di segnalazione manuale utilizzati e ogni altra informazione utile per valutare l'efficienza dei sistemi.

Il registro deve essere tenuto a disposizione dell'autorità competente.

Si raccomanda che il responsabile del sistema tenga a magazzino un'adeguata scorta di pezzi di ricambio.

Per quanto riguarda il controllo iniziale e la manutenzione dei sistemi si applica la UNI 11224.

7.0 – IMPIANTI SPECIALI

Al momento si prevede la sola predisposizione delle tubazioni e scatole vuote per futura installazione di impianto di allarme antintrusione e diffusione sonora a servizio delle zone di attività ed aule. Nei vari punti previsti per l'allaccio di apparecchiatura allarme sono previste scatole portapparecchiatura di tipo unificato intercollegate tra di loro.

La disposizione e le dimensioni delle scatole e dei tubi devono essere eseguite secondo le indicazioni della Committente e DL.

8.0 - IMPIANTO ILLUMINAZIONE

La tipologia degli apparecchi illuminanti è riportata nei documenti di progetto.

Il livello di illuminamento generale dovrà garantire quanto indicato nei calcoli progettuali ed essere superiore ai limiti minimi prestazionali

8.01 - Decreto 11 ottobre 2017 – Criteri Ambientali Minimi per l'illuminazione e l'edilizia pubblica scolastica.

Il decreto fissa i criteri ambientali minimi (CAM) da seguire nell'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, la ristrutturazione e la manutenzione degli edifici pubblici. Il documento s'inserisce nel Piano d'azione per la sostenibilità ambientale dei consumi della pubblica amministrazione (PAN GPP), che mira alla diffusione degli appalti verdi per l'abbattimento dei consumi.

L'obiettivo dei CAM è assicurare prestazioni ambientali al di sopra della media del settore in un'ottica di ciclo di vita. Il decreto prevede per questo che le leggi regionali con prestazioni ancora meno impattanti prevalgano sui CAM. I CAM, precisa il decreto, non si sostituiscono, ma si aggiungono a quelli normalmente presenti in un capitolato tecnico.

Per quel che concerne l'illuminazione degli edifici pubblici e scolastici, il paragrafo di riferimento è il 2.4.2.12 *Impianti di illuminazione per interni ed esterni*

I sistemi di illuminazione devono essere a basso consumo energetico ed alta efficienza. A tal fine gli impianti di illuminazione devono essere progettati considerando che:

- tutti i tipi di lampada per utilizzi in abitazioni, scuole ed uffici, devono avere una efficienza luminosa uguale o superiore a 80 lm/W ed una resa cromatica uguale o superiore a 90;
- per ambienti esterni di pertinenza degli edifici la resa cromatica deve essere almeno pari ad 80;
- i prodotti devono essere progettati in modo da consentire di separare le diverse parti che compongono l'apparecchio d'illuminazione al fine di consentirne lo smaltimento completo a fine vita.

Devono essere installati dei sistemi domotici, coadiuvati da sensori di presenza, che consentano la riduzione del consumo di energia elettrica.

A tale fine si veda la documentazione di progetto dove si riporta la tipologia delle apparecchiature installate ed i calcoli illuminotecnici

8.02 - Norma UNI 10840:2007 – Locali scolastici Criteri generali per l'illuminazione artificiale e naturale.

La UNI 10840 elenca i criteri generali per l'illuminazione artificiale e naturale delle aule e di altri locali scolastici, in modo da garantire condizioni che soddisfino il benessere e la sicurezza degli studenti e degli altri utenti della scuola. I locali scolastici vengono utilizzati prevalentemente durante le ore diurne, perciò la UNI fornisce le prescrizioni generali sia per l'illuminamento artificiale sia per l'illuminazione naturale.

Per i livelli di illuminamento e le prescrizioni generali sull'illuminazione artificiale la norma fa ampio riferimento anche ad un altro documento normativo: la UNI EN 12464-1:2004 "Luce e illuminazione - Illuminazione dei posti di lavoro – Posti di lavoro in interni".

Tale norma prevede che i requisiti illuminotecnici debbano soddisfare tre esigenze fondamentali:

- il comfort visivo, cioè la sensazione di benessere percepita
- la prestazione visiva, cioè la possibilità da parte degli studenti/lavoratori di svolgere le proprie attività anche in condizioni difficili e al lungo nel tempo
- la sicurezza, cioè la garanzia che l'illuminazione non incida negativamente sulle condizioni di sicurezza degli studenti.

Va ricordato che tra i principali parametri che caratterizzano l'ambiente luminoso in relazione alla luce artificiale e a quella diurna ci sono la distribuzione delle luminanze, la direzione della luce, la sua variabilità, la resa dei colori, l'abbagliamento e lo sfarfallamento.

La norma precisa inoltre che nei vari locali deve essere predisposta un'opportuna illuminazione di emergenza e antipanico in base alle prescrizioni di legge vigenti in materia (D.M. 26 agosto 1992 "Norme di prevenzione incendi per l'edilizia scolastica") ed alla normativa tecnica di settore.

A tale fine si veda la documentazione di progetto dove si riporta la tipologia delle apparecchiature installate ed i calcoli illuminotecnici.

Ogni apparecchio illuminante installato ad incasso su controsoffitto o appeso dovrà essere dotato di idoneo sistema anticaduta certificato

8.03 – Illuminazione emergenza e sicurezza

Gli apparecchi per illuminazione emergenza saranno predisposti negli uffici e zone corridoi in modo tale che al mancare della normale fornitura di energia elettrica, garantisca un illuminamento minimo ma sufficiente per evidenziare i passaggi e le uscite, in maniera da permettere l'evacuazione dei locali.

L'alimentazione d'emergenza è indipendente da qualsiasi altro impianto elettrico del locale e tenuto conto delle esigenze e delle particolarità costruttive del complesso sarà realizzato con apparecchi illuminanti autonomi dotati di una propria sorgente di energia con gruppo batteria inverter. Le lampade utilizzate saranno del tipo a LED consentendo un minor consumo energetico rispetto ad altri tipi di lampade, favorendo elevati valori di autonomia, anche con batterie di dimensioni ridotte. In caso di guasto all'alimentazione sarà un solo punto luce ad essere fuori servizio, mentre il resto dell'impianto deve mantenere la sua efficienza.

9.0 - IMPIANTO DI PRODUZIONE ENERGIA CON FOTOVOLTAICO

I lavori previsti nell'ambito del presente progetto si configurano come realizzazione di un impianto fotovoltaico di potenza nominale **20240Wp** destinato ad operare in parallelo alla rete elettrica di distribuzione e connesso alla rete di utente in BT.

L'impianto per la conversione dell'energia solare in energia elettrica si compone di **quattro stringhe** (si veda il dettaglio nella sezione specifica), composta di moduli fotovoltaici in **silicio monocristallino** in grado di captare la luce incidente sia sulla parte anteriore che sulla parte posteriore della cella. Data l'alta specificità e molteplicità degli aspetti complementari alla realizzazione dell'opera, quali accessori di montaggio, particolarità costruttive della struttura, ecc. si precisa che nella fornitura si comprendono tutti i componenti e le opere necessarie alla buona riuscita dell'impianto previsto anche se non espressamente menzionati negli elaborati.

9.1 DESCRIZIONE GENERALE DELL'IMPIANTO

L'opera in oggetto è costituita da un impianto fotovoltaico installato su tetto piano mediante l'ausilio di strutture a zavorra posate sulla copertura. Per ragioni di utilizzo ottimale dell'area di installazione e per motivi di integrazione architettonica dell'impianto si è scelto di disporre i pannelli fotovoltaici con un angolo di inclinazione rispetto al piano orizzontale pari a 10°.

L'impianto di trasporto dell'energia è scomponibile in due parti integrate:

- Impianto di trasporto dell'energia prodotta dai moduli all'inverter, in tensione e corrente continua, composto da cavi idonei al trasporto della corrente continua fino al locale di alloggiamento dell' inverter.
- Impianto di trasporto dell'energia elettrica dall'inverter al punto di allaccio in BT connessa in parallelo alla rete del distributore, caratterizzato da tensione e corrente alternata composto essenzialmente da cavi c.a., dal locale inverter al quadro di rete. L'inverter è conforme alla normativa DK5940. Il dispositivo di interfaccia è integrato al convertitore.

9.2 DATI DI PROGETTO

1.3.1. Dati di progetto di carattere generale	
Indirizzo del sito di installazione:	• Via Impastato n. 3 – CASTELNOVO MONTI (RE)
Lavori di:	• Fornitura e posa in opera d'impianto fotovoltaico collegato alla rete elettrica di distribuzione di I categoria (BT)
Vincoli da rispettare:	• Interfacciamento alla rete secondo norme CEI ed ENEL • Il convertitore statico e il quadri sono posizionati in locali accessibili solo a personale specializzato
Informazioni di carattere generale	• Sito raggiungibile con strada idonea

1.3.2. Dati di progetto riguardanti l'utilizzazione del sito	
Destinazione d'uso:	Scolastico
Barriere architettoniche:	Assenti
Tipologia d'installazione:	Su strutture a zavorra in calcestruzzo
Inclinazione moduli:	Come da falda
Superficie netta utilizzabile:	100 mq circa
Vincoli architettonici ed estetici:	Ampliamento in adiacenza di edificio esistente
Possibili ombreggiamenti:	SI
Accessibilità per installazione:	Tramite viabilità presente
Esposizione:	SUD-OVEST

1.3.3. Dati climatici relativi alle influenze ambientali esterne	
Temperatura min/max:	- 12C° / +35°C
Possibilità vento:	SI
Zona di vento:	2
Possibilità neve:	SI
Zona neve:	1
Altitudine (s.l.m.):	700 mt
Condizioni ambientali speciali:	NO

1.3.4. Dati di progetto riguardanti la rete di collegamento	
Tensione nominale (Volt):	BT trifase – 400V
Frequenza rete (Hz):	50
Potenza impegnata (kVA):	30.0 kW
Misura dell'energia:	Contatore installato nel punto di consegna ENEL
Rete di terra:	Presente Conforme alla normativa

9.3 DIMENSIONAMENTO, PRESTAZIONI, GARANZIE

Come per qualsiasi impianto a energia rinnovabile, la fonte primaria è aleatoria e quindi solo statisticamente prevedibile. Per avere riferimenti oggettivi sui calcoli di prestazione dei sistemi, si fa riferimento a diversi dati:

- A pubblicazioni ufficiali che raccolgono le elaborazioni di dati acquisiti sul lungo periodo fornendo così medie statistiche raccolte in tabelle di annitipo (tabelle ENEA);
- Alla norma UNI 10349;
- A un programma di calcolo sviluppato dal JRC (Joint Reserch Center) per conto della Comunità Europea denominato PVGIS. Il dimensionamento del sistema fotovoltaico in esame è realizzato tenendo conto che esso è destinato alla cessione dell'energia prodotta. Il dimensionamento tiene conto degli elementi seguenti:
- Località d'installazione e relativi dati climatici;
- Potenza d'impianto che s'intende realizzare;
- Energia ottenibile dall'impianto fotovoltaico annualmente;
- Disponibilità di superficie utile per la disposizione dei pannelli;
- Accessibilità dell'area e dislocazione punti di allacciamento.

La quantità di energia elettrica producibile è calcolata sulla base dei dati radiometrici tratti da tabelle messe a disposizione dal JRC e assumendo come dato di efficienza operativa media annuale dell'impianto un valore pari a 78,1% dell'efficienza nominale del generatore fotovoltaico.

L'impianto di produzione fotovoltaico sarà progettato per avere:

- Una potenza lato corrente continua superiore all'85% della potenza nominale del generatore fotovoltaico, riferita alle particolari condizioni d'irraggiamento;
- Una potenza attiva, lato corrente alternata, superiore al 90% della potenza lato corrente continua (efficienza del gruppo di conversione);

L'intero impianto avrà una garanzia sui difetti di fabbrica non inferiore a due anni con inizio dal collaudo dell'impianto stesso, mentre i moduli fotovoltaici avranno una garanzia sulla producibilità pari al 90% a 10 anni e all'80% a 25 anni (garanzia sui difetti di fabbrica dei moduli: 10anni).

9.4 SPECIFICHE TECNICHE IMPIANTO

Il generatore fotovoltaico è costituito da **44** moduli tipo **JA SOLAR** (o similare di pari caratteristiche tecniche) di potenza di picco pari a **460 Wp** per una potenza complessiva dell'impianto pari a **20240Wp**. Il generatore è installato su supporti a zavorra in appoggio alla copertura della struttura. I moduli sono collegati ad 1 inverter tipo **SYMO 20.0-3-M** della ditta **FRONIUS** (o similare di pari caratteristiche tecniche).

L'uscita dell'inverter è convogliata al quadro generale punto fornitura passando attraverso l'interruttore denominato "dispositivo del generatore DDG" (vedere disegno di progetto). Ciascun modulo sarà provvisto di diodi di bypass. La stringa dei moduli fotovoltaici è sezionabile. Il generatore fotovoltaico sarà gestito come sistema IT, in altre parole con nessun polo connesso a terra.

Il gruppo di conversione è idoneo al trasferimento della potenza dal generatore fotovoltaico alla rete, in conformità ai requisiti normativi tecnici e di sicurezza applicabile. I valori della tensione e della corrente d'ingresso del gruppo di conversione sono compatibili con quelli del generatore fotovoltaico, mentre i valori della tensione e della frequenza in uscita sono compatibili con quelli della rete alla quale è connesso l'impianto.

Il dispositivo d'interfaccia, sul quale agiscono le protezioni, così come previste dalle norme CEI 0-21 e Guida CEI 82-25 è separato dal gruppo di conversione ed agisce sul DDG protezione generale del generatore. Dette protezioni, sono corredate di una certificazione di tipo, emessa da un organismo accreditato. Il collegamento dell'impianto fotovoltaico alla rete elettrica è effettuato a valle del dispositivo generale della rete d'utente. Ai fini della sicurezza, se la rete di utente o parte di essa viene ritenuta non idonea a sopportare la maggiore intensità di corrente disponibile (dovuta al contributo dell'impianto fotovoltaico), la rete stessa o la sua parte è opportunamente protetta.

L'impianto è costituito da:

- Moduli fotovoltaici;
- Stringa fotovoltaica;
- Convertitore statico corrente continua/corrente alternata (inverter);
- Cavi elettrici e canalizzazioni;
- Protezione d'interfaccia;
- Sistema di monitoraggio e misurazione del sistema di produzione e consumo
- Impianto di messa a terra;
- Strutture di supporto dei moduli fotovoltaici;

9.4.1. Moduli fotovoltaici

I moduli fotovoltaici utilizzati per l'impianto in oggetto sono del tipo in silicio monocristallino. Potenza nominale **460 Wp**, tipo **JASOLAR JAM72S20-460MR** (o similare di pari caratteristiche tecniche) le cui caratteristiche principali sono riportate nei disegni di progetto.

9.4.2. Stringhe fotovoltaiche

Per stringa fotovoltaica s'intende l'insieme dei moduli fotovoltaici collegati in serie tra di loro per raggiungere i giusti valori di corrente e tensione in ingresso agli inverter. L'impianto prevede **n° 2+2 stringhe da 11 moduli**.

Caratteristiche dei moduli JASOLAR JAM72S20-460MR		
Potenza nominale di picco P _{mp}	Wp	460
Corrente al punto di max potenza I _{mp}	A	10.92
Tensione al punto di max potenza U _{mp}	V	42.13
Corrente di corto circuito I _{sc}	A	11.45
Tensione a circuito aperto U _{oc}	V	50.01
Tensione max del sistema	V	1000

9.4.3. Campi fotovoltaici

Il campo fotovoltaico connesso all' inverter è così configurato:

Caratteristiche campo fotovoltaico		
Numero stringhe	N°	2
Numero di moduli per stringa	N°	11+11
Potenza massima di stringa	Wp	10120
Tensione massima a vuoto modulo $U_{oc}+0.125(25+10)$	V	54.38
Tensione MPP minima del modulo $U_{mp}+0.125(25-70)$	V	36.50
Tensione MPP massima modulo $U_{mp}+0.125(25+10)$	V	46.50
Tensione max a vuoto sicurezza modulo $(1.2 \times U_{oc})$	V	60.01
Tensione nominale in ingresso inverter (54.38×11)	V	598.18
Massima corrente in ingresso inverter (per ogni MPPT)	A	22.9
Massima corrente di corto circuito $(1.25 \times I_{mp})$	A	13.65
Tensione a vuoto max $n.11 \times (U_{oc}+0.125(25+10))$	V	598.18
Tensione MPP minima $n.11 \times (U_{mp} \text{ min}+0.125(25-70))$	V	401.5
Tensione MPP massima $n.11 \times (U_{mp} \text{ max}+0.125(25+10))$	V	511.5

9.4.4. Accoppiamento moduli/inverter

Caratteristiche inverter	Valore
VALORI D'INGRESSO	
Potenza nominale DC in ingresso max (Wp)	30000
Tensione massima DC in ingresso (V)	600
Tensione nominale DC in ingresso (V)	1000
Range di tensione DC con MPPT in parallelo (Vdc)	420-800
Numero di ingressi MPP indipendenti – Stringhe per ingresso MPP	2
Massima corrente DC in ingresso I_{dcmax} (A) – per MPPT $I_{mpptmax}$ (A)	33.0-27.0
VALORI DI USCITA	
Potenza nominale d'uscita (VA)	20000
Potenza massima d'uscita (VA)	20000
Corrente massima d'uscita I_{acmax} (A)	28.9
Tensione nominale AC (V)	400

Verifica: (vedere anche lo schema 21051-01)

La tensione MPP massima di stringa non deve superare la massima tensione tollerata dall'inverter: $598.18V < 800V$ (CONDIZIONE RISPETTATA)

La tensione MPP minima di stringa non deve essere inferiore alla minima tensione dell'MPPT dell'inverter: $401.52V > 200V$ (CONDIZIONE RISPETTATA)

La corrente MPP massima di stringa non deve superare la massima corrente in ingresso dell'inverter: $22.9 < 27.0A$ (CONDIZIONE RISPETTATA)

9.4.5. Quadro generale

Nel quadro generale del cliente sarà effettuato il parallelo con la rete di utente. L'impianto fotovoltaico viene connesso elettricamente in parallelo alla rete di proprietà del gestore a valle del dispositivo di misura di proprietà del distributore della rete ed a monte del dispositivo di protezione generale della rete.

9.4.6. Cavi elettrici e canalizzazioni

I cavi sono dimensionati e sistemati in modo da semplificare e ridurre al minimo le operazioni di posa in opera e con particolare riguardo al contenimento delle cadute di tensione.

I cavi soddisfano i seguenti requisiti:

- Tipo autoestinguenti e non propagante l'incendio;
- Cavi del tipo unipolare per i circuiti di potenza;
- Estremità stagnate oppure terminate con idonei capicorda.

La caduta di tensione totale, valutata dal modulo fotovoltaico più lontano fino all'ingresso cc del gruppo di conversione viene mantenuta entro il 2% e comunque tale da garantire la potenza in uscita.

Le sezioni sono scelte in modo da contenere le perdite nei limiti di cui alle prove di accettazione. I cavi tra i moduli a formare le stringhe sono posati opportunamente e fissati alla struttura tramite fascette, e comunque canalizzati in modo da essere a vista. I cavi condotti al gruppo di conversione sono posati in cavidotto in PVC rigido o idoneo tubo corrugato. I tubi sono in materiale plastico autoestinguente del tipo flessibile o rigido con livello di protezione minimo IP 54.

Per la protezione meccanica dei cavi, sono installati dei tubi garantendo, per il collegamento con i quadri, un livello di protezione analogo a quello dei quadri stessi. Particolare cura è posta in corrispondenza dell'ingresso tubazioni in modo tale da evitare infiltrazioni di acqua dall'esterno. Nella posa dei tubi si usa l'accortezza di seguire percorsi possibilmente lineari con raggi di curvatura discretamente ampi; le tubazioni seguono per quanto possibile tracciato orizzontale in modo da rendere facile l'individuazione del loro percorso. I cavi hanno la possibilità di essere infilati e sfilati con facilità.

Il diametro interno della tubazione (quando previsto) è in rapporto non inferiore a 1,3 rispetto al diametro del cavo o del cerchio circolo scrivente i cavi, sistemati a fascia. In accordo con il layout definitivo delle apparecchiature, sono definiti i tipi e sezione dei cavi e le caratteristiche della componentistica (connettori, cassette, canaline, morsetteria, ecc.) in accordo con le prescrizioni tecniche e di dimensionamento. Al fine di consentire a ENEL l'installazione del sistema di misura dell'energia prodotta (contatore di produzione), si provvede a realizzare l'impianto in conformità alla norma CEI 648 ed ai criteri stabiliti nella Guida CEI 8225 e si mette a disposizione di ENEL un idoneo luogo di installazione.

Tipologia cavi lato corrente continua (o prodotto equivalente):

Per la connessione moduli fotovoltaici – cassette di parallelo stringhe è previsto di utilizzare cavo tipo **FG21M21 0.6/1kV** ditta Prysmian (o di pari caratteristiche tecniche).

9.4.7. Protezione contro i sovraccarichi

Per il dimensionamento dei conduttori si è fatto riferimento alle Norme CEI 648, utilizzando la formula:

$$I_b \leq I_z$$

Dove:

- I_b = corrente d'impiego del circuito;
- I_z = portata del cavo.

La protezione delle linee è assicurata da interruttori magnetotermici che soddisfano le seguenti relazioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_{sc} \\ I_f \leq 1.45 I_b$$

Dove:

- I_n = corrente nominale di taratura del dispositivo di protezione;
- I_f = corrente convenzionale di funzionamento del dispositivo di protezione.

9.4.8. Protezione contro i contatti diretti/indiretti

La protezione contro i contatti indiretti è assicurata dal coordinamento fra impianto di terra e interruttori differenziali. Deve essere rispettata la seguente relazione:

$$I_d \times R_t \leq 50 \text{ V}$$

Dove:

- I_d = corrente d'intervento dell'interruttore differenziale;
- R_t = resistenza di terra.

La protezione dai contatti indiretti nel lato corrente continua è assicurata dall'utilizzo di componentistica in classe II d'isolamento.

ATTENZIONE: fare sempre riferimento al libretto uso e manutenzione dell'impianto. In particolare, in caso di rottura di un modulo fotovoltaico il sistema potrebbe perdere le caratteristiche di isolamento sopra menzionate; in questo caso è fatto divieto di toccare qualunque parte dell'impianto per prevenire possibili folgorazioni e obbligo di far intervenire unicamente personale addestrato alla manutenzione.

La protezione contro i contatti diretti è assicurata dall'utilizzo di componenti con adeguato grado di protezione. All'esterno utilizzare apparecchiature con grado di protezione minimo IP 54.

RESPONSABILITA' DEL COSTRUTTORE: per le costruzioni elettriche e i componenti, la garanzia della conformità alle Norme è di competenza e responsabilità del Costruttore.

9.4.9. Schema generale impianto

Lo schema elettrico unifilare descrive l'impianto nel suo complesso, elencando i componenti costitutivi dell'impianto. Il funzionamento di un impianto di produzione in parallelo alla rete Enel e subordinato a precise condizioni di esercizio, tra le quali hanno particolare rilevanza le seguenti:

- Il regime di parallelo non deve causare disturbi alla continuità e alla qualità del servizio sulla rete pubblica, in caso contrario il collegamento con la rete stessa si dovrà interrompere immediatamente ed automaticamente. Pertanto, ogniqualvolta l'impianto del Cliente produttore sarà sede di guasto si dovrà sconnettere senza provocare l'intervento delle protezioni installate sulla rete Edistribuzione;
- Il regime di parallelo dovrà altresì interrompersi immediatamente e automaticamente ogni qualvolta manchi l'alimentazione della rete da parte Enel o i valori di tensione e frequenza della rete stessa non siano compresi entro i valori consentiti; l'impianto di produzione non deve entrare né permanere in servizio sulla rete pubblica fintanto che permane la condizione di mancanza tensione o di valori di tensione e frequenza sulla rete stessa non compresi nel campo consentito.

A tale scopo, lo schema di base del collegamento alla rete pubblica dell'impianto di produzione è conforme quanto illustrato nei disegni di progetto.

Componenti principali:

- *Dispositivo della rete pubblica*
Dispositivo installato all'origine della linea della rete pubblica.
- *Dispositivo di sezionamento*
Dispositivo installato a monte del punto di consegna dell'impianto del cliente produttore.
- *Dispositivo generale (DG)*
Dispositivo installato all'origine della rete del cliente produttore e cioè immediatamente a valle del punto di consegna dell'energia elettrica dalla rete di distribuzione. Il dispositivo, in condizioni di "aperto", esclude l'intera rete del cliente produttore dalla rete pubblica.
- *Dispositivo d'interfaccia (DDI)*
Interno al gruppo di conversione.
- *Dispositivo del generatore (DDG)*
Dispositivo installato a valle dei terminali di ciascun sistema di conversione. Il dispositivo del generatore è tale da escludere il campo fotovoltaico in condizioni di "aperto".

9.4.10. Impianto di messa a terra

La messa a terra di tutte le carcasse delle apparecchiature dell'impianto fotovoltaico esposte a rischio tensione secondo la normativa vigente è effettuata collegandosi all'impianto di messa a terra, mediante corda di rame con guaina gialloverde di adeguata sezione; l'equipotenzialità fra questi elementi viene garantita dal collegamento meccanico. La messa a terra, se necessaria secondo la normativa vigente CEI 8225 e CEI 648, avviene con collegamenti al nodo equipotenziale di terra.

9.4.11. Strutture di supporto dei moduli fotovoltaici

I moduli fotovoltaici sono distribuiti su supporti a zavorra posati direttamente sulla copertura della struttura secondo la disposizione indicata nei disegni di progetto. Tale installazione garantisce una esposizione a Sud-Ovest con una inclinazione del 10%. Eventualmente per il supporto dei pannelli si potranno utilizzare strutture costituite da profilati in alluminio a cui sono fissati i profilati a omega attraverso dei bulloni di acciaio per il bloccaggio. In ogni caso dovranno essere garantite le operazioni di manutenzione e sostituzione dei moduli. Tutta la struttura, comprensiva dei moduli dovrà essere dimensionata per essere idonea a sopportare i carichi statici di pressione di neve e vento secondo la normativa vigente.

9.5. FUNZIONAMENTO DEL SISTEMA

Il sistema ha un funzionamento completamente automatico e non richiede nessun ausilio da parte degli operatori per il regolare esercizio. Durante le prime ore della giornata, quando è raggiunta una soglia minima d'irraggiamento sul piano dei moduli, il sistema inizia automaticamente a inseguire il punto di massima potenza del campo fotovoltaico, modificando la tensione (e di conseguenza la corrente) lato continuo per estrarre la massima potenza del campo.

9.6. VERIFICA TECNICO FUNZIONALE SULL'IMPIANTO

L'insieme delle operazioni di realizzazione del sistema fotovoltaico finisce con la verifica tecnico funzionale del sistema stesso, la quale consiste nel controllare, per ciascun impianto:

- Esame a vista per accertare la rispondenza dell'opera e dei componenti alle prescrizioni tecniche e installative del progetto esecutivo;
- Verifica della continuità elettrica di tutte le connessioni;
- Misura sulle stringhe fotovoltaiche;
- Misura della resistenza d'isolamento dei circuiti tra le due polarità e terra lato corrente continua, e tra conduttori e terra lato corrente alternata;
- Verifica della messa a terra di masse e scaricatori;
- Verifica dell'isolamento dei circuiti elettrici dalle masse;
- Verifica del corretto funzionamento dell'impianto fotovoltaico nelle diverse condizioni d'irraggiamento e nelle diverse condizioni operative (accensione, spegnimento, mancanza rete, ecc.);
- L'osservanza delle due seguenti condizioni (come previsto dalla disposizione legislativa 19 Febbraio 2007):

a) $P_{cc} > 0,85 * P_{nom} * I / I_{stc}$,

Dove:

- **P_{cc}** è la potenza in corrente continua misurata all'uscita del generatore fotovoltaico, con precisione migliore del $\pm 2\%$;
 - **P_{nom}** è la potenza nominale del generatore fotovoltaico;
 - **I** è l'irraggiamento [W/m^2] misurato sul piano dei moduli precisione migliore del $\pm 3\%$;
 - **I_{stc}** , pari a $1000 W/m^2$, è l'irraggiamento in condizioni di prova standard;
- Tale condizione deve essere verificata per $I > 600 W/mq$.

b) $P_{ca} > 0,9 * P_{cc}$,

Dove:

- **P_{ca}** è la potenza attiva in corrente alternata misurata all'uscita del gruppo di conversione della corrente continua generata dai moduli fotovoltaici in corrente alternata, con precisione migliore del 2% . Tale condizione deve essere verificata per $I > 600 W/mq$. Qualora nel corso di detta misura venga rilevata una temperatura di lavoro dei moduli, misurata sulla faccia posteriore dei medesimi, superiore a $40^\circ C$, è ammessa la correzione in temperatura della potenza stessa.

In questo caso la condizione (a) precedente diventa:

a1) $P_{cc} > (1 P_{tpv} 0,08) * P_{nom} * I / I_{stc}$,

Dove:

- **P_{tpv}** indica le perdite termiche del generatore fotovoltaico (desunte dai fogli di dati dei moduli), mentre tutte le altre perdite del generatore stesso (ottiche, resistive, caduta sui diodi, difetti di accoppiamento) sono tipicamente assunte pari all' 8% .
Nota: le perdite termiche del generatore fotovoltaico P_{tpv} , nota la temperatura delle celle fotovoltaiche T_{cel} , possono essere determinate da:

b1) $P_{tpv} = (T_{cel} 25) * \gamma / 100$

Oppure, nota la temperatura ambiente T_{amb} da:

$$c1) P_{tpv} = [T_{amb} 25 + (NOCT 20) * I / 800] * y / 100$$

Dove:

- **y**: coefficiente di temperatura di potenza (il parametro, fornito dal costruttore, per i moduli in silicio monocristallino è tipicamente pari a 0,29%/°C);
- **NOCT**: temperatura nominale di lavoro della cella (il parametro, fornito dal costruttore, è tipicamente pari a 40 ÷ 50 °C, ma può arrivare a 60 °C per moduli in retrocamera).
- **T_{amb}**: temperatura ambiente; nel caso di impianti in cui una faccia del modulo sia esposta all'esterno e l'altra faccia sia esposta all'interno di un edificio (come accade nei lucernari a tetto), la temperatura da considerare sarà la media tra le due temperature.
- **T_{cel}**: è la temperatura delle celle di un modulo fotovoltaico; può essere misurata mediante un sensore termoresistivo (PT100) attaccato sul retro del modulo.

Le verifiche di cui sopra saranno eseguite da personale tecnico a lavori ultimati con emissione di certificato di collaudo che attesta l'esito delle verifiche e la data in cui le predette sono state effettuate. Alla data di entrata in esercizio dell'impianto fotovoltaico, dovranno essere effettuate le letture dei contatori; esse, unitamente ad altre informazioni, saranno riportate e sottoscritte dal committente nella dichiarazione di verifica tecnico-funzionale. La data di entrata in esercizio è, di norma, non antecedente a quella della verifica tecnico-funzionale dell'impianto con esito positivo e deve comunque essere non antecedente a quella dell'intervento del distributore locale.

9.7. VERIFICHE ALL'ATTIVAZIONE DELL'IMPIANTO

Prima della messa in esercizio dell'impianto occorre operare le seguenti verifiche:

- Esame a vista delle apparecchiature e del macchinario;
- Verifica della congruenza dei collegamenti con gli schemi unifilari del progetto esecutivo;
- Verifica della congruenza con il progetto esecutivo delle tarature delle eventuali protezioni di interfaccia;
- Verifica del regolare funzionamento del dispositivo d'interfaccia integrato nell'inverter in chiusura con tensione di rete presente e in apertura per mancanza della tensione.

9.9. VERIFICHE PERIODICHE

Periodicamente (almeno una volta l'anno) si dovranno eseguire:

- Tutte le verifiche di prima installazione di cui ai paragrafi precedenti;
- Eventuali modifiche ai valori delle tarature delle protezioni se necessarie per esigenze dell'Enel (o distributore scelto);
- Verifiche conseguenti a modifica delle modalità di esercizio e/o delle prescrizioni tecniche che si rendessero necessarie a seguito di modifiche o integrazioni della normativa in materia e a seguito di innovazioni tecnologiche.

9.10. PRECISAZIONI DI FORNITURA

L'impianto è eseguito a perfetta regola d'arte conformemente alle vigenti normative.

L'impianto e le apparecchiature sono ulteriormente conformi alle prescrizioni delle società (e-distribuzione, ecc.) competenti per territorio ed ai quali ci si è rivolti direttamente per assumere tutti quei dati tecnici necessari per la corretta conduzione dei lavori. I materiali e le apparecchiature installate sono scelti tra le primarie ditte costruttrici e comunque contraddistinti da marchio CE.

9.10. DOCUMENTAZIONE

Alla fine dei lavori saranno emessi e rilasciati dall'installatore i seguenti documenti:

- Manuale d'uso e manutenzione, inclusivo della pianificazione consigliata degli interventi di manutenzione;
- Progetto esecutivo in versione "as built" e schede tecniche dei materiali installati;
- Dichiarazione attestante le verifiche effettuate e il relativo esito;
- Dichiarazione di conformità ai sensi del Decreto 37/08;
- Certificazione rilasciata da un laboratorio accreditato circa la conformità alla CEI EN 61215 per moduli in silicio cristallino;
- Certificazione rilasciata da un laboratorio accreditato circa la conformità del gruppo di controllo della potenza alle norme vigenti e, in particolare, alle CEI 1120 qualora venga impiegato il dispositivo di interfaccia interno al convertitore stesso, oppure documentazione analoga relativa al dispositivo ed alla protezione di interfaccia utilizzati;
- Certificati di garanzia relativi alle apparecchiature installate;
- Garanzia sull'intero sistema e sulle relative prestazioni di funzionamento.

9.11 CALCOLI PRESTAZIONALI DEL SISTEMA

9.11.1. Dati di irraggiamento solare e producibilità energetica

Secondo le indicazioni ricavate dal sistema europeo PVGIS:

Pertanto partendo dai dati geografici e climatici si può arrivare a definire quella che è la radiazione sul piano dei moduli (tenendo conto di diversi fattori che incidono sul rendimento totale dell'impianto) e si arriva a definire quella che è l'efficienza operativa del sistema.

Stima delle perdite di sistema:

Perdite stimate per l'effetto della temperatura: 8,8% (usando i dati di temperature di riferimento per la località);

Perdite stimate per effetto della riflessione angolare: 5.0%;

Perdite di sistema (cavi, inverter etc.): 8.0%;

Perdite totali dell'impianto: 19.8%

Pertanto partendo dai dati di radiazione solare al suolo e sul piano dei moduli, tenendo conto delle perdite, si può ipotizzare che l'impianto da 20240Wp, realizzato con moduli in silicio monocristallino con la configurazione progettuale adottata, arriverà a produrre circa 21.800 kWh annui (stima).

10.0 - IMPIANTO GENERALE DI TERRA

L'impianto di messa a terra generale dovrà essere realizzato in modo tale che il coordinamento tra impianto di terra e i dispositivi di protezione garantisca la seguente condizione:

$$R_A \leq 50 / I_a$$

Dove :

R_A è la somma delle resistenze del dispersore e dei conduttori di protezione delle masse, in ohm

I_a è la corrente che provoca il funzionamento automatico del dispositivo di protezione, in ampere.

Nel ns. caso tale protezione è affidata ad interruttori automatici differenziali e pertanto la I_a è la soglia I_{dn} di intervento del relè differenziale (nel ns. caso 0.03A) il valore della resistenza di terra è opportuno non superi i 20ohm (valore cautelativo).

L'impianto di terra sarà realizzato mediante posa in opera nell'area esterna di dispersori del tipo a croce in acciaio zincato di dimensioni 50x50x5 e lunghezza 2m. Ogni dispersore dovrà essere corredato di morsetto di sezionamento e collocato all'interno di pozzetti in muratura completi di chiusino.

Tutti i dispersori dovranno essere intercollegati tra di loro da anello in corda di rame nuda, di sezione 35 mmq. posata in terreno libero ad una profondità minima di 50 cm.

Dovranno inoltre essere realizzati i collegamenti equipotenziali nei vari locali servizi con collegamento a terra di tutte le tubazioni di adduzione e scarico e le masse metalliche presenti in prossimità di conduttori in tensione