

COMUNE DI URGNANO

Provincia di Bergamo



NUOVA MENSA SCOLASTICA

PNRR – MISSIONE 4: ISTRUZIONE E RICERCA

Via dei Bersaglieri, 68 - 24059 Ugnano (BG)

PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO

RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA

OPERE ELETTRICHE



Il progettista

Diego Per. Ind. Ardizzone
(documento firmato digitalmente)

Architetto Silvano Zanolì

Sede legale: Via dei Gigli, 26 – Verdellino (BG)

Sede operativa: Via C.A. Dalla Chiesa, 10/33 24048 Treviolo (BG)

PIVA 02707770166

tel. 338-69.45.423 - mail: studioarkideas@yahoo.it

pec: silvanozanoli@archiworldpec.it

Per. Ind. Diego Ardizzone

Sede legale: Via Fra Damiano dei Zambelli n. 4 – 24121 Bergamo

Sede operativa: Via Gennaro Sora, 10 – Fiorano al Serio (BG)

PIVA 02138300161

Tel. 035711020 – mail: info@studioardizzone.it

SOMMARIO

CAP. 0	OGGETTO DEL PROGETTO.
CAP. 1	DATI DI PROGETTO, CARATTERISTICHE DELL'IMPIANTO, CLASSIFICAZIONE DEI LOCALI ED ESCLUSIONI.
CAP. 2	REQUISITI DI RISPONDERA A NORME, LEGGI E REGOLAMENTI.
CAP. 3	PRESCRIZIONI TECNICHE GENERALI.
CAP. 4	IMPIANTO DI TERRA E COLLEGAMENTI EQUIPOTENZIALI.
CAP. 5	QUADRI ELETTRICI.
CAP. 6	IMPIANTO FORZA MOTRICE E LUCE.
CAP. 7	CALCOLI ESECUTIVI DEGLI IMPIANTI.
CAP. 8	CONSEGNA, VERIFICHE E COLLAUDO DEGLI IMPIANTI.
CAP. 9	PIANO DI MANUTENZIONE DELL'IMPIANTO ELETTRICO.
ALLEGATO	VALUTAZIONE DEL RISCHIO DOVUTO AL FULMINE A NORMA CEI EN 62305-2.
ALLEGATO	TABELLE CAVI E COORDINAMENTO PROTEZIONI.
ALLEGATO	CALCOLI ILLUMINOTECNICI
ALLEGATO	SCHEDE TECNICHE DEI MATERIALI UTILIZZATI
ALLEGATO	SCHEMI QUADRI ELETTRICI

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3736-rltq-.doc	00	02/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3736			
	Data 1° emissione: 06/2023			

CAP. 0 OGGETTO DEL PROGETTO.

La seguente relazione tecnica, i calcoli e i disegni, si riferiscono alla progettazione degli impianti elettrici previsti nell'edificio di nuova costruzione destinato a mensa scolastica in via Giovanni Carnovali n.73 a Urgnano (BG) su commissione del "Comune di Urgnano Provincia di Bergamo".

La mensa si estende su un'area coperta di circa 500 m² nella quale si identificano la mensa, la zona cucina, bagni/spogliati e locali tecnologici. Il presente progetto si estende dal punto di consegna dell'energia elettrica da parte dell'ente fornitore fino alle singole macchine ed ai singoli utilizzatori fissi situati all'interno di ogni locale, considerando tutti gli impianti ed i componenti relativi al sistema di distribuzione primaria, ai quadri elettrici di zona, all'impianto di distribuzione luce e forza motrice.

Sono esclusi dal progetto gli impianti elettrici bordo macchina e gli utilizzatori mobili.

Non è inoltre compresa nella presente progettazione la classificazione dei locali con pericolo di esplosione in quanto non presenti.

Nella realizzazione del presente progetto, in osservanza alle disposizioni normative e di legge, è stata prestata particolare attenzione alla sicurezza delle persone, sia in relazione alla protezione contro i contatti diretti, sia alla protezione contro i contatti indiretti.

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3736-rltq-.doc	00	02/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3736			
	Data 1° emissione: 06/2023			

CAP. 1 DATI DI PROGETTO, CARATTERISTICHE DELL'IMPIANTO, CLASSIFICAZIONE DEI LOCALI ED ESCLUSIONI.

DATI DI PROGETTO DI CARATTERE GENERALE	
• Committente	<ul style="list-style-type: none"> • Comune di Ugnano Provincia di Bergamo • Via Cesare Battisti n. 74 a Ugnano (BG)
• Utilizzatore finale (Titolare dell'attività)	<ul style="list-style-type: none"> • Comune di Ugnano Provincia di Bergamo • Via Cesare Battisti n. 74 a Ugnano (BG)
• Ubicazione dell'edificio	<ul style="list-style-type: none"> • via Giovanni Carnovali n.73 a Ugnano (BG)
• Scopo del lavoro	<ul style="list-style-type: none"> • Nuova costruzione mensa

DATI DI PROGETTO RELATIVI ALL'EDIFICIO	
• Destinazione d'uso	<ul style="list-style-type: none"> • Mensa
nota: per le destinazioni d'uso dei singoli locali fare riferimento alle tavole planimetriche	
• Destinazione d'uso degli edifici (secondo Guida CEI 0-2)	<ul style="list-style-type: none"> • Opere pubbliche • Soggetto a obbligo di progetto
• Barriere architettoniche	<ul style="list-style-type: none"> • È richiesto il requisito della accessibilità • È richiesto il requisito della visitabilità
• Luoghi conduttori ristretti	<ul style="list-style-type: none"> • Non sono presenti
• Luoghi contenenti bagni o docce	<ul style="list-style-type: none"> • Non sono presenti
• Luoghi adibiti ad uso medico	<ul style="list-style-type: none"> • Non sono presenti
• Ambienti a maggior rischio in caso di incendio	<ul style="list-style-type: none"> • Le scuole rientrano nei luoghi classificati a maggior rischio in caso di incendio
• Luoghi con pericolo di esplosione	<ul style="list-style-type: none"> • Non sono presenti
• Luoghi di pubblico spettacolo	<ul style="list-style-type: none"> • Non sono presenti
• Altitudine (maggiore o minore 1000 m s.l.m.)	<ul style="list-style-type: none"> • < 1000 m
• Temperatura: - Min./Max. all'interno degli edifici - Min/Max all'esterno - Media giorno più caldo - Media max. mensile - Media annuale	+5°C / +40°C -10 °C/+40°C +30 °C +25 °C +15 °C

DATI DI PROGETTO RELATIVI ALL'IMPIANTO ELETTRICO	
• Tipo di intervento	<ul style="list-style-type: none"> • Nuovo impianto elettrico

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3736-rltg-.doc	00	02/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3736			
	Data 1° emissione: 06/2023			

DATI DI PROGETTO RELATIVI ALL'IMPIANTO ELETTRICO					
• Limiti di competenza	<ul style="list-style-type: none"> Le competenze hanno origine dal punto di consegna da parte dell'Ente fornitore di Energia Le competenze terminano alle prese a spina e alle alimentazioni di : <ul style="list-style-type: none"> macchine e/o quadri di bordo macchina; apparecchi fissi utilizzatori 				
• Impianti speciali da realizzare:	<ul style="list-style-type: none"> Impianto interfono Impianto di allarme incendio manuale Predisposizione impianto antintrusione Predisposizione impianto telefonico Predisposizione impianto trasmissione dati Predisposizioni impianto diffusione sonora 				
• Linea di alimentazione in ingresso	• Cavo linea Energia 400V				
• Punto di consegna	• Vano contatori Energia				
• Tensione nominale di consegna ENERGIA e massima variazione	• (400 ± 10%)V				
• Frequenza nominale e massima variazione	• (50 ± 1%) Hz				
• Icc presunta nel punto di consegna ENERGIA	• 15 kA (trifase superiore ai 33kW) CEI 0-21:2012-06				
• Vincoli del distributore	• DIRETTIVE BT ENEL				
• Tensione nominale degli utilizzatori e apparecchiature B.T.	• 230 V – 400 V				
• Sistema di distribuzione	• TT				
• Potenza contrattuale	• 60 kW				
• Elenco carichi e loro ubicazione	• Vedi allegati di progetto				
• Prescrizioni relative ad apparecchi e motori	• Vedi allegati di progetto				
• Illuminazione secondo norma UNI EN 12464-1 : 2021	Asili nido e scuole materne – 43	Em (lx)	UGRL	U₀	Ra
	Locale giochi – 43.1	300	22	0,40	80
	Nido – 43.2	300	22	0,40	80
	Aule per lavori manuali – 43.3	300	19	0,60	80
	Edifici scolastici – 44				
	Aule scolastiche – 44.1	500	19	0,60	80
	Auditorium, aule didattiche – 44.2	500	19	0,60	80

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3736-rltg-.doc	00	02/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3736			
	Data 1° emissione: 06/2023			

DATI DI PROGETTO RELATIVI ALL'IMPIANTO ELETTRICO					
	Lavagne e schermi neri, verdi, bianchi – 44.4	500	19	0,70	80
	Lavagne e schermi neri, verdi, bianchi in auditorium o aule didattiche – 44.5	500	19	0,60	80
	Solo lavoro al computer – 44.11	300	19	0,60	80
	Aule educazione tecnica e laboratori – 44.14	500	19	0,60	80
	Aule per manuali – 44.15	500	19	0,60	80
	Laboratori di insegnamento – 44.16	500	19	0,60	80
	Ingressi – 44.18	200	22	0,40	80
	Aree di circolazione, corridoi – 44.19	100	25	0,40	80
	Scale – 44.20	150	25	0,40	80
	Sale comuni studenti, aula magna – 44.21	200	22	0,40	80
	Sale professori – 44.22	300	19	0,60	80
	Biblioteca: scaffali – 44.23	200	19	0,60	80
	Biblioteca: zone di lettura – 44.24	500	19	0,60	80
	Magazzini materiale didattico – 44.25	100	25	0,40	80
	Palazzetti, palestre, piscine – 44.26	300	22	0,60	80
	Mensa scolastica – 44.27	200	22	0,40	80
	Cucina – 44.28	500	22	0,60	80
<ul style="list-style-type: none"> • Illuminazione secondo norma UNI EN 12464-1 : 2021 	Uffici 34	Em (lx)	UGR_L	U₀	R_a
	Archiviazione, copiatura, ecc – 34.1	300	19	0,40	80
	Scrittura, dattilografica, lettura, elaborazione dati – 34.2	500	19	0,60	80
	Disegno tecnico – 34.3	750	16	0,70	80
	Postazioni CAD – 34.4	500	19	0,60	80
	Sale conferenze e riunioni – 34.5.1	500	19	0,60	80

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3736-rltq-.doc	00	02/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3736			
	Data 1° emissione: 06/2023			

DATI DI PROGETTO RELATIVI ALL'IMPIANTO ELETTRICO					
	Tavolo conferenze– 34.5.2	500	19	0,60	80
	Banco della reception – 34.6	300	22	0,60	80
	Archivi – 34.7	200	25	0,40	80
• Alimentazioni di sicurezza	Destinazione	Autonomia (min)		t int. (s)	
	Illuminazione	60		< = 0,5	
	Allarme incendio	30		< = 0,5	
• Max cadute di tensione	• Motori a pieno carico 4%				
	• Illuminazione 4%				
	• Prese a spina 4%				
• Sezioni minime ammesse	• Come da Norme CEI				

Vincoli da rispettare derivanti da altre discipline tecniche coinvolte e compatibilità con gli impianti elettrici esistenti:

VINCOLI DA RISPETTARE	
<ul style="list-style-type: none"> Rientra nelle attività soggette al controllo dei vigili del fuoco e rilascio del C.P.I. 	<ul style="list-style-type: none"> SI
<ul style="list-style-type: none"> Esiste il C.P.I. 	<ul style="list-style-type: none"> SI
<ul style="list-style-type: none"> Esiste un progetto termotecnico 	<ul style="list-style-type: none"> SI
<ul style="list-style-type: none"> Particolari richieste dipendenti dalla tipologia della struttura: 	<ul style="list-style-type: none"> Sgancio generale di emergenza Compartimentazione antincendio sugli attraversamenti elettrici Illuminazione di sicurezza Impianto allarme incendio manuale
<ul style="list-style-type: none"> Compatibilità con impianti elettrici esistenti: 	<ul style="list-style-type: none"> Essendo nuovo impianto il problema non esiste
Il Committente dovrà comunicare eventuali variazioni dei parametri sopra riportati e delle indicazioni dei VVF	

Esclusioni:

Rimangono esclusi dal presente progetto:

- Gli oneri per la nuova consegna ENERGIA;
- Le opere murarie, le assistenze murarie, la realizzazione dei cavidotti interrati con scavi, ripristini, fornitura e posa delle tubazioni interrate e relativi pozzetti di derivazione;
- Gli impianti elettrici non riportati nelle tavole di progetto;
- I quadri elettrici non riportati negli schemi unifilari allegati alla presente relazione;
- Le apparecchiature per gli impianti in predisposizione

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3736-rltg-.doc	00	02/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3736			
	Data 1° emissione: 06/2023			

DENOMINAZIONE LOCALE	CLASSIFICAZIONI	NORMATIVA PARTICOLARE APPLICATA	NOTE
SPOGLIATOI	ORDINARIO	CEI 64-8	-
CUCINA	ORDINARIO	CEI 64-8	-
MENSA	MAGGIOR RISCHIO IN CASO DI INCENDIO	CEI 64-8 Sez. 751.03.02	-

Ogni variazione nei dati di ingresso o delle caratteristiche dei locali qui classificati potrà inficiare la corretta rispondenza del progetto alle norme di regola d'arte.

Il Committente accetta la presente valutazione e i dati di ingresso sopra esposti. Accetta inoltre, i dati di ingresso relativi alla valutazione del rischio dovuto al fulmine ai sensi della Norma CEI EN 62305-2. Non è stata calcolata la componente di rischio 4 (perdita economica) in quanto non richiesta dal Committente.

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3736-rltq-.doc	00	02/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3736			
	Data 1° emissione: 06/2023			

CAP. 2 REQUISITI DI RISPONDENZA A NORME, LEGGI E REGOLAMENTI

Tutti gli impianti, i materiali e le apparecchiature devono essere realizzati a regola d'arte, come prescritto dal D.M. n. 37 del 22 gennaio 2008.

Le caratteristiche degli impianti e dei loro componenti, devono essere conformi:

- alle Leggi ed ai Regolamenti vigenti alla data del contratto;

ed in particolare devono essere conformi:

- alle Norme CEI;
- alle prescrizioni dei VV.FF. e delle Autorità Locali;
- alle prescrizioni ed alle indicazioni dell'Ente fornitore di Energia o dell'azienda di telecomunicazioni.

CAP. 3 PRESCRIZIONI TECNICHE GENERALI E MISURE DI PROTEZIONE.

Tutti i materiali impiegati nell'esecuzione delle opere saranno scelti fra quanto di meglio offre il mercato, considerando il rapporto qualità/prezzo, l'importanza della continuità di servizio e la facilità di reperimento delle apparecchiature in fase di esecuzione e/o manutenzione. Tutti gli apparecchi dovranno riportare i dati di targa e le eventuali istruzioni d'uso, utilizzando la simbologia del CEI e la lingua italiana. In ogni caso dovranno essere provvisti di un Marchio di Qualità e della marchiatura CE. Come prescritto dalle Norme di installazione degli impianti elettrici, i materiali utilizzati per l'esecuzione dell'impianto dovranno essere provvisti di uno dei seguenti marchi:

- IMQ (Marchio Italiano di Qualità) su tutti i prodotti per i quali il marchio è ammesso;
- CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano), se sussiste il regime di concessione di tale contrassegno;
- Marchio di Enti Autorizzati per tutti i componenti sottoposti a certificazioni.

N.B. Tutti i materiali avranno caratteristiche elettriche, meccaniche, climatiche e termiche ampiamente idonee all'esercizio normale e comunque adatti alle caratteristiche ambientali, alle condizioni di posa e di impiego per i quali sono destinati.

Di seguito vengono riportate alcune parti delle prescrizioni previste dalle normative vigenti.

Conduttori

Saranno impiegati conduttori dotati di marchio IMQ, scelti in base alla classificazione degli ambienti in cui verranno installati ed alla tipologia del servizio svolto; dovranno rispondere alle Norme costruttive stabilite dal CEI ed alle Norme dimensionali stabilite dall'UNEL.

Per la determinazione della portata dei cavi (Iz) in regime permanente, sarà impiegata la tabella CEI UNEL 35024/1 e 35026 applicando i coefficienti di riduzione relativi alle condizioni di installazione ed al raggruppamento dei cavi, considerando una temperatura ambiente di 30°C.

La sezione dei cavi non dovrà essere mai inferiore a:

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3736-rltg-.doc	00	02/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3736			
	Data 1° emissione: 06/2023			

- 1 mmq. per impianti di segnalazione e diffusione sonora;
- 1,5 mmq. per le derivazioni ai punti luce;
- 2,5 mmq. per le dorsali distribuzione luce e per le prese forza motrice;
- 4 mmq. per le dorsali distribuzione forza motrice.

La caduta di tensione percentuale dell'impianto elettrico a regime, tra la fonte di energia e l'utilizzatore più lontano, non dovrà essere superiore al 4%.

Tubazioni protettive

Un sistema di tubi è costituito dai tubi protettivi destinati a ricevere i cavi per infilaggio e dai relativi accessori (manicotti, curve, raccordi, sistemi di fissaggio, ecc.).

Le Norme di riferimento che trattano i tubi protettivi sono:

- EN 61386-1 (CEI 23-80): Prescrizioni generali;
- EN 61386-21 (CEI 23-81): Tubi rigidi;
- EN 61386-22 (CEI 23-82): Tubi pieghevoli;
- EN 61386-22 (CEI 23-83): Tubi flessibili.

In base alla resistenza delle tubazioni alle prove prescritte dalle normative, vengono identificati tra:

- 1) molto leggero;
- 2) leggero;
- 3) medio;
- 4) pesante;
- 5) molto pesante.

Nel presente progetto dovranno essere adottati tubazioni in PVC per posa a vista e sotto traccia, serie "pesante", tipo Gewiss serie RKB.

Il diametro del tubo dovrà garantire la sfilabilità dei cavi e a tal fine il diametro interno dei tubi dovrà essere pari almeno a 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio di cavi che essi sono destinati a contenere.

Le derivazioni saranno eseguite esclusivamente impiegando le apposite scatole di derivazione; per i tratti particolarmente lunghi o dopo 3 curve consecutive dovranno essere utilizzate apposite scatole rompitratta.

Nelle tubazioni e nei condotti è evitato realizzare giunzioni o posare morsetti di derivazione, inoltre non sono ammesse le derivazioni a "T" direttamente delle tubazioni, ma solamente con l'utilizzo di apposite scatole di derivazione.

È vietata la posa nelle stesse tubazioni di cavi di distribuzione elettrica e di cavi telefonici, televisivi o citofonici, tranne nel caso in cui i cavi abbiano tutti lo stesso grado di isolamento alla tensione maggiore.

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3736-rltq-.doc	00	02/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3736			
	Data 1° emissione: 06/2023			

Apparecchi da incasso.

Dovranno essere del tipo ad incasso a frutti modulari componibili fissati in scatola in resina termoplastica con supporti in resina e mostrina frontale di metallo in alluminio anodizzato o in tecnopolimero. Gli interruttori, deviatori e pulsanti saranno da 16A-250 V. Le prese di corrente saranno da 2x10/16 A+T bipasso e dovranno avere grado di protezione contro i contatti diretti non inferiore a IP 22. Le scatole da frutto non dovranno essere impiegate per eseguire giunzioni o derivazioni che non siano strettamente connesse con l'alimentazione dei frutti contenuti. Nella stessa scatola da frutto non dovranno essere installate apparecchiature o frutti funzionanti a tensioni nominali diverse, anche se separati da diaframmi ed alimentati da tubazioni distinte e da conduttori con uguale grado di isolamento.

Prescrizioni ed indicazioni sull'illuminazione a LED

Il LED è un componente elettronico che emette Luce quando è alimentato: la sigla LED, infatti, è l'acronimo di Light Emitting Diode (diodo ad emissione luminosa). Ciò è possibile grazie alle proprietà ottiche di alcuni semiconduttori che al passaggio della corrente riescono a produrre fotoni. Quando un insieme di LED sono montati su un circuito stampato, si parla di Modulo LED.

Gruppi di rischio per la sicurezza fotobiologica

Sorgenti di bassa qualità emettono radiazioni dannose (per tempi di esposizione prolungati) per gli organi del corpo umano, come gli occhi e la cute. La quantità di radiazioni emesse da tutte le sorgenti nella gamma di lunghezze d'onda da 200 nm a 3000 nm. Per questo motivo sono stati definiti dei Gruppi di Rischio per la Sicurezza Fotobiologica che danno chiare indicazioni in merito. I Gruppi di rischio sono descritti in base ai tempi di esposizione e su questi sono determinati i limiti di esposizione (IEC 62471). I corpi illuminanti adottati dovranno avere RG 0 (Gruppo di rischio esente) – Assenza di pericolo

Considerazioni termiche e durata sui led dalle elevate prestazioni:

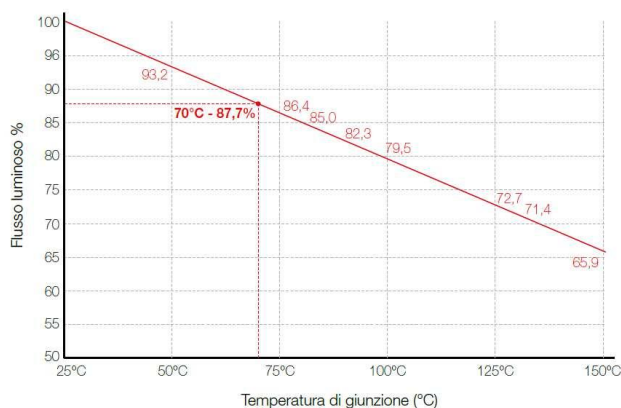
Affinchè i moduli LED possano funzionare correttamente, assicurando un'elevata durata utile (>50.000 h), un calo del flusso luminoso contenuto nel tempo (>L85) ed elevata un'efficienza luminosa (>140 lm/W), devono poter dissipare in maniera corretta il calore che generano. I dati nominali del LED sono rispettati solo se non viene superata la temperatura di giunzione (Tj).

Flusso luminoso e Temperatura di giunzione Tj

La temperatura di giunzione Tj è quella interna del LED. Come si evince dal grafico a sinistra, il flusso luminoso emesso del LED è legato alla temperatura di giunzione in funzionamento (normalmente fra i 60°C e gli 80°C) e cala molto velocemente all'aumentare della Tj.

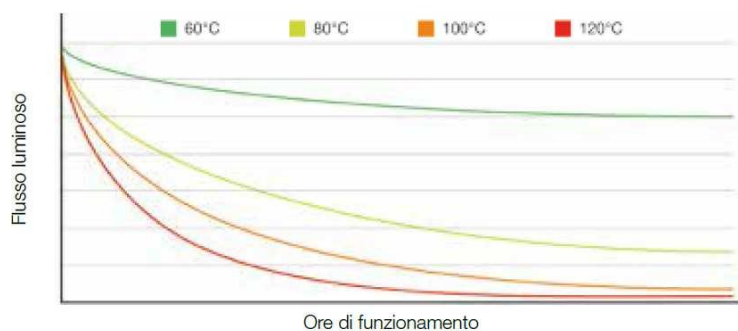
E' molto importante evidenziare che sul mercato ci sono numerosi costruttori che dichiarano il flusso luminoso con una temperatura di giunzione Tj 25°C. Questa indicazione non è corretta, in quanto non è quella effettiva di funzionamento del prodotto. Il motivo è semplice: dovendo svolgere i rilievi ad una temperatura ambiente di 25°C (come richiesto dalla normativa), tecnicamente il LED non svilupperebbe calore - condizione fisicamente impossibile.

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3736-rltg-.doc	00	02/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3736			
	Data 1° emissione: 06/2023			



Gestione termica

Per massimizzare l'affidabilità delle prestazioni degli apparecchi a LED è essenziale una corretta dissipazione termica. La temperatura è di fondamentale importanza in quanto influisce su luminosità e durata utile del componente LED. Si riporta a seguire, un grafico che mette in correlazione flusso luminoso e temperatura di giunzione T_j (quella di funzionamento).



Resa cromatica (Ra)

L'indice di resa cromatica o Color Rendering Index (CRI) indica in che modo una sorgente artificiale è in grado di riprodurre il colore di un oggetto da essa illuminato. Esso varia in una scala da 0 a 100, dove 0 rappresenta il minimo e 100 indica il massimo. La luce naturale è la migliore sotto il profilo fisiologico grazie alla completezza del suo spettro cromatico; per questo motivo, la scelta di apparecchi con alto indice di resa cromatica è molto importante per il benessere e il comfort della persona, oltre che necessaria in ambienti dove è richiesta una buona visibilità dei colori.

L'indice di resa cromatica è un parametro importante per la performance di una sorgente luminosa e valuta la capacità della sorgente di far percepire realmente i colori di un oggetto. Vanno presi in considerazione i LED che presentano una resa cromatica $Ra > 80$. Si consiglia in presenza di verifiche colori l'utilizzo di LED con $Ra > 90$.

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3736-rltq-.doc	00	02/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3736			
	Data 1° emissione: 06/2023			

Indice di resa cromatica R_a	≥ 90	80-89	70-79	60-69	40-59	20-39
Luce diurna	•					
LED	•	•	•			
Lampada alogena	•	•				
Lampada fluorescente compatta	•	•				
Lampada fluorescente	•	•	–	–	–	
Lampada a vapori di mercurio alta pressione				–	–	
Lampada a ioduri metallici	•	•		–		
Lampada a vapori di sodio alta pressione		•		–	–	–

– = Vietata o sconsigliata dall'ordinanza UE 245/2009 (EUP) a causa della poca efficienza e della resa cromatica insufficiente.

Colorazione

La colorazione descrive l'aspetto cromatico della luce.

	Temperatura di colore	Aspetto	Associazione
ww (calda)	fino a 3300 K	rossiccio	caldo
nw (neutra)	3300–5300 K	bianco	neutro
tw (fredda)	da 5300 K	azzurro	freddo

Oltre ai colori delle superfici degli oggetti, è anche la tonalità della luce a formare l'atmosfera di un ambiente.

Flusso luminoso apparecchio

Il flusso luminoso in uscita all'apparecchio rappresenta la quantità di Luce effettiva che esce dall'apparecchio, essendo già considerato il rendimento luminoso dello stesso.

Efficienza luminosa apparecchio

L'efficienza luminosa dell'apparecchio è il parametro più utile al progettista per determinare il giusto apparecchio illuminante perché fornisce il dato pratico tra l'emissione luminosa e l'assorbimento complessivo dell'apparecchio illuminante. Attenzione alle pubblicazioni in cui sono riportate efficienze luminose superiori legate solo all'efficienza teorica del puro componente LED (temperatura di riferimento a 25°C) e non alla prestazione dello stesso all'interno del corpo illuminante.

Umidità relativa

Per il buon mantenimento e funzionamento nel tempo del modulo LED tradizionale l'umidità massima ammessa sul componente è di 85%. Per applicazioni specifiche sono necessari moduli LED UR95 che garantiscono il buon funzionamento per umidità massima al 95%.

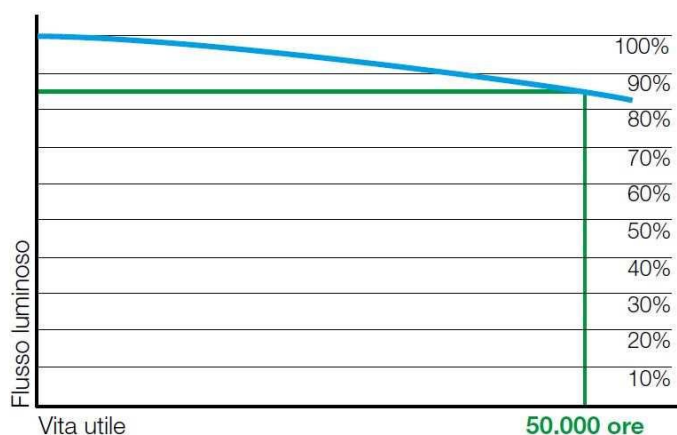
STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3736-rltq-.doc	00	02/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3736			
	Data 1° emissione: 06/2023			

Durata utile (valore L)

Come premessa si segnala che le sorgenti luminose a LED, al contrario delle sorgenti luminose tradizionali, non tendono a spegnersi improvvisamente esaurita la loro vita utile: nel tempo, infatti, i LED diminuiscono gradualmente il loro flusso luminoso iniziale fino ad esaurirsi completamente in un periodo molto lungo.

Si determina quindi con il parametro "L" la percentuale di decadimento del flusso luminoso riferito alle ore di funzionamento utili (normalmente 50.000 ore). Con L85: 50000h viene definito che raggiunto 50.000 h di funzionamento il modulo LED fornisce ancora l'85% del flusso luminoso iniziale.

Da precisare che questo parametro è fortemente influenzato dalle condizioni di lavoro del LED all'interno dell'apparecchio e quindi il risultato ottenuto è il binomio tra qualità del componente e buona ricerca.



Aspettativa di vita del LED (valore B)

Nei dati caratteristici del LED il valore B, seguito da un valore normalmente compreso tra 10 e 50, indica la qualità del componente utilizzato in quanto definisce la percentuale di componenti che allo scadere delle normali 50.000 ore non mantiene le caratteristiche di flusso luminoso dichiarate. Un LED dichiarato L85/B10=50.000 ore indica che al raggiungimento delle 50.000 ore il 90% (B10) dei componenti presenta un flusso luminoso residuo pari o superiore all'85% del flusso iniziale (L85). Se nelle caratteristiche dell'apparecchio a LED non viene indicato il valore B, questo è da considerarsi B50. Da precisare che questo parametro è fortemente influenzato dalle condizioni di lavoro del LED all'interno dell'apparecchio e quindi il risultato ottenuto è il binomio tra qualità del componente e buona ricerca.

Tasso di guasto del LED (valore C)

Questo valore indica la percentuale di LED che alla fine della durata utile non sono più funzionanti.

Tale valore può essere indicato con due combinazioni:

- L85/B10/C0: 50.000 ore - indica che dopo 50.000 ore, la percentuale di LED spenti è lo 0%.
- L85/B10: 50.000 ore - L0/C5: 150.000 ore - indica che dopo 150.000 ore la percentuale di LED non più funzionanti è pari al 5%.

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3736-rltg-.doc	00	02/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3736			
	Data 1° emissione: 06/2023			

Tasso di imperfezione (valore F)

Sulla base delle nuove prescrizioni di norma per i moduli LED, il valore F, seguito da un valore normalmente compreso tra 10 e 50, indica in modo più dettagliato la qualità del componente utilizzato perchè definisce, oltre alla percentuale di componenti che NON mantengono le caratteristiche di flusso luminoso dichiarate (B), anche la percentuale di mortalità del componente LED.

Tasso di imperfezione "F" = valore "B" + valore "C"

Considerazioni sulla qualità del LED:

Il potenziale di risparmio energetico che si ottiene scegliendo un prodotto con una classificazione in categorie più alte risulta quindi più che evidente. Se invece si ricorre all'impiego per sole 25.000 h di un apparecchio a LED classificato come L80 B10 C0 50.000 h, come fattore di manutenzione per la diminuzione del flusso luminoso LLMF (vedi fattore di manutenzione CIE 97:2005) si potrà usare un valore di 0.93. Di conseguenza, un apparecchio del genere potrebbe essere classificato anche come L93 B50 25.000 h. Se invece l'impiego previsto per l'apparecchio è ad es. di 70.000 ore, nella progettazione si deve tenere conto di un valore di 0.79. Per evidenziare il potenziale in termini di costi di investimento e risparmio energetico, nella tabella d'esempio vengono messi a confronto apparecchi con una classificazione diversa da quella di prodotti presenti sul mercato

Classificazione dell'apparecchio a LED	Fattore di manutenzione per flusso luminoso lampada LLMF	Fattore valore da nuovo (fattore di progettazione)	Confronto in percentuale
L ₈₀ B ₁₀ – 50.000 h	0.85	1.17	100 %
L ₈₀ B ₅₀ – 50.000 h	0.80	1.25	107 %
L ₇₀ B ₅₀ – 50.000 h	0.70	1.43	122 %

Presupponendo valori paragonabili per la potenza di ingresso di riferimento e per il flusso luminoso di riferimento degli apparecchi risulta evidente che impiegando apparecchi classificati in categorie più basse saranno necessari un numero maggiore di apparecchi e una più elevata potenza assorbita.

Per ulteriori delucidazioni sul fattore di manutenzione si rimanda alle pagine a seguire.

Tolleranza del colore (Ellissi di MacAdam)

La rilevazione delle coordinate cromatiche effettuata in fase produttiva del LED consente, attraverso una selezione (chiamata in gergo m), la classificazione in diversi gruppi di LED sulla base delle loro differenze cromatiche. Questa classificazione, effettuata attraverso l'analisi delle cosiddette "ellissi di MacAdam" (che esprimono gli scarti di colore sulle coordinate XY), consente di avere all'interno dello stesso gruppo una tonalità costante tra i singoli LED e quindi una visione uniforme della colorazione di Luce visibile sul prodotto:

- con valore 1 non c'è differenza cromatica tra i singoli LED;
- con valore 2 e 3 la differenza non è visibile all'occhio umano e i LED sono considerati qualitativamente buoni;
- con valore 4 la differenza inizia ad essere visibile all'occhio umano;
- con valori maggiori la differenza è sempre più visibile e sarà il tipo di applicazione ad accettare o meno tale differenza di colorazione nel gruppo di LED utilizzati.

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3736-rltq-.doc	00	02/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3736			
	Data 1° emissione: 06/2023			

Corrente di pilotaggio ed influenze

Per corrente di pilotaggio si intende la corrente di alimentazione del modulo Led. Diminuendo la corrente di pilotaggio si diminuisce notevolmente il flusso emesso, conseguentemente la potenza assorbita e la temperatura generata dal modulo. Si riportano a titolo indicativo si riporta un prospetto di comparazione.

	Alimentato a 350mA		Alimentato a 530mA		Alimentato a 700mA	
	elm 350mA	W. tot	elm 530mA	W. tot	elm 700mA	W. tot
8 LED	3000 lm	19W	4150 lm	23W	5400 lm	39W
16 LED	6000 lm	38W	8300 lm	59W	10780 lm	78W
24 LED	9000 lm	57W	12400 lm	88W	16200 lm	118W
	+ efficienza			+ emissione		

Luminanza

La luminanza è l'unica grandezza fotometrica percepita dagli occhi. Consiste nell'impressione di brillantezza di una certa superficie ed è fortemente legata al suo indice di riflessione (tipo di superficie e colore).

Illuminamento mantenuto \bar{E}_m

E' quel livello di luce che nella zona del compito visivo non si deve mai ridurre.

Zona del compito visivo

I livelli di illuminamento sono fissati per i differenti tipi di attività e vanno pertanto progettati di conseguenza. Se non si conosce l'esatta disposizione delle attività, va progettato il medesimo livello d'illuminamento per l'intero ambiente oppure si fissa un'area determinata dei posti di lavoro. La zona del compito visivo può essere orizzontale, verticale o anche inclinata. Zona immediatamente circostante a quella della mansione visiva: qui l'illuminamento potrà essere leggermente abbassato (ad es. 300 lx contro i 500 lx nella zona del compito visivo).

UGR

Le normative europee EN 12464 disciplinano l'illuminazione dei posti di lavoro negli ambienti interni. Per valutare l'abbagliamento (fisiologico) le normative fanno ricorso al sistema unificato UGR (unified glare rating). Il sistema UGR si basa su una formula applicata a tutti gli apparecchi di un impianto che possono contribuire all'effetto di abbagliamento. I valori UGR degli apparecchi vengono calcolati seguendo una tabella fissata dalla norma CIE 117.

Valori limite UGR (UGRL) che non possono essere superati ≤ 16 disegni tecnici ≤ 19 lettura, scrittura, scuole, riunioni, lavoro al computer ≤ 22 industria e artigianato ≤ 25 lavori industriali grezzi ≤ 28 binari ferroviari, capannoni

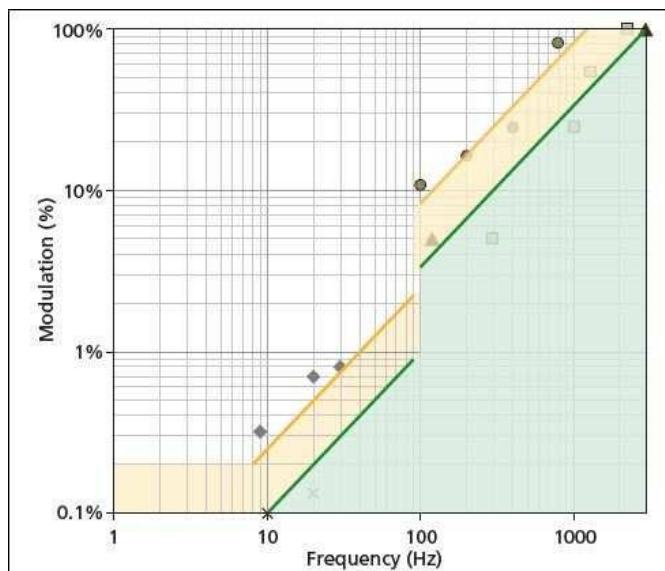
Le normative EN 12464 definiscono i valori limite UGR per le diverse attività e mansioni visive

Effetto flicker:

Nell'illuminazione i flicker possono dare fastidio a seconda della sensibilità e del tipo di attività svolte, possono distrarre e mettere a disagio, anche se le oscillazioni rimangono al di sotto della soglia del percepibile (percezione indiretta). In tutto questo conta molto la vista periferica: è proprio qui infatti che tutti i movimenti appaiono più intensi a prescindere che siano flicker oppure oggetti in movimento.

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3736-rltg-.doc	00	02/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3736			
	Data 1° emissione: 06/2023			

I driver contestualmente ai LED utilizzati dovranno essere rispondenti alla IEEE 1789, in particolar modo dovranno rientrare nel limite del nessun rischio visibile (area verde del grafico a seguire) per la salute delle persone (courtesy: IEEE)



ALIMENTATORE DALI

DALI, lo standard di comunicazione digitale DALI (Digital Addressable Lighting Interface) per alimentatori elettronici (ECG), è il risultato della cooperazione nell'industria dell'illuminazione, uno standard uniforme condiviso dall'intero settore. DALI non è quindi un sistema ma la definizione di un'interfaccia per la comunicazione digitale tra un modulo di comando e gli alimentatori elettronici. È stato, quindi, incluso nella norma EN 60929 per gli alimentatori elettronici come Appendice E4 assicurando così l'intercambiabilità degli alimentatori elettronici di produttori diversi. La confusione generata dalle varie soluzioni proprietarie è diventata una cosa del passato.

Vantaggi decisivi per progettisti e utilizzatori DALI mette a disposizione un mezzo intelligente per il controllo della luce in un ambiente con ridotto costo dei componenti, elevata funzionalità e facilità di applicazione.

I sistemi DALI vengono installati utilizzando lo stesso materiale standard impiegato per gli impianti a tensione di rete. Nei cavi pentapoli i due conduttori non utilizzati per l'alimentazione di rete possono essere collegati all'interfaccia DALI.

Ogni alimentatore elettronico del sistema DALI può essere indirizzato digitalmente e non è quindi soggetto a disturbi sul segnale. Ciascun alimentatore elettronico può appartenere a più di un gruppo, memorizzare differenti valori dei parametri illuminotecnici associati in funzione dei vari scenari di illuminazione ed essere acceso e spento digitalmente senza l'impiego di relé. Inoltre i singoli alimentatori elettronici DALI possono fornire informazioni di retroazione (ad esempio lampada non funzionante).

L'intelligenza del sistema DALI risiede nel suo modulo di comando e rende estremamente più semplice l'utilizzo del sistema da parte dell'utente. Nel modulo di comando DALI, le routine di rilevamento e di indirizzamento dei componenti collegati sono in gran parte automatiche; l'utente si limita a completare le impostazioni attraverso gli elementi di controllo. Inoltre, con la stessa facilità può cambiare le funzioni e adattarle a nuove situazioni. "Digitale" non è sempre quello che sembra. Alcuni produttori di ECG

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3736-rltg-.doc	00	02/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3736			
	Data 1° emissione: 06/2023			

utilizzano in modo improprio il termine “alimentatori elettronici digitali” nella documentazione tecnica relativa ai loro prodotti. Secondo le specifiche DALI gli alimentatori devono avere le tre seguenti caratteristiche essenziali:

- Indirizzamento digitale;
- Processo digitale;
- Comunicazione digitale.

Valutazione del fattore di manutenzione:

Per la progettazione di un impianto di illuminazione ad efficienza energetica, l'aspetto decisivo è la determinazione del fattore di manutenzione dato che l'illuminamento o la luminanza di impianti di illuminazione diminuiscono nel corso della vita operativa di questi ultimi. Le cause di ciò sono da ricercare nell'invecchiamento e nel guasto delle lampade, nell'accumulo di sporco negli apparecchi e, in impianti di illuminazione per interni, anche nella riduzione del fattore di riflessione delle superfici che delimitano i locali (sporcizia dei locali).

La manutenzione degli impianti di illuminazione è essenziale per mantenere nel tempo le prestazioni di un sistema di illuminazione entro i limiti progettuali e per promuovere un uso efficiente dell'energia. Il livello di illuminazione all'interno di un locale infatti decresce gradualmente nel corso della vita dell'impianto. Il parametro che descrive questa riduzione viene definito fattore di manutenzione (FM), la cui definizione è la seguente: “il rapporto tra l'illuminamento medio sul piano di lavoro dopo un certo periodo di uso dell'impianto (1° manutenzione) rispetto al valore medio dell'illuminamento ottenuto sotto le stesse condizioni quando l'impianto è nuovo”.

E' evidente quindi che stiamo parlando di un parametro di valore inferiore ad 1, di fondamentale importanza per la progettazione dell'impianto di illuminazione. Il progettista deve infatti, in base alla norma Uni En 12464-1:

- stabilire il fattore di manutenzione ed elencare tutte le ipotesi richieste per la valutazione di questo valore;
- specificare gli apparecchi di illuminazione adatti per l'ambiente;
- preparare un programma completo di manutenzione in cui si devono indicare: la frequenza con cui si devono sostituire le lampade, gli intervalli di pulizia degli apparecchi di illuminazione e del locale, ed il metodo di pulizia più adeguato.

Il fattore di manutenzione considerato nel presente progetto è stato valutato secondo il rapporto tecnico 97 del CIE (Commission Internationale de l'Eclairage) “Guida alla manutenzione dei sistemi di illuminazione per interni”.

Si riportano a seguire indicazioni e considerazioni sul fattore di manutenzione ed il rapporto tecnico CIE 97:2005

Il fattore di manutenzione MF (Maintenance Factor) è dato dal prodotto di 4 parametri:

LLMF: fattore di manutenzione per flusso luminoso lampada (Lamp Lumen Maintenance Factor – descrive la diminuzione del flusso luminoso dell'apparecchio a LED nel corso della vita utile di quest'ultimo)

LSF: fattore di sopravvivenza della lampada LSF (Lamp Survival Factor – descrive l'avaria di apparecchi a LED nel corso della vita utile)

LMF: fattore di manutenzione dell'apparecchio (Luminaire Maintenance Factor – descrive l'incidenza dell'accumulo di sporco sul sistema ottico degli apparecchi nel periodo che intercorre tra due operazioni di pulizia)

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3736-rltg-.doc	00	02/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3736			
	Data 1° emissione: 06/2023			

RSMF: fattore di manutenzione del locale (Room Surface Maintenance Factor descrive per un impianto di illuminazione di interni il peggioramento del suo rendimento a causa del peggioramento dei fattori di riflessione delle superfici di delimitazione del locale)

Per poter analizzare i parametri sopra riportati bisogna valutare:

- l'intervallo massimo di manutenzione dell'impianto di illuminazione;
- le condizioni dell'ambiente (il grado di sporcizia derivante dall'uso che viene fatto di un locale);
- la tipologia di apparecchi utilizzati (grado di protezione, tipologia di posa, durata vita utile in caso di LED "valore L" e aspettativa di vita del LED "valore B") e la tipologia di illuminazione (diretta, indiretta o diretta/indiretta);
- la durata di esercizio in ore;
- i fattori di riflessione di soffitto/pareti/pavimento.

In particolare per il presente progetto (le tabelle fanno riferimento al rapporto tecnico Cie 97:2005):

Intervallo massimo di manutenzione Tab. 2.1	Condizioni dell'ambiente Tab. 2.1	tipologia apparecchi Tab. 2.2	Valori caratteristici Lx By – hr	Tipologia di illuminazione Tab. 3.6/7/8	Durata di esercizio in ore	Fattori di riflessione soffitto/pareti/pavimento Tab. 3.6/7/8
2 anni	PULITO	E	L80B10 >50.000hr	DIRETTA	50.000	0,5/0,3/0,2

Tabella IN (riepilogo dati in ingresso)

LLMF – LSF: I primi due fattori, LLMF e LSF entrambi riferiti alle lampade, vengono indicati nella tabella 3.2 CIE 97:2005 ma non sono riportati i valori per le componenti LED. Per i LED il documento CIE non fornisce valori a causa del fatto che la situazione di queste sorgenti è in troppo rapido mutamento.

$$LSF = 1 - z(Cz)/100$$

Considerati i parametri riportati nella tabella IN si ricavano: LLMF 1 LSF: 1

LMF- Il fattore di manutenzione degli apparecchi dipende dallo sporco che si deposita sulla lampada e/o sull'apparecchio lungo un certo periodo di tempo. Nella tabella 3.4 Cie 97:2005 vengono riportati alcuni valori possibili di LMF per differenti tipologie di apparecchi in funzione dell'intervallo di pulizia degli apparecchi, della condizione dell'ambiente e dalla tipologia dell'apparecchio con riferimento alle tabelle 3.1 e 3.2 Cie 97:2005.

Considerati i parametri riportati nella tabella IN si ricava: LMF 0,91

RSMF - Il fattore di manutenzione del locale dipende dalle proporzioni del locale, dai fattori di riflessione delle pareti e dalla distribuzione del flusso luminoso da parte dell'apparecchio di illuminazione. Come per il fattore LMF, anche il fattore RSMF è condizionato dal tipo e dalla quantità di sporco che si deposita, in questo caso sulle pareti. Dalle tabelle 3.6/3.7 e 3.8 Cie 97:2005 si possono ricavare dei valori possibili per il fattore RSMF.

Considerati i parametri riportati nella tabella IN si ricava: RSMF 0,97

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3736-rltq-.doc	00	02/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3736			
	Data 1° emissione: 06/2023			

Il valore del fattore di manutenzione FM calcolato influisce sul numero di apparecchi di illuminazione necessari per produrre uno specifico illuminamento. Alti fattori di manutenzione possono essere raggiunti attraverso un'attenta scelta dell'equipaggiamento e ad una elevata frequenza della pulizia delle installazioni. Le normative internazionali (Iso 8995) raccomandano che il fattore di manutenzione non scenda al di sotto di 0,7. Valori possibili sono indicati in tabella 7.

MF=**LLMF*****LSF*****LMF*****RSMF**= sulla base delle considerazioni sopra riportate e riferimenti dei produttori corpi illuminanti sarà considerato un fattore di manutenzione per i calcoli pari a 0,9.

Impianto di illuminazione di emergenza

Sono numerose le situazioni in cui la mancanza di illuminamento ordinario (luce naturale o artificiale) può essere motivo di pericolo per le persone presenti, soprattutto nei luoghi accessibili al pubblico o soggetti ad affollamento in cui, in mancanza di illuminazione ordinaria, è necessario un rapido ed ordinato sfollamento dei locali al fine di evitare pericoli per le persone connessi anche alla possibile insorgenza di fenomeni di panico. In generale, negli ambienti dove si svolgono attività di lavoro dipendente o può esservi presenza di pubblico, leggi e norme specifiche impongono l'installazione di apparecchi per l'illuminazione di emergenza che intervengano automaticamente quando l'illuminazione ordinaria viene a mancare.

Gli apparecchi per l'illuminazione di emergenza devono assicurare in ogni condizione, e non solo in caso di emergenze in atto ma anche di semplici black-out, un livello di illuminamento sufficiente per la sicurezza delle persone; a tale scopo devono, secondo le prescrizioni specifiche, segnalare in modo efficace le vie di esodo, evidenziare passaggi pericolosi quali scale e ostacoli ed evitare il panico per l'improvvisa mancanza di luce negli ambienti affollati. Tutte le regole tecniche di prevenzione incendi relative a luoghi soggetti ad affollamento, quali scuole, uffici, teatri, cinema, ospedali, centri commerciali, ecc., dedicano un'apposita sezione alla illuminazione di sicurezza, definendone i requisiti minimi da assicurare.

Vi sono altre tipologie di luoghi nei quali, seppure le disposizioni di legge non prevedono specifici obblighi, la mancanza dell'illuminazione ordinaria può provocare rischi per la difficoltà di localizzare le uscite, soprattutto se le persone non hanno familiarità con l'ambiente. Esempi di tali luoghi sono i vani comuni delle strutture condominiali (scale, androni ed autorimesse), bar, negozi, locali tecnici, luoghi di culto e caserme. In ogni caso, i rischi connessi ad un impianto di illuminazione di sicurezza assente, inefficiente, o non correttamente realizzato, non sono legati solo all'esposizione agli effetti dell'emergenza che ha dato luogo all'evacuazione, ma anche agli infortuni dovuti a cadute o urti ovvero all'abbandono improvviso di macchine operatrici o di lavorazioni pericolose che scarsi livelli di illuminazione renderebbero altamente probabili. La corretta realizzazione dell'impianto di illuminazione di sicurezza ed il mantenimento nel tempo della sua efficienza costituiscono dunque, oltre che un obbligo normativo o della regola dell'arte, un elemento fondamentale della strategia antincendio di ogni attività.

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3736-rltq-.doc	00	02/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3736			
	Data 1° emissione: 06/2023			

Impianto di illuminazione di emergenza

Sono numerose le situazioni in cui la mancanza di illuminamento ordinario (luce naturale o artificiale) può essere motivo di pericolo per le persone presenti, soprattutto nei luoghi accessibili al pubblico o soggetti ad affollamento in cui, in mancanza di illuminazione ordinaria, è necessario un rapido ed ordinato sfollamento dei locali al fine di evitare pericoli per le persone connessi anche alla possibile insorgenza di fenomeni di panico. In generale, negli ambienti dove si svolgono attività di lavoro dipendente o può esservi presenza di pubblico, leggi e norme specifiche impongono l'installazione di apparecchi per l'illuminazione di emergenza che intervengano automaticamente quando l'illuminazione ordinaria viene a mancare.

Gli apparecchi per l'illuminazione di emergenza devono assicurare in ogni condizione, e non solo in caso di emergenze in atto ma anche di semplici black-out, un livello di illuminamento sufficiente per la sicurezza delle persone; a tale scopo devono, secondo le prescrizioni specifiche, segnalare in modo efficace le vie di esodo, evidenziare passaggi pericolosi quali scale e ostacoli ed evitare il panico per l'improvvisa mancanza di luce negli ambienti affollati. Tutte le regole tecniche di prevenzione incendi relative a luoghi soggetti ad affollamento, quali scuole, uffici, teatri, cinema, ospedali, centri commerciali, ecc., dedicano un'apposita sezione alla illuminazione di sicurezza, definendone i requisiti minimi da assicurare.

Vi sono altre tipologie di luoghi nei quali, seppure le disposizioni di legge non prevedono specifici obblighi, la mancanza dell'illuminazione ordinaria può provocare rischi per la difficoltà di localizzare le uscite, soprattutto se le persone non hanno familiarità con l'ambiente. Esempi di tali luoghi sono i vani comuni delle strutture condominiali (scale, androni ed autorimesse), bar, negozi, locali tecnici, luoghi di culto e caserme. In ogni caso, i rischi connessi ad un impianto di illuminazione di sicurezza assente, inefficiente, o non correttamente realizzato, non sono legati solo all'esposizione agli effetti dell'emergenza che ha dato luogo all'evacuazione, ma anche agli infortuni dovuti a cadute o urti ovvero all'abbandono improvviso di macchine operatrici o di lavorazioni pericolose che scarsi livelli di illuminazione renderebbero altamente probabili. La corretta realizzazione dell'impianto di illuminazione di sicurezza ed il mantenimento nel tempo della sua efficienza costituiscono dunque, oltre che un obbligo normativo o della regola dell'arte, un elemento fondamentale della strategia antincendio di ogni attività.

La terminologia

Occorre innanzitutto precisare che alcuni dei termini comunemente usati quali illuminazione di emergenza o di sicurezza, in realtà corrispondono a diverse funzioni svolte dall'impianto (Schema 1).



STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3736-rltq-.doc	00	02/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3736			
	Data 1° emissione: 06/2023			

L'illuminazione di emergenza è l'illuminazione destinata a funzionare in assenza di illuminazione ordinaria. Essa comprende l'illuminazione di sicurezza destinata ad assicurare che i mezzi di evacuazione possano essere sempre efficacemente identificati e usati quando è necessaria l'illuminazione ordinaria e di emergenza, e l'illuminazione di riserva che consente di continuare la normale attività senza sostanziali cambiamenti.

Più precisamente, l'illuminazione di sicurezza comprende:

- L'illuminazione di sicurezza per l'esodo per l'identificazione ed utilizzazione in sicurezza del sistema di vie di esodo;
- L'illuminazione antipánico di aree estese è l'illuminazione necessaria affinché le persone possano raggiungere un luogo da cui possa essere identificata una via di esodo;
- L'illuminazione di aree ad alto rischio destinata a garantire la sicurezza delle persone coinvolte in processi di lavorazione o situazioni potenzialmente pericolose e a consentire procedure di arresto adeguate alla sicurezza dell'operatore e degli occupanti dei locali.

Riferimenti normativi

Ad oggi esiste un lungo elenco di attività e luoghi di lavoro per i quali la vigente legislazione in materia di prevenzione incendi e sicurezza nei luoghi di lavoro ne obbliga o raccomanda l'utilizzo. La materia è trattata da diverse disposizioni legislative e norme tecniche, delineando un quadro complesso e talvolta non univoco, neanche nella terminologia. In particolare dell'argomento si occupano:

- l'allegato IV del D.Lgs. 81/08 che definisce i luoghi di lavoro in cui occorre disporre di illuminazione di sicurezza;
- le regole tecniche di prevenzione incendi, che dettano requisiti illuminotecnici per i percorsi di esodo e le aree accessibili al pubblico;
- alcune norme CEI che per determinate attività (edifici storici, locali di pubblico spettacolo, centri commerciali, alberghi, ecc.) definiscono le tipologie di impianti necessarie;
- la norma UNI EN 1838, la quale definisce i requisiti illuminotecnici dei sistemi di illuminazione di emergenza, installati in locali in cui essi tali sistemi sono richiesti, ed il lay-out degli apparecchi di illuminazione;
- la norma CEI 34-111, che detta importanti prescrizioni dal punto di vista della continuità di esercizio;
- la norma UNI 11222: "Impianti di illuminazione di sicurezza negli edifici – Procedure per la verifica periodica, la manutenzione, la revisione e il collaudo", nella quale viene indicato cosa deve essere testato, provato, verificato all'interno dell'impianto e quando farlo;
- la norma CEI EN 50172 (CEI 34-111): definisce "come" effettuare le verifiche di cui sopra;
- la norma CEI EN 60598-2-22 che specifica le prescrizioni per gli apparecchi di illuminazione di emergenza.

Innanzitutto, in applicazione del D.Lgs. 81/08 (allegato IV, art. 1.10.3), nei luoghi di lavoro in cui i lavoratori siano particolarmente esposti a rischi in caso di guasto dell'illuminazione artificiale, occorre disporre di un'illuminazione di sicurezza di sufficiente intensità.

Sono inoltre prescritti mezzi di "illuminazione sussidiaria" da utilizzare in caso di necessità, adeguati alle condizioni ed alle necessità del loro impiego, tenuti in posti noti al personale e conservati in costante efficienza.

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3736-rltg-.doc	00	02/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3736			
	Data 1° emissione: 06/2023			

Lo stesso decreto prevede che nei luoghi di lavoro in cui:

- siano presenti più di 100 lavoratori la cui uscita all'aperto in condizioni di oscurità non sia sicura ed agevole;
- quando l'abbandono imprevedibile ed immediato del governo delle macchine o degli apparecchi sia di pregiudizio per la sicurezza delle persone o degli impianti quando si lavorino o siano depositate materie esplodenti o infiammabili e la mancanza di illuminazione costituisca pericolo

l'illuminazione sussidiaria deve essere fornita con mezzi di sicurezza atti ad entrare immediatamente in funzione in caso di necessità e a garantire un'illuminazione sufficiente per intensità, durata, per numero e distribuzione delle sorgenti luminose.

Se detti mezzi non sono costruiti in modo da entrare automaticamente in funzione, i dispositivi di accensione devono essere a facile portata di mano e le istruzioni sull'uso dei mezzi stessi devono essere rese manifeste al personale mediante appositi avvisi.

Le anzidette indicazioni si prestano ad interpretazioni non univoche, e comunque sono limitate solo ad ambienti individuati quali luoghi di lavoro: risulta dunque utile richiamare le regole tecniche di prevenzione incendi che riportano specifici requisiti per l'illuminazione di sicurezza.

Stabilita la durata di progetto dell'illuminazione di sicurezza, è utile ricordare che, oltre a quanto in precedenza riportato, il decreto 81/08 prescrive l'abbandono dei posti di lavoro e l'uscita all'aperto del personale, se necessario ai fini della sicurezza, prima dell'esaurimento delle fonti della illuminazione sussidiaria; ove invece sia prestabilita la continuazione del lavoro anche in caso di mancanza dell'illuminazione artificiale normale, quella sussidiaria (o di riserva, secondo la definizione della UNI EN 1838) deve essere fornita da un impianto fisso atto a consentire la prosecuzione del lavoro in condizioni di sufficiente visibilità (allegato IV, art. 1.10.7).

La norma UNI EN 1838

Per l'illuminazione di emergenza, le norme europee UNI EN 1838 stabiliscono i seguenti requisiti minimi:

- 1) L'illuminazione di emergenza deve fornire una luminosità pari ad almeno il doppio di quella della luna in una notte serena.
- 2) L'illuminazione di sicurezza deve segnalare le vie di esodo in modo che siano facilmente identificabili e possano essere agevolmente seguite fino al "luogo sicuro". Per l'illuminazione di sicurezza va tenuto in conto un fattore di manutenzione pari a 0,8. Tale fattore è ricavato da una pubblicazione IEC del 1997 che così lo motiva: "Si utilizzano apparecchi d'illuminazione chiusi, dotati di lampade fluorescenti, che in base alle normative richiedono una manutenzione annua".

Obiettivi dell'illuminazione di sicurezza

- Abbandonare la zona problematica senza pericolo quando venga a mancare la corrente generale;
- Assicurare orientamento e condizioni visive sufficienti nelle vie di fuga e nelle zone di pericolo;
- Trovare facilmente i dispositivi di sicurezza e di estinzione degli incendi.

Obiettivi dell'illuminazione antipanico

- Ridurre la probabilità che si scateni il panico;
- Consentire di raggiungere con sicurezza le vie di fuga;

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3736-rltg-.doc	00	02/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3736			
	Data 1° emissione: 06/2023			

- Assicurare orientamento e condizioni visive sufficienti.

Obiettivi dell'illuminazione di sicurezza per posti di lavoro particolarmente pericolosi:

In caso di situazioni e processi lavorativi potenzialmente pericolosi sono previsti requisiti particolari. La sicurezza del personale e di tutti i presenti richiede infatti adeguate misure di spegnimento, per esempio in caso di:

- macchine in movimento;
- laboratori con sostanze pericolose;
- posti di lavoro di sorveglianza.

Illuminazione di sicurezza per vie di fuga

Illuminamento						
E _{minimo} = 1 lx (illuminamento orizzontale minimo sul pavimento)						
Uniformità						
E _{massimo} : E _{minimo} ≤ 40 : 1 lx d < 4h installazione						
Limitazione dell'abbagliamento						
h/m	< 2,5	2,5 ≤ h < 3	3 ≤ h < 3,5	3,5 ≤ h < 4	4 ≤ h < 4,5	≥ 4,5
L _{mtb} /cd	500	900	1600	2500	3500	5000
I valori di questa tabella all'interno della zona da 60° a 90° rispetto alla verticale non devono essere superati in tutte le angolature azimutali.						
Resa del colore						
R _a ≥ 40						
Autonomia nominale nelle vie di fuga						
UNI EN 1838 art. 4.2.5 e art. 4.3.5						
1 ora						
Velocità di accensione						
UNI EN 1838 art. 4.2.6 e art. 4.3.6						
Entro 5 secondi al 50 %, entro 60 secondi al 100 % dell'illuminamento previsto						

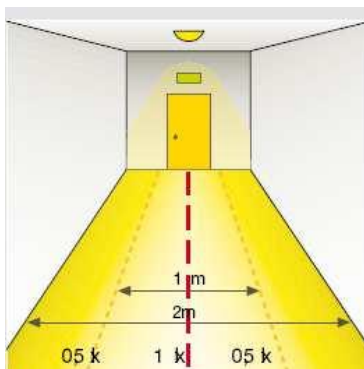
Requisiti dell'illuminazione di sicurezza:

- Condizioni di visibilità necessarie per misure di evacuazione;
- Installazione degli apparecchi ad almeno 2 m sopra il pavimento per essere ben visibili;
- Pittogrammi segnaletici illuminati o retroilluminati lungo la via di fuga;
- Indicazioni sulla direzione da prendere per raggiungere l'uscita di emergenza;
- Mantenimento dell'uniformità;
- Evitare l'abbagliamento fisiologico.

Illuminamento corridoi e vie di fuga fino a 2 m di larghezza:

- minimo 1 lx sull'asse centrale
- alla metà della larghezza 0,5 lx

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3736-rltq-.doc	00	02/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3736			
	Data 1° emissione: 06/2023			



Verifiche (situazione generale, per indicazioni specifiche fare riferimento alla norma/legislazione specifica dell'ambiente)

Per una corretta rispondenza dell'impianto alla regola dell'arte e per mantenerne l'efficienza nel tempo, occorre procedere alla verifica di prima installazione ed a quelle periodiche. Nel primo caso, a impianto installato è necessario verificare:

- Funzionalità (accensione e spegnimento al mancare della rete e tramite comandi, se presenti);
- Livello di illuminamento;
- Autonomia;
- Indipendenza delle linee (gruppi centralizzati);
- Posizionamento apparecchi e comandi di inibizione.

Circa le verifiche periodiche, la frequenza è stabilita dalla norma UNI 11222:

a) ogni settimana

- verifica della operatività del sistema di inibizione, ove presente;
- verifica delle indicazioni/segnalazioni fornite dal pannello/display del gruppo soccorritore (sistema di alimentazione centralizzata);

b) ogni mese:

- verifica dell'effettivo intervento in emergenza di tutti gli apparecchi;
- verifica delle condizioni costruttive degli apparecchi con eventuale sostituzione delle lampade o dei particolari di materia plastica danneggiati;
- verifica delle corrette operazioni del sistema nel funzionamento di emergenza mediante le indicazioni/segnalazioni fornite dallo stesso (sistema di alimentazione centralizzata)

c) ogni sei mesi:

- manutenzione periodica;

d) ogni anno (consigliata semestrale):

- verifica complessiva dell'efficienza degli apparecchi di sicurezza o dell'alimentazione centralizzata (gruppo soccorritore) e del rispetto dei requisiti illuminotecnici di progetto;

e) ogni 2 anni:

- sostituzione della sorgente luminosa e, se necessario, della batteria, degli apparecchi con funzionamento di tipo permanente (sempre accesi);

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3736-rltg-.doc	00	02/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3736			
	Data 1° emissione: 06/2023			

f) dopo 2 anni e successivamente ogni 4 anni:

- revisione dell'impianto.

Il D.M. 22 gennaio 2008 n. 37 prevede l'obbligo di affidare la manutenzione straordinaria degli impianti ad imprese abilitate ai sensi dell'art. 3 del medesimo decreto. Per la manutenzione ordinaria non impone alcun requisito ma il titolare dell'attività ha comunque l'obbligo, almeno per il controllo periodico e la manutenzione ordinaria, di avvalersi di personale competente e qualificato (art. 6.4 dell'all.IV al D.M. 10/3/1998, riferito agli impianti di protezione antincendio).

In generale le verifiche periodiche sugli impianti elettrici devono essere eseguite da persona esperta, competente nella verifica (art. 62.1.6 CEI 64-8/6), ossia avente conoscenze tecniche o esperienza (art. 29.1 CEI 64-8/2). Si suggerisce pertanto l'opportunità di avvalersi di imprese abilitate, a maggior tutela, ovvero di avviare il personale incaricato ad appositi corsi o programmi di formazione, addestramento e aggiornamento, in base al tipo di operazione, al tipo di impianto su o in vicinanza del quale si deve operare ed infine tenuto conto delle condizioni ambientali, contingenti e di supervisione da parte di personale più preparato.

Infine, quando la verifica comporta l'intervento su impianti o apparecchi elettrici con accesso alle parti attive (sotto tensione o fuori tensione) nell'ambito del quale, se non si adottano misure di sicurezza, si è in presenza di rischio elettrico, essa si configura come "lavoro elettrico" e pertanto trova applicazione la specifica disciplina di cui al capo III del D.Lgs. 81/08 ed alla norma CEI 11-27.

Registro dei controlli

L'esito dei controlli deve essere verbalizzato e tenuto a disposizione dell'autorità di vigilanza (art.86 comma 3 D.Lgs. 81/08). Le stesse norme CEI sull'esercizio degli impianti elettrici indicano che i risultati delle ispezioni e le eventuali azioni correttive devono essere registrati, in accordo con le prescrizioni locali e nazionali (art. 5.3.3.6 della norma CEI EN 50110-1 e, per i locali di pubblico spettacolo, art.752.60.8 della norma CEI 64-8/7).

In relazione alle precedenti considerazioni, il documento che riassume tale attività può essere costituito dal registro dei controlli previsto dall'art 6 del D.P.R. 1 agosto 2011 n.151. Si segnala che, in base all'art. 62.2.2 della norma CEI 64-8/6, negli impianti elettrici estesi (per esempio in grandi industrie) soggetti ad un adeguato e sicuro regime di sorveglianza, prove e di manutenzione continue degli impianti e dei loro componenti, non è necessario eseguire le verifiche periodiche e formalizzare i risultati.

In tal caso, il possibile contrasto con i riferimenti citati in precedenza può essere ovviato attraverso la verifica dell'esistenza di procedure che riportino nel dettaglio le modalità di svolgimento di tale attività.

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3736-rltq-.doc	00	02/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3736			
	Data 1° emissione: 06/2023			

Comando di emergenza

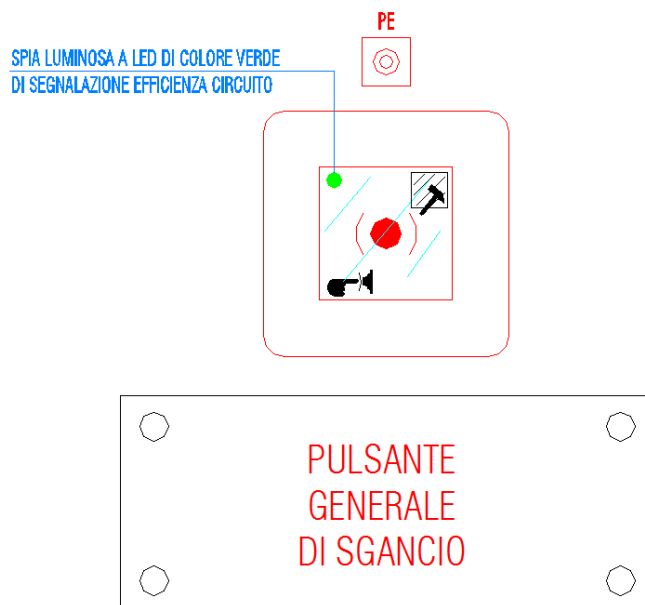
Il comando di emergenza può essere realizzato con due filosofie circuitali differenti:

- Tramite Interruttore con bobina di sgancio "di minima tensione", azionato da pulsante con contatto in apertura (normalmente chiuso). In questo caso il contatto del pulsante è normalmente chiuso e la bobina è percorsa da corrente. Il difetto di questa soluzione è che, in caso di assenza della tensione di rete o anche soltanto di un buco di tensione, la bobina non risulta più percorsa da corrente, come conseguenza il contatto del pulsante si apre, e si ottiene un intervento di emergenza indesiderato. La soluzione circuitale realizzata normalmente per ovviare a questo inconveniente, è quella di utilizzare dispositivi che oltre alla bobina di sgancio possiedono un soccorritore, alimentato da una batteria in tampone, il quale mantiene alimentata la bobina anche in caso di mancanza della tensione di rete. Ovviamente, per mantenere in efficienza il comando di emergenza, occorre periodicamente (seguendo le indicazioni del costruttore) controllare lo stato di efficienza delle batterie.
- Tramite Interruttore con bobina di sgancio "a lancio di corrente", azionato da pulsante con contatto in chiusura (normalmente aperto). In questo caso il contatto del pulsante è normalmente aperto e la bobina non è percorsa da corrente. La norma CEI 64-8 permette questa soluzione solo se accompagnata da una segnalazione luminosa che indichi la funzionalità del circuito. Occorre, in pratica, collegare in parallelo al contatto del pulsante una lampada a basso consumo di colore verde, la cui accensione è indice di presenza di tensione sul circuito e quindi di comando di emergenza pronto ad intervenire. Se la lampada è spenta significa che il circuito di alimentazione della bobina è interrotto. Poiché questo tipo di segnalazione non è comprensibile da tutti, è consigliato l'utilizzo della bobina a lancio di corrente solo in impianti dove è presente personale addestrato. In caso di incendio potrebbe provocare il cortocircuito dei contatti e determinare l'impossibilità del funzionamento del comando di emergenza. La situazione potrebbe risolversi utilizzando per il circuito di comando di emergenza un cavo resistente al fuoco (CEI 20-36). In questo circuito con il pulsante di emergenza può disalimentare un massimo di due bobine di sgancio a lancio di corrente.

Il comando di emergenza deve essere collocato in posizione facilmente accessibile, deve essere accessibile solo a personale addestrato, deve essere facilmente identificabile. Quando, per esigenze funzionali e operative non è possibile installare lo sgancio di emergenza in posizione accessibile solo a personale addestrato e questo risulta accessibile a chiunque, è necessario che sia racchiuso in custodia frangibile. In alternativa è possibile installare il comando all'interno del locale, in genere nelle immediate vicinanze dell'ingresso, segnalandone in maniera chiara il posizionamento.

La lampada, che quando è accesa segnala la continuità del circuito deve essere di colore verde perché questo colore indica che il sistema è sicuro (CEI 16-3).

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3736-rltq-.doc	00	02/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3736			
	Data 1° emissione: 06/2023			



Principali disposizioni normative inerenti gli edifici scolastici

Gli impianti elettrici non devono essere fonte di infortuni. Per infortuni s'intendono sia quelli rivolti verso la persona (fulminazioni dirette e indirette, scottature), sia quelli verso beni (incendi, danneggiamenti di apparecchiature, malfunzionamenti). Dovendo adeguare gli impianti elettrici relativi agli istituti scolastici, l'approccio nel valutare il corretto rapporto beneficio/costo deve essere necessariamente cautelativo, in quanto la componente danno introdotta da un impianto elettrico non sicuro è elevata per la presenza di un alto numero di persone. Lo stesso pensiero ha accompagnato l'attività del Normatore, in quanto esistono diverse leggi legate agli impianti elettrici negli istituti scolastici. Queste leggi, di seguito elencate, si sono prefissate lo scopo, già dal lontano 1955, di creare delle condizioni più sicure rispetto agli impianti elettrici tradizionali. Gli edifici scolastici oggetto della presente relazione rientrano nelle "Attività soggette al controllo dei Vigili del Fuoco modifica D.M. 16-02-1982" Tabella B n. 85 : Scuole di ogni ordine, grado e tipo, collegi, accademie e simili per oltre 100 persone presenti. Il Decreto Ministeriale 8 Marzo 1968 "Direttive sulle misure più urgenti ed essenziali di prevenzione incendi ai fini del rilascio del nullaosta provvisorio di cui alla Legge 7 Dicembre 1984 n. 818" richiama le seguenti disposizioni per gli impianti elettrici nelle attività soggette:

- a) realizzazione di un sistema di illuminazione di sicurezza per garantire una affidabile segnalazione delle vie di esodo e consentire un ordinato sfollamento;
- b) installazione di un interruttore generale munito di protezione contro le correnti di sovraccarico e di corto circuito installato in posizione segnalata, manovrabile sottocarico e atto a porre fuori tensione l'impianto elettrico dell'attività;
- c) protezione sul quadro di distribuzione delle linee principali con dispositivi contro le sovracorrenti;
- d) installazione di barriere tagliafiama quando le condutture elettriche attraversano solai o pareti, per i quali sono richiesti particolari requisiti di resistenza al fuoco;

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3736-rltg-.doc	00	02/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3736			
	Data 1° emissione: 06/2023			

e) adottare idonei provvedimenti al fine di evitare che l'impianto elettrico sia causa di innesco di eventuali materiali esplosivi presenti.

Il D.M. 18-12-1975 "Norme tecniche relative all'edilizia scolastica" richiede le seguenti caratteristiche:

- Illuminazione dei locali tale da assicurare agli alunni il massimo del conforto visivo con i seguenti requisiti:

- a) livello di illuminazione adeguato
- b) equilibrio delle luminanze
- c) protezione dai fenomeni di abbagliamento
- d) prevalenza della componente diretta su quella diffusa soprattutto nel caso di illuminazione artificiale.

I valori minimi dei livelli di illuminamento naturale ed artificiale debbono essere, ai sensi del D.M. 18-12-1975:

Sul piano dei tavoli, negli spazi per il disegno, il cucito, ecc	Lux 300
Sulle lavagne e sui cartelloni	Lux 300
Sul piano di lavoro negli spazi per lezione, studio, lettura, laboratori e negli uffici	Lux 200
Negli spazi per riunioni, per ginnastica, ecc. misurati su un piano ideale posto a 0,60 m. dal pavimento	Lux 100
Nei corridoi, scale, servizi igienici, atri, spogliatoi, ecc misurati su un piano ideale posto a 1,00 m dal pavimento	Lux 100

I livelli di illuminamento naturale ed artificiale debbono essere, ai sensi della norma UNI EN 12464-1 (2021) a cui si rimanda ai capitoli precedenti.

Tutti gli edifici dovranno essere muniti di impianto per la protezione dai fulmini.

Nel caso risultasse autoprotetta l'intera struttura, a seguito calcolo delle probabilità di fulminazione secondo le modalità della Norma CEI 81-10, non esiste obbligo di realizzazione dell'impianto suddetto.

Le sorgenti luminose di illuminazione artificiale dovranno essere opportunamente protette dai pericoli derivanti da urti, vibrazioni, vapori, esalazioni corrosive, ecc.

Il Decreto del Ministro dell'Interno 26 Agosto 1992 "Norme di prevenzione incendi per l'edilizia scolastica" fornisce le seguenti disposizioni:

- Scuole di tipo 0 con numero di presenze contemporanee fino a 100 persone;
- Scuole di tipo 1 con numero di presenze contemporanee da 101 a 300 persone;
- Scuole di tipo 2 con numero di presenze contemporanee da 301 a 500 persone;
- Scuole di tipo 3 con numero di presenze contemporanee da 501 a 800 persone;
- Scuole di tipo 4 con numero di presenze contemporanee da 801 a 1200 persone;
- Scuole di tipo 5 con numero di presenze contemporanee oltre le 1200 persone.

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3736-rltg-.doc	00	02/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commissa: 3736			
	Data 1° emissione: 06/2023			

Ogni scuola deve essere munita di interruttore generale, posto in posizione segnalata, che permetta di togliere tensione all'impianto elettrico dell'attività; tale interruttore deve essere munito di comando di sgancio a distanza, posto nelle vicinanze dell'ingresso o in posizione presidiata.

L'alimentazione dell'impianto di sicurezza deve potersi inserire anche con comando a mano posto in posizione conosciuta dal personale. L'autonomia della sorgente di sicurezza non deve essere inferiore ai 30 minuti. Sono ammesse singole lampade o gruppi di lampade con alimentazione autonoma. Il dispositivo di carica degli accumulatori, qualora impiegati, deve essere di tipo automatico e tale da consentire la ricarica completa entro 12 ore.

Le scuole devono essere dotate di un impianto di diffusione sonora e/o impianto di allarme. Per le scuole di tipo 3, 4 e 5 deve essere previsto un sistema di altoparlanti. Il sistema di allarme deve avere il suo comando in locale costantemente presidiato durante il funzionamento della scuola e per le scuole di tipo 0-1-2 è accettato l'uso dei normali campanelli (senza la necessità di impiego di altoparlanti) purchè venga convenuto un particolare suono. La normativa attuale richiede nelle scuole livelli di illuminamento più elevati, migliori gradi di protezione delle componenti elettriche e altro ancora, in funzione del maggior livello tecnologico raggiunto dall'impiantistica. Un adeguamento ai sensi del D.M. N. 37 del 22 gennaio 2008 non richiede di più di quanto veniva già richiesto dalle leggi sopra menzionate. La normativa elettrica evolve, ma un impianto elettrico non può essere modificato ogni volta che varia una norma. E' chiaro, pertanto, che l'adeguamento minimo degli impianti elettrici deve conformarsi a quanto richiesto per legge al tempo della costruzione dell'impianto stesso.

Scelta dei materiali in relazione al rischio d'incendio

Dovranno essere utilizzati i seguenti materiali in relazione al rischio d'incendio:

- passerelle portacavi per distribuzione principale in metallo o in vetroresina;
- cavi per distribuzione principale e secondaria non propaganti l'incendio (CEI 20-22/II);
- cavi per impianti di sicurezza (che funzionano anche in caso d'incendio), resistenti al fuoco (CEI 20-36);
- canaline, morsettiere, cassette, scatole, coperchi, custodie, supporti, fascette, etichette e quant'altro realizzati in materiale plastico autoestinguente; con l'eventuale sola eccezione dei componenti totalmente incassati in pareti di muratura o in pareti di materiale incombustibile.
- All'interno dei quadri elettrici:
 - involucri e strutture di sostegno completamente metallici, ad eccezione dei piccoli quadretti a parete realizzati in materiale plastico autoestinguente;
 - cablaggi interni realizzati con cavi non propaganti l'incendio (norma CEI 20-22/III);
 - cablaggi ausiliari soggetti a surriscaldamento in caso di guasto (voltmetrici e/o amperometrici) protetti contro il gocciolamento dell'isolante mediante calze in materiale siliconico;
 - canaline, morsettiere, custodie di apparecchi e di strumenti, fascette, etichette e quant'altro realizzati in materiale plastico autoestinguente.

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3736-rltg-.doc	00	02/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3736			
	Data 1° emissione: 06/2023			

In corrispondenza di tutti i punti in cui le condutture degli impianti elettrici e speciali attraversano le delimitazioni dei componenti tagliafuoco devono essere installati dei setti tagliafuoco di tipo certificato atti a ripristinare la resistenza prescritta per il compartimento.

Tutte le prescrizioni sopra elencate valgono anche, in quanto applicabili, per gli impianti speciali.

Scelta dei sistemi di alimentazione dei servizi di sicurezza

Per servizi di sicurezza s'intendono:

- impianti d'illuminazione di sicurezza;
- apparecchiature dell'impianto antincendio;
- sistemi di rilevazione e allarme incendio.

Per gli impianti d'illuminazione di sicurezza verranno utilizzati dei gruppi soccorritori con inverter elettronico, batterie nickel-cadmio installate in apposite lampade d'emergenza o all'interno delle plafoniere d'illuminazione ordinaria. Il circuito di ricarica dovrà avere un tempo di ricarica inferiore alle 12 ore e il sistema di batterie dovrà garantire un'autonomia a pieno carico non inferiore ad un'ora. Un sistema di controllo a led verificherà il corretto funzionamento degli organi interni delle plafoniere in oggetto.

L'impianto di allarme incendio sarà gestito da una centralina "convenzionale" con tensione di uscita a 24Vcc. Le apparecchiature saranno alimentate direttamente dalla centrale di gestione dell'impianto. La centrale sarà provvista di batterie per il funzionamento in mancanza della tensione ordinaria.

Sarà inoltre prevista l'installazione di un alimentatore supplementare dotato anch'esso di apposite batterie.

Modalità di effettuazione dei comandi di emergenza:

Il circuito di sgancio agirà tramite pulsante d'emergenza (posto in apposita scatola con vetro a rompere), sulla bobina di apertura alimentata a valle dell'interruttore generale da sganciare; la bobina sarà protetta tramite apposito sezionatore con fusibili o interruttore automatico magnetotermico. I pulsanti di sgancio d'emergenza dovranno essere a doppio isolamento e dotati di segnalazione luminosa a LED, per la verifica dell'integrità del circuito. I soli circuiti di collegamento dei comandi in emergenza saranno da collegare tramite cavi di tipo resistente al fuoco (norma CEI 20-36).

I comandi di emergenza per la messa fuori servizio dell'impianto elettrico sono i seguenti:

- Sgancio generale, che toglie tensione a tutto l'impianto utilizzatore con l'eccezione dei circuiti di illuminazione di sicurezza e delle pompe a servizio dell'impianto antincendio; questo sgancio sarà comandato da un unico pulsante sotto vetro, ubicato dove riportato nella tavola di progetto.
- Sganci dei circuiti di alimentazione della centrale termica, ubicato in corrispondenza dell'ingresso.

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3736-rltq-.doc	00	02/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3736			
	Data 1° emissione: 06/2023			

Impianto trasmissione dati e telefono (cablaggio strutturato)

Generalità:

L'esigenza di poter comunicare in modo sempre più rapido ed affidabile, attribuisce al settore delle comunicazioni un ruolo primario nel panorama socio-economico. Il continuo e repentino perfezionarsi della tecnologia dell'informazione e la nascita di piattaforme multimediali nonché applicazioni e-Business sono solo alcuni degli indicatori più rappresentativi di questo fenomeno. La necessità di poter condividere dati, informazioni, risorse è alla base di attività professionali che prevedono un radicale cambiamento del concetto stesso di lavoro. Disporre di un efficiente sistema di comunicazione è perciò una risorsa di primaria importanza, sia come ottimizzazione del lavoro sia come valorizzazione dell'immobile stesso. In questo panorama, la rete di comunicazione è il mezzo utilizzato per "collegare" utenti a risorse e servizi centralizzati, resi tali per contenere i costi e per agevolare lo scambio di dati.

In passato con il termine di sistema di comunicazione ci si riferiva unicamente alle reti telefoniche. Oggi questa classificazione non è più veritiera dato che alla fonia si è aggiunta una sempre più massiccia trasmissione di dati. Le caratteristiche di veicolazione dei dati (velocità, affidabilità, sicurezza, ecc.), sostanzialmente differenti dalla pura telefonia, prevedono reti ad alte prestazioni realizzate con riferimento agli standard esistenti.

Gli aspetti peculiari di queste reti possono essere riassunti nei seguenti punti:

- fornire una soluzione versatile e riconfigurabile, in funzione degli ambienti.
- fornire un cablaggio che possa rispondere ad esigenze attuali e future.

Questo cablaggio deve essere paragonato all'impianto elettrico e prende il nome di **cablaggio strutturato**.

Cablaggio strutturato

Il cablaggio strutturato è **un'infrastruttura per la trasmissione** di segnali all'interno di aree limitate; si tratta perciò di un impianto tecnologico di edificio, dedicato alle reti locali. Costituisce infatti la parte terminale di distribuzione di quei servizi che arrivano dall'esterno (rete telefonica, Internet, collegamenti remoti) oppure dei servizi generati all'interno on i server di rete LAN.

Il cablaggio strutturato è l'insieme di tutti i componenti passivi (cavi connettori, armadi ecc.) necessari alla realizzazione di una rete informatica (LAN). Nella maggioranza delle applicazioni, è destinato alla distribuzione dei due segnali fondamentali per il funzionamento di un edificio: fonia e trasmissione dati (rete informatica). In questo modo si rende possibile modificare la logistica della stazione o l'erogazione del servizio alla presa utente semplicemente mediante un'operazione di gestione, riducendo al minimo gli spostamenti (di persone o macchine) e minimizzando i costi e i tempi legati a questa operazione. Il cablaggio risulta inoltre modulare, facilmente espandibile senza limiti strutturali dati dalla dimensione dell'impianto e agevolmente integrabile con altri sistemi preesistenti che utilizzano altri mezzi di trasmissione. Il cablaggio strutturato, per sfruttare appieno le potenzialità che offre ed essere definito tale, deve rispettare le regole imposte dalle normative: architettura e topologia, mezzi trasmissivi e loro caratteristiche, prestazioni del cablaggio. Deve essere costituito da un insieme di componenti, tutte certificate e garantite dal costruttore, che formino un sistema anch'esso certificabile ed in grado di fornire prestazioni conosciute, nel rispetto delle normative vigenti.

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3736-rltq-.doc	00	02/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commissa: 3736			
	Data 1° emissione: 06/2023			

Gli aspetti normativi

Le normative che riguardano il cablaggio strutturato, ripartite per ambiti territoriali, sono:

- Norma ISO/IEC 11801 : è lo standard internazionale per il cablaggio per telecomunicazioni; in questo standard si definisce un generico sistema di cablaggio che è indipendente dal tipo di applicazione e compatibile con i componenti di cablaggio (di differenti costruttori) rispondenti a tale standard;
- Norma EIA/TIA 568B è lo standard americano per il cablaggio per telecomunicazioni in edifici commerciali; in questo standard si definisce un generico sistema di cablaggio per le telecomunicazioni che dovrà supportare un ambiente multi-prodotto e multi-fornitore installato in edifici commerciali;
- Norma EN50173 è lo standard Europeo per un generico cablaggio per telecomunicazioni; questo standard deriva dalla norma ISO/IEC 11801, da cui del resto differisce in modo minimo.

Le evoluzioni normative

Nell'anno 2002 sono state pubblicate due nuove norme:

- Norma EIA/TIA 568B in cui si definisce la categoria 6; questa nuova categoria utilizza una banda passante di 250Mhz
- Norma EN50173-1 in cui si definiscono le prestazioni installative generali.

La categoria attesta le caratteristiche trasmissive del singolo componente, escludendo il contesto installativo;

La classe, invece, è riferita alle prestazioni di ogni singola linea (Link).

VELOCITÀ DI TRASMISSIONE	CATEGORIA	CLASSE	ISO/IEC 11801	EIA/TIA 568A	EN 50173
fino a 100 KHz	1 ⁽¹⁾	A	• ⁽²⁾	•	• ⁽²⁾
fino a 1 MHz	2 ⁽¹⁾	B	• ⁽²⁾	•	• ⁽²⁾
fino a 16 MHz	3 ⁽¹⁾	C	•	•	•
fino a 20 MHz	4		•	•	
fino a 100 MHz	5	D	•	•	•
	5e	D 2000	•	•	•
fino a 250 MHz	6	E		•	
fino a 600 MHz	7*	F*		•	
2 GHz	Fibra ottica	Ottica	•	•	•

* Classificazioni contenute in proposte normative non ancora approvate.

- 1) Trasmissione dati a bassa velocità e/o fonia;
- 2) Non considerano le categorie 1 e 2, ammettono però le classi A e B.

Principali componenti del cablaggio strutturato

I principali componenti del cablaggio strutturato si dividono in componenti passivi e componenti attivi.

I componenti passivi da installare dal punto utenza verso l'armadio sono:

- Bretelle di collegamento (patch cord) dalla placca utente alle apparecchiature site nelle postazioni di lavoro;
- Connettori (uno per ciascun apparato collegato) contenuti nella placca utente. I connettori dovranno essere del tipo RJ45 a 8 contatti, con possibilità di inserimento connettori RJ11 telefonici, di tipo non schermato, per cablaggi in rame o del tipo ST/SC o nuovi modelli (VF-45, ecc.) per cablaggi in fibra ottica;
- Cavi orizzontali di collegamento, la cui lunghezza non deve superare i **90 m** (per cablaggi in rame), i **2000 m** (per

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3736-rltq-.doc	00	02/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commissa: 3736			
	Data 1° emissione: 06/2023			

cablaggi in fibra multimodale) **3000 m** per i cablaggi in fibra monomodale), da ciascun connettore all'interno della placca utente all'armadio di piano, si utilizzeranno cavi UTP categoria 6;

- Connettori all'interno del nodo di piano, sui quali si attestano i cavi di collegamento orizzontali;
- Pannelli di permutazione che alloggiano i connettori. Sono denominati anche **pannelli utenti** poiché ciascuna presa su di essi corrisponde ad una presa lato utenti; i cordoni di permutazione (patch cords), che collegano i pannelli utenti ai punti di arrivo dei servizi sull'armadio di piano (pannelli di **dorsale telefonica o apparati attivi** di rete).
- Armadio/quadro di distribuzione di piano;
- Armadio/quadro di distribuzione di edificio.

I componenti passivi da installare dal punto utenza verso l'armadio sono:

- Dispositivi di rete con HUB e SWITCH (concentratori su cui fanno capo tutti i nodi della rete).

La connessione dei servizi presenta alcune differenze, a seconda che si tratti di telefonia o di trasmissione dati (rete LAN). La **connessione telefonica** è realizzata mediante la permutazione tra due pannelli passivi, il pannello utenti e il pannello di dorsale telefonica, sulle prese del quale si attestano i collegamenti corrispondenti agli interni che devono essere distribuite. Ogni connettore sul pannello di dorsale rappresenta un numero telefonico, ogni connettore sul pannello utenti rappresenta un apparecchio telefonico.

La **connessione dati** è realizzata invece mediante la permutazione tra un pannello utenti passivo e un apparato attivo, che ha il compito di smistare "i pacchetti" di dati sulla rete informatica, mettendo in comunicazione le apparecchiature terminali collegate alle utenze.

Ogni porta dell'apparato attivo (hub o switch) avrà il compito di gestire un personal computer o una stampante.

Il **Basic Link** è definito come la parte del cablaggio installato che va dalla presa utente al pannello utenti di attestazione dei cavi di distribuzione orizzontale. È quella tratta di collegamento che può essere definita come "permanente".

Il **Channel** comprende, in aggiunta al Basic Link, la bretella di collegamento alla stazione di lavoro e il patch cord per la connessione dei servizi all'interno dell'armadio. Tiene quindi anche conto delle componenti variabili del sistema (i cordoni di permutazione). Secondo le norme di riferimento, Basic Link e Channel sono le parti di cablaggio da collaudare. Il test va effettuato con gli strumenti da campo, che verificano la rispondenza del sistema ai parametri imposti dagli standards, impostati con la scelta delle prestazioni da collaudare.

Infrastrutture per il cablaggio

Per la realizzazione di un cablaggio strutturato ad elevate prestazioni, oltre alla qualità propria dei componenti, è indispensabile garantire una corretta installazione di tutti i componenti. Le infrastrutture dei cablaggi secondo lo standard EIA/TIA 569 da cui deriva la proposta Europea EN 50174-2 richiedono la predisposizione di opere edilizie adeguate:

- spazi dedicati per l'installazione degli armadi;
- canalizzazioni per il cablaggio di dorsale;
- canalizzazioni per il cablaggio orizzontale.

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3736-rltq-.doc	00	02/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commissa: 3736			
	Data 1° emissione: 06/2023			

Le canaline, condotti o tubi devono terminare in spazi (scatole di derivazione) sufficientemente ampi da permettere la posa dei cavi senza curvarli troppo (non si devono realizzare curve il cui raggio interno sia inferiore a 6 volte o 10 volte per diametri superiore ai 50 mm, il diametro interno del tubo).

I cavi non devono essere sottoposti a raggi di curvatura troppo accentuati, ed in particolare:

$R_{min} = 8 \times d$ durante l'installazione;

$R_{im} = 4 \times d$ in esercizio;

dove: R_{min} = Raggio minimo di curvatura;

d = diametro esterno del cavo

La forza massima di tiro dei cavi, durante la fase di posa, non deve superare i valori forniti dal costruttore.

Nella seguente tabella è possibile visualizzare il numero massimo dei cavi che possono passare in una tubatura in funzione dei diametri secondo la Norma EN 50174-2:

DIAMETRO DEL TUBO (mm)	DIAMETRO DEI CAVI (mm)									
	3.3	4.6	5.6	6.1	7.4	7.9	9.4	13.5	15.8	17.8
15.8	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
20.9	6	5	4	3	2	2	1	0	0	0
26.6	8	8	7	6	3	3	2	1	0	0
35.1	16	14	12	10	6	4	3	1	1	1
40.9	20	18	16	15	7	6	4	2	1	1
52.5	30	26	22	20	14	12	7	4	3	2
62.7	45	40	36	30	17	14	12	6	3	3
77.9	70	60	50	40	20	20	17	7	6	6
90.1							22	12	7	6
102.3							30	14	12	7

Le distanze minime che i cavi per trasmissione dati devono mantenere dai cavi energia, onde minimizzare gli effetti dovuti a disturbi elettromagnetici, sono in funzione del tipo di cavo, della potenza trasportata e del tipo di canalizzazione utilizzata e sono riportate nella seguente tabella:

CAMPO DI APPLICAZIONE	2 kVA - 500 V		
	Senza separatore	Con separatore non metallico	Con separatore metallico
Cavo alimentazione non schermato Cavo dati non schermato	200 mm	100 mm	50 mm
Cavo alimentazione non schermato Cavo dati schermato	50 mm	20 mm	5 mm
Cavo alimentazione schermato Cavo dati non schermato	30 mm	10 mm	2 mm
Cavo alimentazione schermato Cavo dati schermato	0 mm	0 mm	0 mm

E' inoltre necessario limitare sulla terminazione la parte del cavo non ritorta (sbinatura). Per evitare declassamenti delle prestazioni del sistema, tutti i componenti passivi devono essere almeno della stessa categoria del cavo o superiore.

Principali caratteristiche prestazionale e fisiche dei mezzi trasmissivi

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3736-rltg-.doc	00	02/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commissa: 3736			
	Data 1° emissione: 06/2023			

I mezzi trasmissivi elettrici prevedono cavi in rame e quelli normalmente utilizzati nel cablaggio strutturato sono di tipo a 4 coppie ritorte (twisted pair). I formati più utilizzati sono 24 o 22 AWG per il cavo posato ed in genere 24 AWG per i cordoni di permutazione. AWG (American Wire Gage) è una scala per misurare la dimensione di ogni singolo conduttore; ad ogni incremento di AWG corrisponde una diminuzione del diametro.

AWG	mm (Ø)	mm²
22	0.6438	0.3255
23	0.5733	0.2582
24	0.5106	0.2047
25	0.4547	0.1624
26	0.4049	0.1288

Attenuazione

E' la riduzione d'ampiezza del segnale di uscita rispetto a quello in ingresso al cavo. Il valore di attenuazione (in dB) cresce linearmente con la lunghezza del cavo e con la radice quadrata della frequenza.

La modalità di contenimento dell'attenuazione dei cavi è quella di usare isolanti espansi; in questo modo la presenza di aria ne riduce la capacità e quindi il livello di attenuazione.

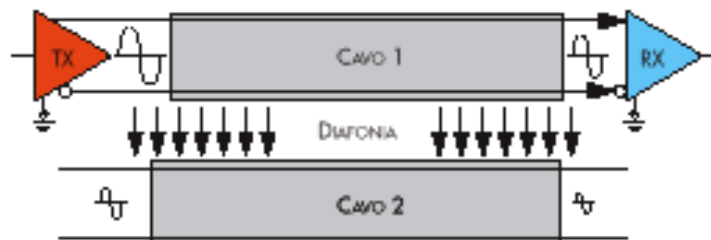


Diafonia (cross talk)

Due circuiti elettricamente separati ed adiacenti, si possono influenzare per effetto di mutua induzione, creando così un disturbo al segnale trasmesso. La diafonia è la misura di questo disturbo.

Next

Il next è un segnale di disturbo che si induce all'inizio di una coppia quando viene generato un segnale all'inizio della coppia adiacente.



STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3736-rltq-.doc	00	02/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commissa: 3736			
	Data 1° emissione: 06/2023			

Impedenza del cavo

L'impedenza del cavo è l'insieme di resistenza, induttanza e capacità ed è un parametro elettrico caratteristico che deve rimanere costante lungo tutta la lunghezza del cavo. Variazioni d'impedenza comportano riflessioni di segnale, attenuazione ed interferenze. Le cause che possono modificare l'impedenza del cavo possono essere quasi interamente da imputare ad una cattiva installazione, stiramenti e schiacciamenti con conseguente modifica della geometria del cavo.

Schermatura

I cavi (principio applicabile anche per altri componenti) possono essere protetti da uno schermo metallico che assicuri maggiore immunità ai disturbi elettromagnetici, riduzione dell'emissione di radiodisturbi e riduzione della diafonia (se applicato a singole coppie).

Binatura (twistatura)

La binatura del cavo è quel procedimento per cui le coppie di conduttori vengono ritorte tra loro. I conduttori componenti la singola coppia sono ritorti, le coppie vengono ritorte tra loro con passi di twistatura variabile.

Con la binatura eventuali disturbi di natura elettromagnetica vengono indotti sui singoli conduttori in modo uguale e contrario, favorendo così l'eliminazione stessa del disturbo.



I principali tipi di doppino presenti sul mercato sono:

– UTP (Unshielded Twisted Pair), cavo non schermato ($Z=100\Omega$)

Questo cavo esiste in differenti formati, e precisamente:

- a una e due coppie per utilizzo telefonico
- a quattro coppie per utilizzo nel cablaggio strutturato
- a multicoppie per dorsali fonia o dorsali dati a media/bassa velocità

FTP (Foiled Twisted Pair), cavo con schermo in foglio di alluminio ($Z=100\Omega$)

Questo cavo esiste in due differenti tipologie

- a quattro coppie per utilizzo nel cablaggio strutturato
- a multicoppie generalmente utilizzato per le dorsali fonia



STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3736-rltq-.doc	00	02/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3736			
	Data 1° emissione: 06/2023			

S-FTP (Shielded-Foiled Twisted Pair)

Cavo a quattro coppie singolarmente schermate in foglio di alluminio più schermo globale in calza di rame. Questo tipo di cavo pur offrendo ottime protezioni di schermatura e di diafonia, presenta un costo elevato e difficoltà a essere intestato sui connettori RJ45



I codici colore

Le singole coppie di un cavo in rame, numerate da 1 a 4 sono identificate dai seguenti colori:

coppia 1 >> bianco/blu - blu

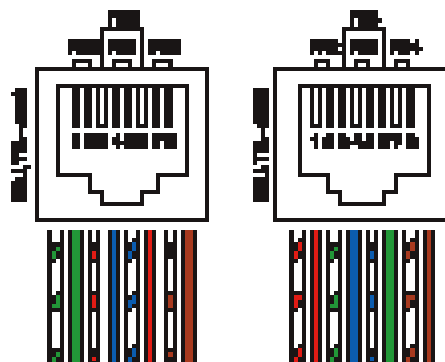
coppia 2 >> bianco/arancio - arancio

coppia 3 >> bianco/verde - verde

coppia 4 >> bianco/marrone - marrone

La normativa permette due possibili schemi di connessione delle coppie e precisamente T568A e T568B che differiscono nell'inversione delle coppie 2 e 3.

In ogni impianto lo schema di connessione deve essere collegato in modo univoco T568A o T568B. Non sono ammesse soluzioni miste.

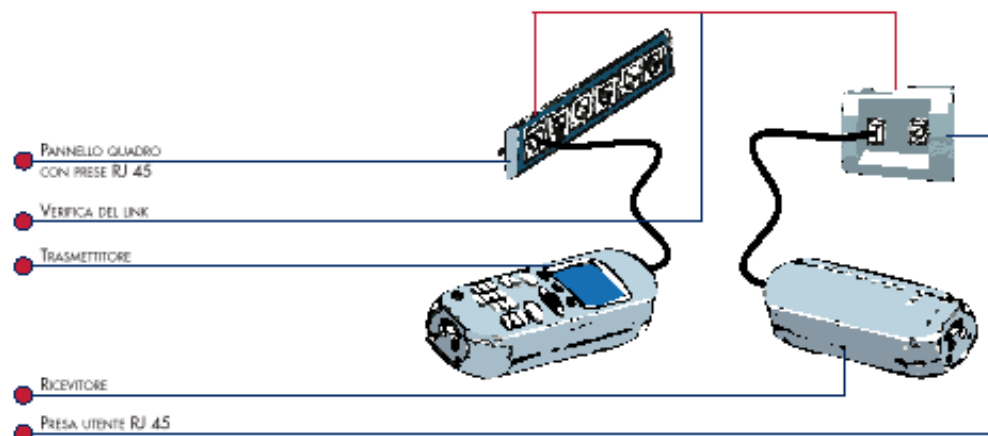


Rappresentazione della disposizione delle coppie sui pin frontali della presa, nelle due tipologie di cablaggio.

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3736-rltq-.doc	00	02/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3736			
	Data 1° emissione: 06/2023			

Test e certificazione

Lo scopo della certificazione del cablaggio è quello di verificare la conformità dell'intero sistema agli standard. Le procedure di certificazione prevedono l'esecuzione di TEST di prova sull'impianto completamente installato; l'obiettivo di questa operazione è di stabilire la CLASSE dell'impianto. È necessario scegliere il test di riferimento in funzione delle caratteristiche dei materiali impiegati. Gli strumenti di misura da utilizzare per queste verifiche sono generalmente in formato palmare, composti da due parti: l'elemento ricevente e la parte trasmittente:



A fine lavori dovranno essere verificati i seguenti parametri:

- **Mappatura**
- **Resistenza di loop**

Resistenza elettrica della coppia;
Indica la resistenza di ciascuna coppia considerando andata e ritorno.
- **Lunghezza**

La lunghezza massima di un Basic Link è di 90 metri, la limitazione di lunghezza del Basic Link serve a consentire l'installazione di cavi, permutatori e cavetti per un massimo di 10m, cosicché la lunghezza totale di Channel rispetti la specifica di 100m;
- **Impedenza**

Insieme di resistenza, induttanza e capacità;
Indica la caratteristica propria di ciascuna coppia.
- **Paradiafonia o Next**

Trasferimento per accoppiamento di un segnale da un circuito ad un altro adiacente;
Indica il disturbo immesso sulla linea.
- **Attenuazione (dB)**

Rapporto tra la potenza del segnale all'estremità di un cavo e quella misurata all'altra estremità misurata in decibel (dB), indica la perdita del segnale trasmesso;
- **ACR (Attenuation to Crosstalk Ratio)**

Differenza tra paradiafonia e attenuazione;
Indica quanto è più intenso il segnale ricevuto rispetto al disturbo introdotto.

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3736-rltq-.doc	00	02/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3736			
	Data 1° emissione: 06/2023			

Return Loss (Attenuazione di riflessione)

Misura di tutte le riflessioni causate da disadattamenti d'impedenza in qualsiasi punto del link espressa in decibel (dB) Valore di segnale riflesso;

Indica la perdita di segnale dovuta alla irregolarità del mezzo trasmissivo.

Nel testing si rilevano anche gli eventuali errori nel cablaggio, come:

- Errori di continuità dovuti ad uno o più pins aperti, causati da un accoppiamento connettore filo che non combacia oppure spina difettosa o filo interrotto, pin corto, causato dal cavo danneggiato oppure dal contatto di un filo su un connettore, pin scambiati, causa fili invertiti nel connettore;
- Errori di lunghezza del cablaggio;
- Errori di Next, causati da connettori non adeguati o di scarsa qualità, troppi connettori, terminazioni scadenti;
- Errori di impedenza, causati da danni al cavo per compressione, stiramento o eccessiva piegatura;

Per ottenere una più "sicura" certificazione dell'impianto è auspicabile utilizzare componenti del medesimo costruttore, in questo modo si eliminano problemi di compatibilità o di eventuali declassamenti dovuti a differenze prestazionali. Al termine dei lavori l'installatore, a tutela del committente rilascia una dichiarazione (chiamata generalmente "certificazione") in cui attesta che l'impianto realizzato risponde ai requisiti definiti nelle norme tecniche. L'esito positivo dei test garantisce che l'impianto soddisfa i requisiti di trasmissione di una determinata categoria.

Documentazione finale

Al termine dei lavori sull'impianto elettrico la ditta installatrice dovrà rilasciare la seguente documentazione:

• Dichiarazione di conformità relativa agli interventi eseguiti completa degli allegati obbligatori (iscrizione alla camera di commercio, elenco marche utilizzate, ecc.)
• Libretti di uso e manutenzione relative alle apparecchiature installate e libretti di garanzia delle apparecchiature installate,
• Disegni "AS BUILT" a fine lavori completo dei disegni planimetrici, degli schemi elettrici dei quadri e di tutta la documentazione necessaria facente parte il progetto redatta in triplice copia in formato cartaceo
• Certificazione CE dei quadri elettrici installati con stesura dell'apposito documento di prova e fascicolo tecnico indicante le prove di tipo, il collaudo, il calcolo della sovratemperatura (ove richiesto) secondo le normative vigenti
• Registro delle verifiche iniziali relativo agli impianti realizzati e/o modificati (con relativo svolgimento delle verifiche iniziali e delle prove strumentali previste, quali resistenza di terra, prove di isolamento, prove di intervento differenziali, prove di continuità, ecc)
• Un verbale redatto a computer con programma di videoscrittura per eseguire le verifiche periodiche ai sensi delle leggi e normative vigenti. Suddetto verbale dovrà essere consegnato in formato cartaceo ed informatico.
• Un verbale redatto a computer con programma di videoscrittura per eseguire le manutenzioni degli impianti elettrici in funzione delle apparecchiature installate (impianti di forza motrice, luce ed impianti speciali). Suddetto verbale dovrà essere consegnato in formato cartaceo ed informatico.

Il tutto dovrà essere consegnato in apposita busta o contenitore rigido.

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3736-rltg-.doc	00	02/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3736			
	Data 1° emissione: 06/2023			

CAP. 4 IMPIANTO DI TERRA E COLLEGAMENTI EQUIPOTENZIALI.

Definizioni:

Conduttore di protezione "PE"

Conduttore prescritto per alcune misure di protezione contro i contatti indiretti per il collegamento di alcune delle seguenti parti: masse, masse estranee, collettore (o nodo) principale di terra. La sezione dei conduttori di protezione sarà determinata come descritto al capitolo 54 della Norma CEI 64-8.

Si dovrà comunque tenere conto che ogni conduttore di protezione che non faccia parte delle condutture di alimentazione in ogni caso non sia inferiore a:

- 2,5 mmq se è prevista una protezione meccanica;
- 4 mmq se non è prevista una protezione meccanica.

Conduttore di terra "CT"

Conduttore di protezione che collega il collettore principale di terra (o nodo) al dispersore o i dispersori tra loro. Il conduttore di terra deve essere conforme alle sezioni minime indicate per i conduttori di protezione, ed inoltre deve essere in accordo con la tabella 54A della Norma CEI 64-8.

Conduttore equipotenziale principale "EQP" e supplementare "EQS"

Conduttore destinato ad assicurare il collegamento equipotenziale. I conduttori equipotenziali principali avranno una sezione minima non inferiore a metà di quella del conduttore di protezione maggiore, con un minimo di 6 mmq.

Le masse estranee più comuni che dovranno essere collegate alla barra di terra principale sono:

- le tubazioni dell'acqua;
- le tubazioni del riscaldamento;
- le tubazioni del gas;
- le tubazioni dell'aria compressa.

Dispersori

I dispersori intenzionali possono essere costituiti da:

- tondi, profilati, tubi;
- nastri, corde;
- piastre;
- conduttori posti nello scavo di fondazione.

I dispersori di fatto possono essere costituiti da:

- ferri di armatura nel calcestruzzo incorporato nel terreno;
- tubazioni metalliche dell'acqua, purché siano soddisfatte le condizioni dell'articolo 542.2.5 CEI 64-8;
- altre strutture interrate adatte allo scopo (pozzi metallici, tubazioni interrate, ecc.)

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3736-rltq-.doc	00	02/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3736			
	Data 1° emissione: 06/2023			

Il tipo e la profondità di posa dei dispersori deve essere tale che eventuali fenomeni di congelamento o essiccamento del terreno non varino in modo rilevante il valore della resistenza di terra. La dimensione minima e la natura dei dispersori devono rispettare le tabelle 542.2.3 e 542.2.4 CEI 64-8.

Coordinamento con le protezioni differenziali

Vengono di seguito riportate le indicazioni per consentire un corretto coordinamento con le protezioni differenziali contro i contatti indiretti.

L'impianto di terra e l'equipotenzializzazione delle masse, costituiscono un valido mezzo per la protezione contro i contatti indiretti, cioè contatti con parti metalliche normalmente non in tensione ma che potrebbero esserlo per cedimento dell'isolamento principale o per guasto meccanico.

Queste parti metalliche (carpenterie dei quadri, carcasse di macchine elettriche, passerelle portacavi ecc.) vengono a tal scopo collegate all'impianto di terra per evitare che possano assumere un potenziale diverso da quello del terreno.

L'impianto in questione dovrà rispondere alle specifiche contenute nella Norma CEI 64-8. Dovendo coordinare l'impianto di terra con i dispositivi di intervento per la sicurezza elettrica contro i contatti indiretti (in questo caso gli interruttori differenziali), è necessario calcolare il valore massimo di resistenza che l'impianto dovrà possedere per permettere il corretto funzionamento delle protezioni. Per gli impianti TT la Norma CEI 64-8 prevede l'eliminazione di tensioni sulle masse superiori a 50 V (art. 413.1.4.2).

Da ciò si deriva che, essendoci la necessità di coordinare le protezioni differenziali con l'impianto di terra ed essendo 1A la più alta corrente di intervento differenziale si ricava che la resistenza di terra non dovrà superare il valore di:

$$R_t \leq 50 \text{ V} / 1 \text{ A}$$

$$R_t \leq 50 \text{ ohm}$$

Misura della resistenza dell'impianto di terra

La misura del valore della resistenza di terra risulta necessaria per verificare la protezione contro i contatti indiretti; essa dovrà essere fatta al termine dei lavori. Nel caso la misura del valore della resistenza di terra fornisca un risultato superiore a quello massimo ammesso sarà necessaria l'integrazione dell'impianto con altri dispersori per abbassarne la resistenza.

Descrizione impianto di terra:

Il nuovo impianto di terra viene riportato nella tavola di progetto.

L'impianto di terra dovrà essere realizzato in concomitanza ai lavori di muratura e, più precisamente, al termine della realizzazione dello scavo di fondamento. Verrà realizzato con corda di rame di sezione 50 mmq interrata ed integrata con picchetti in acciaio ramato di diametro 18 mm e lunghezza 1,5 m. All'impianto di terra verranno collegati i plinti di fondazione e la rete elettrosaldata utilizzata per realizzare la pavimentazione. Il collegamento in questione, realizzato con morsetti che stringono il metallo vivo o con saldatura forte, permetterà una miglior distribuzione del potenziale di terra in caso guasto a massa ed un minor valore della resistenza dell'impianto di terra. Questi conduttori verranno affrancati sulla barra con capicorda e bullone, mentre sulla massa estranea verrà utilizzato un morsetto fissato sul metallo vivo.

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3736-rltg-.doc	00	02/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commissa: 3736			
	Data 1° emissione: 06/2023			

Il collegamento dovrà essere realizzato il più vicino al punto in cui la massa entra nel volume da proteggere.

I ferri di armatura vengono considerati dalle Norme vigenti come dispersori di fatto e, come tali, collegati all'impianto di terra con un conduttore avente le caratteristiche riportate nelle Norme CEI 64-8. L'impianto di terra così realizzato farà capo ad una barra equipotenziale posta nel quadro elettrico generale ed il collegamento verrà realizzato con un conduttore in rame, di sezione 50 mmq e isolato in PVC (FS17) colore giallo/verde.

Dalla barra partiranno tutti i conduttori di protezione alle singole utenze.

La sezione del conduttore di protezione sarà uguale a quella di fase per linee con sezione fino a 25 mmq.

Per sezioni superiori il PE avrà una sezione pari o superiore al 50% della sezione di fase.

Collegamenti equipotenziali:

Tutte le masse estranee entranti nell'edificio, dovranno essere collegate alla barra equipotenziale utilizzando conduttori di rame isolati in PVC tipo FS17. Dalla barra equipotenziale posata in prossimità del quadro elettrico principale, partiranno i conduttori per collegare all'impianto di terra tutte le tubazioni dell'acqua e del metano per la realizzazione di collegamenti equipotenziali delle masse e supplementari richiesti dalla Norma CEI 64-8. I collegamenti equipotenziali alle tubature dell'acqua e metano saranno realizzati con conduttori FS17 sezione 16 mmq di colore giallo/verde. Le giunzioni dovranno essere conformi a quanto prescritto dalle Norme CEI 64-8. Le nuove giunzioni dovranno essere eseguite con saldatura autogena forte o con robusti manicotti o morsetti che assicurino un contatto equivalente a quello della saldatura. Le giunzioni dovranno essere protette contro la corrosione. I morsetti ed i bulloni usati saranno in acciaio zincato a caldo o in rame indurito o in acciaio inossidabile. È ammesso l'uso di bulloni zincati elettroliticamente, purché dopo la posa in opera si proceda ad una accurata verniciatura.

I collegamenti non dovranno essere eseguiti sulle tubazioni in gres e in PVC.

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3736-rltq-.doc	00	02/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3736			
	Data 1° emissione: 06/2023			

CAP. 5 QUADRI ELETTRICI.

Generalità

La carpenteria sarà realizzata con materiali desumibili dalla descrizione dell'intervento con grado di protezione adeguato alla classe del luogo, completa di piastra di fondo per il supporto delle apparecchiature di cablaggio, pannelli finestrati e ciechi rispettivamente per gli interruttori, le altre apparecchiature elettriche e la morsettiera componibile, guide di supporto apparecchiature e staffe di fissaggio. I materiali avranno resistenza all'invecchiamento ed alla fiamma.

Particolare cura sarà prestata per rispettare il grado di tenuta per le condutture di attraversamento.

Le canaline per il cablaggio saranno in PVC con coperchio applicabile a pressione, i conduttori per il cablaggio saranno di tipo FS17 con sezione minima 1,5 mmq.

Ogni conduttore ed ogni apparecchio contenuto nella carpenteria, dovrà essere chiaramente identificabile con sigla di riferimento nello schema elettrico.

Gli apparecchi montati sul fronte del quadro avranno targhette in materiale plastico indicanti la funzione.

All'interno del quadro elettrico sarà posta la morsettiera, del tipo componibile si guida DIN, alla quale si attesteranno tutte le linee in arrivo ed in partenza, sarà posta orizzontalmente e nella parte inferiore.

Tutti i componenti del quadro elettrico dovranno possedere il marchio CE .

Ogni quadro deve essere fornito di una o più targhe, scritte in maniera indelebile e poste in modo da essere visibili.

Le informazioni riportate sulla targa devono essere le seguenti:

- Nome o marchio di fabbrica del Costruttore.

Nota - Come Costruttore viene considerata quella organizzazione che si assume la responsabilità dell'apparecchiatura finita.

- L'identificazione del tipo o numero di identificazione o un altro mezzo di identificazione che permetta di ottenere dal Costruttore tutte le informazioni indispensabili.
- Numero identificativo del quadro elettrico secondo le tavole di progetto.

Tutti i quadri elettrici dovranno possedere il marchio CE apposto dal Costruttore.

I quadri elettrici dovranno essere provvisti della documentazione conforme alle Norme CEI 17-113, CEI 17-114 e CEI 23-51.

Il Costruttore avrà cura di compilare e conservare, per ogni quadro elettrico, un fascicolo tecnico indicante le caratteristiche principali e gli esiti delle prove previste dalla normativa vigente.

Insieme al quadro elettrico verrà consegnato lo schema elettrico aggiornato e le chiavi delle serrature.

I quadri elettrici contemplati nel presente progetto a cui si rimanda ai relativi schemi elettrici sono i seguenti:

Quadro elettrico Consegna Energia – SCHEMA Q01

Quadro elettrico generale – SCHEMA Q02

Quadro elettrico centrale termica– SCHEMA Q02

Quadri elettrici impianto fotovoltaico vedasi tavola planimetrica impianto fotovoltaico

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3736-rltg-.doc	00	02/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commissa: 3736			
	Data 1° emissione: 06/2023			

CAP. 6 IMPIANTO FORZA MOTRICE E LUCE

Nel vano contatori, immediatamente a valle del contatore di consegna ENERGIA, dovrà essere installato un interruttore magnetotermico differenziale, di caratteristiche elettriche e taratura adatte per la protezione della linea dal contatore al quadro elettrico generale in tutta la sua lunghezza.

Dall'interruttore del contatore Energia partirà una linea realizzata con cavo FG16R16 di sezione 70 mm² per le tre fasi e 35 mm² per il neutro posato a vista. La stessa tipologia di linea sarà utilizzata per il collegamento al quadro generale e viaggerà nella tubazione posata interrata. Il conduttore di terra PE sarà derivato dal nuovo impianto di terra previsto nelle vicinanze del quadro elettrico generale e sarà realizzato con conduttore FS17 1x50mmq.

All'interno della mensa gli impianti elettrici saranno realizzati sottotraccia per le zone in ambiente e nel controsoffitto dove presente utilizzato impianto a vista interno allo stesso.

Per la distribuzione dorsale sarà installato un canale in acciaio zincato di dimensione 200x75mm transitante nel controsoffitto dotato di separatore energia/impianti speciali e saranno previste delle tubazioni a cavidotto posate interrate nel vespaio per il collegamento ai sottoquadri ed alle utenze di energia principali.

Sarà realizzata una distribuzione all'interno della mensa sottotraccia nel massetto con tubazioni in PVC flessibile serie pesante di diametro 32/40/50mm interrotte da scatole di derivazione poste come riportato nelle tavole di progetto.

Le linee transitanti in canale dovranno necessariamente a doppio isolamento e verranno utilizzati cavi di tipo FG160M16 di sezione adeguata e coordinata alla taratura dell'interruttore a monte. Per le linee incassate sottotraccia linee FG17. Le linee saranno a bassa emissione di fumi.

La forza motrice verrà divisa in più circuiti per limitare ad un settore l'eventuale mancanza di tensione per guasto. Saranno installati diversi tipi di pannelli prese ed utenze come descritto nelle tavole di progetto.

La protezione contro i contatti indiretti sarà garantita da un dispositivo a corrente differenziale con sensibilità di 30 mA per i circuiti di F.M. e luce. I tubi dovranno rispondere ai requisiti richiesti dalle Norme in vigore per le condutture posate a vista ricordate nei capitoli precedenti.

All'interno della cucina saranno installati dei pannelli prese CEE per il collegamento delle apparecchiature previste dal gestore (sarà da richiedere la tavola esecutiva del lay out al gestore prima dell'inizio dei lavori).

Per la tipologia di apparecchiature da utilizzare e la composizione degli impianti si rimanda alla consultazione della tavola planimetrica e degli allegati alla presente relazione.

Gli impianti d'illuminazione, dovranno essere conformi alla norma UNI EN 12464-1:2021, con le seguenti caratteristiche:

Saranno adottati dei rivelatori di presenza installati a soffitto che gestiranno in autonomia la regolazione dell'illuminazione artificiale in funzione dell'apporto di luce naturale con misurazioni a spot in aree dislocate all'interno dei locali al fine di garantire un'ottimale uniformità tra le aree prossime alle fonti di illuminazione naturale e le aree meno esposte.

L'utilizzo dei locali è a mensa scolastica e non ci sono differenti tipologie di utilizzo durante le fasce orarie della giornata. Viene prevista una forzatura del livello di illuminamento per eventuale utilizzo temporaneo come sala polivalente o attività differenti da mensa scolastica che necessitano di un maggiore livello di illuminazione.

Tale forzatura sarà realizzata attraverso pulsanti manuali posti agli ingressi di accesso alla struttura. Allo spegnimento delle fonti luminose il sistema si auto resetterà per lavorare in moto automatico con i livelli di illuminamento della mensa.

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3736-rltg-.doc	00	02/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3736			
	Data 1° emissione: 06/2023			

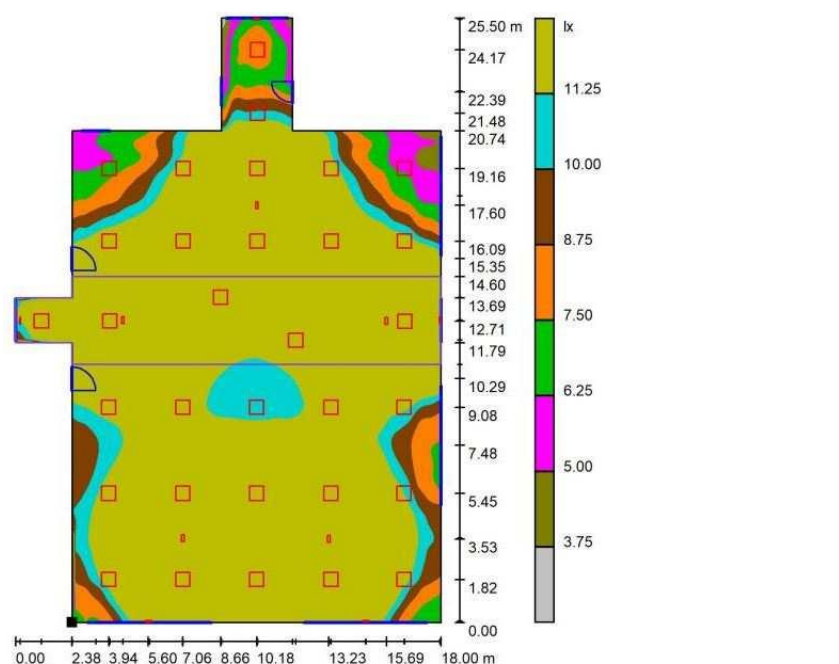
Viene predisposta una serie di scatole portafrutti ad incasso distribuiti sulle pareti perimetrali e predisposte torrette a pavimento per le eventuali modifiche o sviluppi futuri sull'utilizzo delle strutture.

Illuminazione di emergenza

I locali dovranno presentare un livello minimo di illuminazione in emergenza che garantisca un ordinato e sicuro sfollamento in caso di incendio o semplicemente per assenza di energia. La mancanza di illuminazione di sicurezza può creare disagio agli occupanti che si trovassero all'interno dei locali durante un'interruzione di erogazione di energia.

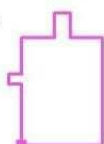
L'adozione di un circuito che garantisca un illuminamento minimo in emergenza viene richiesto nel D.Lgs 09/04/08 n. 81 art. 1.5.11 dell'Allegato IV "Requisiti dei luoghi di lavoro" e dal DM 26 agosto 1992 s.m.i. . Allo verranno installate alcune plafoniere di emergenza dotate di batteria e inverter. Le plafoniere avranno grado di protezione minimo IP 44/65 (in funzione della tipologia di impianto prevista nei vari locali), saranno derivate dai circuiti luce e provviste di sonde di tensione per rilevare l'assenza dell'alimentazione. Dovranno garantire il funzionamento in emergenza per circa un'ora e mezza e saranno collocate come descritto nelle tavole di progetto. Saranno del tipo sp e si accenderanno solo in mancanza di tensione. L'alimentazione dal circuito di emergenza permetterà la ricarica della batteria interna. Un sistema di controllo a led verificherà il corretto funzionamento degli organi interni delle plafoniere in oggetto.

Mensa - emergenza 5 lux 1m / H=1,0m / Livelli di grigio (E)



Scala 1 : 200

Posizione della superficie nel locale:
 Punto contrassegnato:
 (0.000 m, 0.000 m, 1.000 m)



Reticolo: 128 x 128 Punti

E_m [lx]
18

E_{min} [lx]
3.39

E_{max} [lx]
56

E_{min} / E_m
0.192

E_{min} / E_{max}
0.060

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3736-rltq-.doc	00	02/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3736			
	Data 1° emissione: 06/2023			

Illuminazione di allarme incendio manuale

Sarà previsto, come da prescrizione dei VVFI un impianto manuale di allarme incendio con attivazione attraverso pulsanti di allarme incendio dislocati nelle vicinanze delle uscite di sicurezza dove saranno installate anche le segnalazioni ottico acustiche di allarme. L'impianto conforme alla norma UNI EN 9795:2021 sarà gestito da una centrale di allarme convenzionale dotata di apposito alimentatore opzionale per garantire la durata di 30 min della segnalazione di allarme anche in caso di mancanza tensione.

Si riporta a seguire indicazione sulle caratteristiche tecniche prestazionali del materiale:

- centrale di rivelazione incendio convenzionale tipo INIM serie SmartLine 020-2 o similare con uscita supervisionata (una su scheda madre ed una su ogni espansione aggiuntiva) per l'attivazione di segnalatori ottico acustici, un'uscita relè personalizzabile, uscite segnalazioni guasto e di due uscite 24V di potenza (una costante ed una interrompibile a condizioni definibili dall'installatore); inoltre per ogni zona di rivelazione è disponibile un terminale configurabile come uscita open collector (attivabile su condizioni programmabili), come ingresso supervisionato o come interfaccia sensori Gas 4-20mA., interfaccia utente realizzata mediante un intuitivo display grafico ed una serie di LED di segnalazione alloggiati sul frontale della centrale, inoltre è possibile collegare sul BUS 485 in dotazione fino a 4 pannelli di controllo remoti (SmartLetUSee/LCD-Lite) che replicano le informazioni e le funzionalità del frontale sullo stesso BUS possono essere collegate fino a 2 stazioni di alimentazione in modo da supervisionarne le funzionalità ed attivare (o disattivare) le loro uscite di potenza in condizioni predefinite, programmazione da pannello frontale è sorprendentemente semplice ed intuitiva grazie all'uso del display grafico, comunque è possibile configurare la centrale attraverso un PC grazie alla connessione RS232, il software di configurazione SmartLeague, semplice ed intuitivo, semplifica e velocizza le operazioni di messa in funzione del sistema, la scheda SmartLAN/485 permette di collegare la centrale ad una rete Ethernet rendendo possibile l'accesso da remoto attraverso Internet, si ha in questo modo la possibilità di modificare i parametri di configurazione (up-download dati di programmazione) e/o di gestire il sistema tramite il software di supervisione basato su mappe grafiche SmartLOOK (completa di batterie);
- Rivelatore ottico di fumo completo di base tipo Inim ID100 o similare basato sull'effetto Tyndall (diffusione della luce) il rivelatore ID100 è in grado di dare una risposta rapida ed efficace al primo insorgere di un focolaio d'incendio, in grado di rilevare una vasta gamma di particelle generate dalla combustione, il design della camera, la sigillatura della parte superiore del rivelatore, la rete con maglie da 500 micron contro l'ingresso degli insetti garantiscono una eccezionale reiezione ai falsi allarmi, la sensibilità può essere modificata in maniera da adattare il rivelatore alle diverse condizioni di utilizzo (sensibilità impostabili: 0.08 dB/m - 0.10 dB/m - 0.12 dB/m - 0.15dB/m);
- n.6 pulsanti di allarme manuale tipo INIM IC0020 o similare, ripristinabile per mezzo di una chiave di plastica (fornita), condizione di attivazione indicata tramite banda colorata e led, resistenza allarme selezionabile comprensivo di adattatore per posa ad incasso;
- n.6 Segnalatori ottico acustici convenzionali per installazione a parete tipo INIM IS2021RE o similare con funzioni vocali funzionante da 18 a 30 Vdc, grado di protezione IP65, tramite il programmatore manuale EITK2000 (Versioni IS20x0) o mediante DIP Switch (versioni low power IS20x1) è possibile selezionare il tono o messaggi di allarme scegliendo tra i 14 toni e 16 messaggi vocali in 8 lingue diverse disponibili all'interno del dispositivo, regolare volume e potenza del lampeggiatore, tramite EITK2000 è anche possibile personalizzare i toni / messaggi vocali;
- alimentatore switching 160W completo di batterie;

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3736-rltg-.doc	00	02/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commissa: 3736			
	Data 1° emissione: 06/2023			

il tutto completo di tubazioni in PVC serie pesante di collegamento tra le varie apparecchiature, cavo idoneo resistente al fuoco FTE290HM16 2x1,5 mm² PH120 ANTI-INCENDIO resistente al fuoco antincendio schermato, scatole di derivazione, cartelli di segnalazione, programmazione, collaudo, istruzione del personale

CAP. 7 CALCOLI ESECUTIVI DEGLI IMPIANTI.

Calcolo illuminotecnico

I calcoli illuminotecnici effettuati vengono riportato nell'allegato LX.

Dimensionamento dei cavi

Saranno impiegati conduttori rispondenti alle Norme costruttive stabilite dal CEI, alle Norme dimensionali stabilite dall'UNEL e dotati di marchio IMQ in relazione alla classificazione dei vari ambienti ed al servizio svolto saranno utilizzati i seguenti tipi di cavo:

Cavo FS17

Cavo flessibile unipolare isolato in PVC qualità S17 senza guaina, conduttore in rame rosso classe 5, tensione nominale Uo/U 450/750 V, sigla di designazione FS17, non propagante l'incendio secondo le Norme CE EN 50525 e CEI-UNEL 35716.

Cavo FG17

Cavo flessibile unipolare isolato con mescola elastomerica HEPR di qualità G17 a basso sviluppo di fumi opachi LSOH, conduttore in rame rosso ricotto classe 5, tensione nominale Uo/U 450/750 V, sigla di designazione FG17, non propagante l'incendio secondo le Norme CEI 20-38 e CEI UNEL 35310.

Cavo FG16OR16

Cavo flessibile multipolare isolato in gomma G16, guaina in PVC speciale di qualità R16, conduttore a corda rotonda flessibile in rame rosso ricotto, tensione nominale Uo/U 0,6/1 KV, sigla di designazione FG16OR16, non propagante l'incendio secondo le Norme CEI 20-13, CEI-UNEL 35318 e CEI-UNEL 35322.

Cavo FG16R16

Cavo flessibile unipolare isolato in gomma G16, guaina in PVC speciale di qualità R16, conduttore a corda rotonda flessibile in rame rosso ricotto, tensione nominale Uo/U 0,6/1 KV, sigla di designazione FG16R16, non propagante l'incendio secondo le Norme CEI 20-13 e CEI-UNEL 35318.

Cavo FG16OM16

Cavo flessibile multipolare isolato in gomma di qualità G16, conduttore in rame rosso ricotto, guaina termoplastica speciale in gomma di qualità M16, cavo a bassissima emissione di fumi e gas tossici, tensione nominale Uo/U 0,6/1 KV, sigla di designazione FG16OM16, non propagante l'incendio secondo le Norme CEI 20-13, CEI UNEL 35324 e CEI UNEL 35328.

Cavo FTG180M18

Cavo flessibile multipolare resistente al fuoco isolato in gomma di qualità G18, esente da alogeni, non propagante l'incendio e a basso sviluppo di fumo, conduttore in rame rosso ricotto classe 5, guaina termoplastica speciale in gomma di qualità M1, tensione

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3736-rltg-.doc	00	02/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3736			
	Data 1° emissione: 06/2023			

nominale U_0/U 0,6/1 KV, sigla di designazione FTG180M18, non propagante l'incendio e resistente al fuoco secondo le Norme CEI 20-45, 20-37 e CEI EN 50200.

Per la determinazione della portata dei cavi (I_z) in regime permanente, sarà impiegata la tabella CEI-UNEL 35024 fascicolo 3517 applicando i coefficienti di riduzione relativi alle condizioni di installazione ed al raggruppamento dei cavi, considerando una temperatura ambiente di 30°C.

Formula

La portata I_z di un cavo viene calcolata secondo la seguente formula:

$$I_z = I_o \times k_1 \times k_2$$

Dove	I_z	portata
	I_o	portata in aria a 30°C relativa al metodo di installazione previsto, ricavata dalle Tabelle I e II Norma CEI-UNEL 35025/2
	k_1	fattore di correzione per temperature ambiente diverse da 30°C Tabella III Norma CEI-UNEL 35025/2
	k_2	fattore di correzione per più circuiti installati in fascio o strato Tabella IV, V o VI Norma CEI-UNEL 35025/2

Le portate di corrente calcolate come sopra descritto per ogni linea di alimentazione sono indicate sui rispettivi quadri elettrici

In ogni caso la sezione dei cavi non sarà inferiore a:

- 0,25 mmq per i servizi telefonici
- 1 mmq per i servizi di segnalazione
- 1,5 mmq per i servizi di energia normale
- 2,5 mmq per le utenze F.M. (prese)

I cavi saranno contrassegnati in modo da indicare chiaramente il servizio al quale sono destinati.

I cavi unipolari avranno le seguenti colorazioni:

- Conduttore di terra giallo/verde
- Conduttore di neutro blu chiaro
- Conduttore di fase nero, marrone, grigio

Il colore giallo/verde sarà riservato esclusivamente al conduttore di terra e non dovrà mai essere utilizzato per altri conduttori che non devono inoltre risultare di un solo colore.

Il colore blu chiaro sarà normalmente usato per il conduttore di neutro. In ogni caso la colorazione delle guaine dei conduttori di cavi multipolari sarà in accordo con la tabella CEI-UNEL 000722.

Calcolo della caduta di tensione

La caduta di tensione tra la fonte di energia e l'utilizzatore più lontano non sarà superiore al 4%.

Per calcolare la caduta di tensione si utilizzeranno le seguenti formule:

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3736-rltg-.doc	00	02/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3736			
	Data 1° emissione: 06/2023			

Trifase

$$dV\% = \frac{\sqrt{3} \cdot I \cdot L}{V_2} \cdot (r_L \cdot \cos \phi_i + x_L \cdot \sin \phi_i) \cdot 100$$

Monofase

$$dV\% = \frac{2 \cdot I \cdot L}{V_2} \cdot (r_L \cdot \cos \phi_i + x_L \cdot \sin \phi_i) \cdot 100$$

Dove	I	corrente nominale transitante
	L	lunghezza linea
	V	tensione nominale a inizio linea
	r _L	resistenza chilometrica di linea
	x _L	reattanza chilometrica di linea
	φ _i	angolo di sfasamento tra tensione e corrente

I risultati dei calcoli effettuati per la verifica della caduta di tensione di ogni singola partenza sono riportati nei rispettivi schemi elettrici.

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3736-rltq-.doc	00	02/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3736			
	Data 1° emissione: 06/2023			

CAP. 8 CONSEGNA, VERIFICHE E COLLAUDO DEGLI IMPIANTI

Dopo la data di ultimazione dei lavori ed il rilascio del relativo certificato, si dovrà procedere al collaudo degli impianti che potrà essere preceduto, su richiesta del Committente o della Ditta Appaltatrice, da una verifica provvisoria degli impianti.

Verifica provvisoria

Lo scopo della verifica provvisoria è accertare che gli impianti siano in condizione di poter funzionare normalmente e che siano state rispettate le norme di legge per la prevenzione degli infortuni. Nel corso della verifica provvisoria devono essere eseguiti i seguenti controlli:

- stato di isolamento dei circuiti;
- continuità elettrica dei circuiti;
- grado di isolamento e sezioni dei conduttori;
- efficienza dei comandi e delle protezioni nelle condizioni di massimo carico previsto;
- efficienza delle protezioni contro i contatti indiretti.

La verifica provvisoria ha lo scopo di consentire, in caso di esito favorevole, l'inizio del funzionamento degli impianti ad uso degli utenti a cui sono destinati.

Collaudo definitivo degli impianti

Il collaudo definitivo degli impianti deve avere inizio entro la data prevista dal Capitolato speciale d'appalto oppure, in difetto, entro e non oltre sei mesi dalla data del certificato di ultimazione dei lavori. Scopo del collaudo definitivo è quello di accertare che gli impianti siano in tutto corrispondenti a quanto precisato nel Capitolato speciale d'appalto, tenendo anche conto delle eventuali modifiche concordate.

Il collaudo deve verificare la rispondenza dell'impianto alle:

- disposizioni di legge;
- prescrizioni dei VV.FF.;
- prescrizioni particolari concordate in sede di offerta;
- Norme CEI relative al tipo di impianto.

Relativamente alla rispondenza dell'impianto alle Norme CEI, le verifiche che devono sempre essere effettuate, oltre ovviamente a quelle specifiche a seconda del tipo e della destinazione dell'impianto, sono quelle elencate nel seguito:

Esame a vista, in cui si deve accertare:

- che gli impianti siano realizzati nel rispetto delle prescrizioni delle Norme in generale e delle Norme specifiche di riferimento per l'impianto installato;
- che il materiale elettrico sia conforme alle relative Norme, sia scelto correttamente ed installato in modo conforme alle prescrizioni normative e che non presenti danni visibili che possano compromettere la sicurezza (occorre in particolare verificare la conformità alle prescrizioni degli art. 511.1 e 611.2 della Norma CEI 64-8);
- che le distanze delle barriere e delle altre misure di protezione siano state rispettate;
- che vi sia la presenza di adeguati dispositivi di sezionamento e di interruzione;

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3736-rltg-.doc	00	02/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3736			
	Data 1° emissione: 06/2023			

- che la scelta delle apparecchiature sia conforme a quanto previsto nel Capitolato speciale d'appalto;
- che vi sia l'identificazione dei conduttori di neutro e di protezione, l'identificazione dei comandi e delle protezioni, dei collegamenti dei conduttori;
- che sia avvenuta la fornitura degli schemi e dei cartelli ammonitori.

Verifica dei cavi e dei conduttori

Per i cavi ed i conduttori si deve controllare che il dimensionamento sia fatto in base alle portate indicate nelle tabelle CEI-UNEL e che siano dotati dei contrassegni di identificazione, ove prescritti. E' poi necessario effettuare la prova della sfilabilità dei cavi; tale prova consiste nell'estrarre uno o più cavi dal tratto di tubo o condotto compreso tra due cassette o scatole successive e controllare che questa operazione non abbia provocato danneggiamenti. La verifica va eseguita su tratti di tubo o condotto per una lunghezza pari complessivamente ad una percentuale compresa tra l'1% ed il 5% della lunghezza totale. Per gli impianti elettrici negli edifici prefabbricati e nelle costruzioni modulari, occorre verificare il rapporto tra il diametro interno del tubo o condotto e quello del cerchio circoscritto al fascio di cavi in questi contenuto, nonché, il dimensionamento dei tubi e/o dei condotti.

Misura della resistenza di isolamento

Si deve eseguire con l'impiego di un ohmmetro. La misura si effettua in corrente continua. L'apparecchio di prova deve fornire una tensione variabile in funzione della tensione di funzionamento dell'impianto. La misura deve essere effettuata tra l'impianto (collegando insieme tutti i conduttori attivi) ed il circuito di terra; è raccomandata per quanto praticamente possibile, la misura della resistenza d'isolamento tra i conduttori attivi. Durante la misura gli apparecchi utilizzatori devono essere disinseriti; la misura deve essere effettuata separatamente per ogni parte di impianto elettrico protetto dallo stesso dispositivo di protezione.

Misura delle cadute di tensione

La misura delle cadute di tensione deve essere eseguita tra il punto di inizio dell'impianto ed il punto scelto per la prova; devono essere impiegati due voltmetri della stessa classe di precisione, inseriti nei due punti prestabiliti. Devono essere alimentati tutti gli apparecchi utilizzatori che possono funzionare contemporaneamente: nel caso di apparecchiature con assorbimento di corrente istantaneo, si fa riferimento al carico convenzionale scelto come base per la determinazione della sezione delle condutture. Le letture dei due voltmetri devono essere eseguite contemporaneamente; successivamente si calcola la caduta di tensione percentuale.

Verifica delle protezioni contro i contatti indiretti

Devono essere eseguite le verifiche dell'impianto di terra descritte nella Norma CEI 64-8 per gli impianti di messa a terra. Si ricorda che per gli impianti soggetti alla disciplina del D.P.R. 462/01 va effettuata la trasmissione della dichiarazione di conformità all' INAIL e all'ATS a mezzo dell'apposito modulo, fornendo gli elementi richiesti cioè i risultati delle misure della resistenza di terra.

Le verifiche da effettuare sono le seguenti:

- esame a vista dei conduttori di terra e di protezione. Devono essere controllate le sezioni, i materiali e le modalità di posa nonché lo stato di conservazione dei conduttori e delle giunzioni. Si deve inoltre verificare che i conduttori di protezione

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3736-rltg-.doc	00	02/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commissa: 3736			
	Data 1° emissione: 06/2023			

assicurino il collegamento tra i conduttori di terra ed il morsetto di terra degli utilizzatori fissi e il contatto di terra delle prese a spina.

- misura del valore di resistenza di terra dell'impianto. A tal fine si utilizza un dispersore ausiliario ed una sonda di tensione con appositi strumenti di misura. La sonda di tensione e il dispersore ausiliario vanno posti ad una sufficiente distanza dall'impianto di terra e tra loro.
- verifica dei tempi di intervento dei dispositivi di massima corrente o differenziale. Per gli impianti con fornitura in media tensione, tale valore va controllato in base a quello della corrente convenzionale di terra, da richiedersi al distributore di energia elettrica.

Verifica delle protezioni contro i corto circuiti ed i sovraccarichi, nella quale si deve accertare:

- il potere di interruzione degli apparecchi di protezione contro i corto circuiti, sia adeguato alle condizioni dell'impianto e della sua alimentazione;
- la taratura degli apparecchi di protezione contro i sovraccarichi sia correlata alla portata dei conduttori protetti.

CAP. 9 PIANO DI MANUTENZIONE DELL'IMPIANTO ELETTRICO.

Lo scopo di un piano di manutenzione è garantire un servizio efficiente e una gestione programmata degli interventi da eseguire.

Gli interventi programmati riducono il pericolo di un eventuale guasto o malfunzionamento nell'impianto elettrico.

La manutenzione degli impianti si suddivide in:

- controlli periodici a vista e strumentali;
- interventi sull'impianto.

Esami a vista e strumentali

Gli esami a vista e strumentali dovranno essere svolti ogni 12 mesi se non diversamente specificato; le verifiche dovranno accertare che:

Gli esami a vista e strumentali periodici dovranno accertare che:

- i corpi illuminanti non abbiano subito danni causati dall'erosione e dall'invecchiamento dei sostegni;
- la resistenza di isolamento non sia inferiore ai limiti previsti della Norma; il riscontro di un isolamento basso indica la possibilità di un cedimento dell'isolante e di un probabile guasto;
- controllo corretto funzionamento interruttori differenziali tramite apposito tasto di prova;
- controllo tenuta grado di protezione calotte stagne IP55 sui frutti di comando luce e prese;
- controllo surriscaldamento interruttori magnetotermici differenziali;
- controllo surriscaldamento contattori e relè passo-passo;
- controllo tenuta stagna corpi illuminanti esterni;
- controllo funzionalità estrattori di aria docce e bagni con pulizia;
- controllo funzionamento lampade di emergenza;
- controllo bilanciamento interruttori comando luce;
- controllo serraggio pressacavi circuiti rotanti (pompe);
- controllo funzionamento impianto chiamata disabili;

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3736-rltg-.doc	00	02/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3736			
	Data 1° emissione: 06/2023			

- controllo misura resistenza di terra;

Le verifiche dovranno essere svolte annualmente dalla ditta che appalterà i lavori di manutenzione. La stessa dovrà redigere un verbale di verifica.

Manutenzioni

Manutenzioni programmate

Esami a vista e strumentali	Ogni 12 mesi
Sostituzione lampade	Ogni 48 mesi
Pulizia dei corpi illuminanti	Ogni 48 mesi
Sostituzione lampade fluorescenti	All'80% del flusso nominale
Sostituzione batteria lampade emergenza	Quando non garantiscono il funzionamento in emergenza per più di 60 minuti

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3736-rltq-.doc	00	02/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3736			
	Data 1° emissione: 06/2023			

RELAZIONE IMPIANTO FOTOVOLTAICO

CAP. 0 OGGETTO DEL PROGETTO

CAP. 1 REQUISITI DI RISPONDENZA A NORME, LEGGI E REGOLAMENTI

CAP. 2 DATI DI PROGETTO E CARATTERISTICHE DELL'IMPIANTO

CAP. 3 TIPOLOGIE DI CELLE FOTOVOLTAICHE

CAP. 4 DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO

CAP. 5 BILANCIO ENERGETICO E RISPARMI

CAP. 6 PRESCRIZIONI TECNICHE GENERALI E MISURE DI PROTEZIONE

CAP. 7 IMPIANTO DI TERRA E COLLEGAMENTI EQUIPOTENZIALI

CAP. 8 CONSEGNA, VERIFICHE E MANUTENZIONE DEGLI IMPIANTI

CAP. 9 ADEMPIMENTI PER L'ATTIVAZIONE DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO

S T U D I O ARDIZZONE DIEGO ELETTROTECNICO CERTIFICATO ISO 9001:2000		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3736-rlpv.doc	00	02/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3736			
	Data 1° emissione: 06/2023			

CAP. 0 OGGETTO DEL PROGETTO

La seguente relazione tecnica, i calcoli e i disegni si riferiscono alla progettazione definitiva-esecutiva del nuovo impianto fotovoltaico solare da installare presso la nuova mensa ad Ugnano (BG)

Il nuovo impianto permetterà di trasformare direttamente l'energia solare incidente sui moduli fotovoltaici in energia elettrica, sfruttando le proprietà dei materiali componenti i pannelli stessi, producendo "energia pulita", senza emissione di sostanze inquinanti.

L'utilizzo dell'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico (autoconsumo) consentirà di ridurre il prelievo di energia elettrica proveniente dalla rete del Distributore, inoltre, attraverso meccanismi messi in atto dal GSE (Gestore dei servizi energetici) sarà possibile accedere allo "scambio sul posto" dell'energia, che consente di compensare l'energia elettrica prodotta dall'impianto fotovoltaico e immessa in rete in un certo momento, con quella prelevata e consumata in un momento differente da quello in cui avviene la produzione, riducendo ulteriormente il costo della bolletta elettrica.

Gli aspetti negativi dell'utilizzo di questa tecnologia sono:

- L'elevato costo iniziale di realizzazione degli impianti;
- La variabilità nella disponibilità di energia, dipendente dalla quantità di irraggiamento solare;
- L'interferenza dovuto all'installazione di apparecchiature meccaniche ed elettriche in strutture preesistenti.

Attraverso valutazioni tecniche ed economiche puntuali sono stati ridotti al minimo tali aspetti, valutando attentamente il miglior posizionamento dei pannelli fotovoltaici, prevedendo l'utilizzo di apparecchiature certificate e adottando tutte le misure necessarie per il corretto coordinamento con gli impianti elettrici esistenti e con la tipologia della struttura.

Il presente progetto si estende dal punto di connessione dell'impianto fotovoltaico alla Rete (Punto di parallelo con la rete BT), fino alle singole apparecchiature relative all'impianto solare fotovoltaico.

Sono esclusi dal presente progetto tutte le restanti parti che non fanno parte del sistema fotovoltaico.

S T U D I O ARDIZZONE DIEGO ELETTROTECNICO CERTIFICATO ISO 9001:2000		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3736-rlpv.doc	00	02/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3736			
	Data 1° emissione: 06/2023			

CAP. 1 REQUISITI DI RISPONDERENZA A NORME, LEGGI E REGOLAMENTI

Tutti gli impianti, i materiali e le apparecchiature devono essere realizzati a regola d'arte, come prescritto dalla Legge n. 186 del 1/3/1968 e conformi a:

Leggi

- Legge n. 186 del 1/03/1968 - Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici;
- Legge Regionale Lombarda n. 31 del 05/10/2015 - Misure di efficientamento dei sistemi di illuminazione esterna con finalità di risparmio energetico e di riduzione dell'inquinamento luminoso (in attesa del Regolamento di attuazione di cui all'Art. 11 comma 2 LR 31/2015 resta in vigore la LR 17/2000 e s.m.i.);
- DLeg n. 50 del 18/04/2016 - Attuazione delle direttive 2014/23/UE, 2014/24/UE e 2014/25/UE sull'aggiudicazione dei contratti di concessione, sugli appalti pubblici e sulle procedure d'appalto degli enti erogatori nei settori dell'acqua, dell'energia, dei trasporti e dei servizi postali, nonché per il riordino della disciplina vigente in materia di contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture;
- DPR. n. 207 del 5/10/2010 - Regolamento di esecuzione ed attuazione del decreto legislativo n. 163 del 12/04/2006, , recante «Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE»;
- DM n. 37 del 22/01/2008 - Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione di impianti all'interno degli edifici;
- Legge n. 9 del 09/01/1991 - Nuovo piano energetico nazionale;
- Legge n. 10 del 09/01/1991 - Norme per l'attuazione del piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia;
- Legge n. 221 del 28/12/2015 - Disposizioni in materia ambientale per promuovere misure di green economy e per il contenimento dell'uso eccessivo di risorse naturali;
- DLgs n. 152 del 03/04/2006 Norme in materia ambientale;
- DLgs n. 151 del 25/07/2005 - Attuazione delle direttive 2002/95/CE, 2002/96/CE e 2003/108/CE, relative alla riduzione dell'uso di sostanze pericolose nelle apparecchiature elettriche ed elettroniche, nonché allo smaltimento dei rifiuti.
- DLgs n. 81 del 09/04/2008 - Attuazione dell'articolo 1 della Legge n. 123 del 3/08/2007 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro;
- DLgs n. 106 del 03/08/2009 - Disposizioni integrative e correttive del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro;
- DLgs. n. 15 del 16/2/2011 - Attuazione della direttiva 2009/125/CE relativa all'istituzione di un quadro per l'elaborazione di specifiche per progettazione ecocompatibile dei prodotti connessi all'energia;
- D.P.E. 2011/65/UE - Restrizione dell'uso di determinate sostanze pericolose nelle apparecchiature elettriche ed elettroniche - Direttiva Regolamentazione Metalli Pericolosi ROHS;

S T U D I O ARDIZZONE DIEGO ELETTROTECNICO CERTIFICATO ISO 9001:2000		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3736-rlpv.doc	00	02/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3736			
	Data 1° emissione: 06/2023			

- D.P.E. 2012/19/UE - Rifiuti di apparecchiature elettriche ed elettroniche - Direttiva RAEE;
- D.P.E. 2014/30/UE - Armonizzazione delle legislazioni degli Stati membri relative alla compatibilità elettromagnetica - Direttiva Compatibilità Elettromagnetica;
- D.P.E. 2014/35/UE - Armonizzazione delle legislazioni degli Stati membri relative alla messa a disposizione sul mercato del materiale elettrico destinato a essere adoperato entro taluni limiti di tensione - Direttiva Bassa Tensione;
- Delibera ARG/ELT n. 1-09 - Attuazione dell'articolo 2, comma 153, della legge n. 244/07 e dell'articolo 20 del decreto ministeriale 18 dicembre 2008, in materia di incentivazione dell'energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili tramite la tariffa fissa onnicomprensiva e di scambio sul posto.
- Delibera ARG/ELT n. 33-08 - Condizioni tecniche per la connessione alle reti di distribuzione dell'energia elettrica a tensione nominale superiore ad 1 kV;
- Delibera ARG/ELT n. 84-12 - Interventi urgenti relativi agli impianti di produzione di energia elettrica, con particolare riferimento alla generazione distribuita, per garantire la sicurezza del sistema elettrico nazionale;
- Delibera ARG/ELT n. 88-07 - Disposizioni in materia di misura dell'energia elettrica prodotta da impianti di generazione.
- Delibera ARG/ELT n. 99-08 - Testo integrato delle condizioni tecniche ed economiche per la connessione alle reti elettriche con obbligo di connessione di terzi degli impianti di produzione di energia elettrica (Testo integrato delle connessioni attive – TICA).
- Delibera ARG/ELT n. 124-10: Istituzione del sistema di Gestione delle Anagrafiche Uniche Degli Impianti di produzione e delle relative unità (GAUDI) e razionalizzazione dei flussi informativi tra i vari soggetti operanti nel settore della produzione di energia elettrica.
- Delibera ARG/ELT n. 181-10: attuazione del decreto del Ministro dello Sviluppo Economico, di concerto con il Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare 6 agosto 2010, ai fini dell'incentivazione della produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare.
- Delibera ARG/ELT n. 188-05: definizione del soggetto attuatore e delle modalità per l'erogazione delle tariffe incentivanti degli impianti fotovoltaici, in attuazione dell'articolo 9 del decreto del Ministro delle attività produttive, di concerto con il Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio, 28 luglio 2005 con modifiche e integrazioni introdotte con le delibere n. 40/06, n. 260/06, 90/07, ARG/ELT 74/08 e ARG/ELT 1/09.
- Delibera ARG/ELT n. 280-07 - modalità e condizioni tecnico-economiche per il ritiro dell'energia elettrica ai sensi dell'articolo 13, commi 3 e 4, del decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387-03, e del comma 41 della legge 23 agosto 2004, n. 239-04.
- Delibera 111-06 - condizioni per l'erogazione del pubblico servizio di dispacciamento dell'energia elettrica sul territorio nazionale e per l'approvvigionamento delle relative risorse su base di merito economico, ai sensi degli articoli 3 e 5 del decreto legislativo 16 marzo 1999, n. 79.
- Delibera EEN 3/08 - aggiornamento del fattore di conversione dei kWh in tonnellate equivalenti di petrolio connesso al meccanismo dei titoli di efficienza energetica.
- Delibera ARG/ELT n. 578-13 - Regolazione dei servizi di connessione, misura, trasmissione, distribuzione, dispacciamento e vendita nel caso di sistemi semplici di produzione e consumo. Allegato A alla deliberazione 578/2013/R/EEL: testo

S T U D I O ARDIZZONE DIEGO ELETTROTECNICO CERTIFICATO ISO 9001:2000		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3736-rlpv.doc	00	02/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3736			
	Data 1° emissione: 06/2023			

integrato dei sistemi semplici di produzione e consumo - TISSPC (Versione integrata e modificata dalle deliberazioni 426/2014/R/EEL, 612/2014/R/EEL, 242/2015/R/EEL, 72/2016/R/EEL, 458/2016/R/EEL, 788/2016/R/EEL, 276/2017/R/EEL, 894/2017/R/EEL, 921/2017/R/EEL e 426/2018/R/EEL).

- Delibera ARG/ELT n. 609-14 - prima attuazione delle disposizioni del decreto legge 91/2014, in tema di applicazione dei corrispettivi degli oneri generali di sistema per reti interne e sistemi efficienti di produzione e consumo. (Versione modificata con la deliberazione 25 giugno 2015, 302/2015/R/COM).
- Delibera ARG/ELT n. 646-15 - testo integrato della regolazione output-based dei servizi di distribuzione e misura dell'energia elettrica. Periodo di regolazione 2016-2023 (Versione modificata e integrata con deliberazione 38/2016/R/EEL)
- TIV - Allegato A - Deliberazione 19 luglio 2012 301/2012/R/EEL (valido dal 02-04-2019)
- TIT (2018-2019) - Allegato A Delibera 654/2015/R/EEL: testo integrato delle disposizioni per l'erogazione dei servizi di trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica
- TIME (2016-2019) - Allegato B Delibera 654/2015/R/EEL: testo integrato delle disposizioni per l'erogazione del servizio di misura dell'energia elettrica.
- TIC (2016-2019) - Allegato C Delibera 654/2015/R/EEL: testo integrato delle condizioni economiche per l'erogazione del servizio di connessione
- TIS - Allegato A Deliberazione ARG/ELT 107-09 (valido dal 01-09-2018): testo integrato delle disposizioni dell'autorità per l'energia elettrica e il gas in ordine alla regolazione delle partite fisiche ed economiche del servizio di dispacciamento (Settlement)
- TISP - Allegato A alla deliberazione 570/2012/R/EEL: testo integrato delle modalità e delle condizioni tecnico-economiche per l'erogazione del servizio di scambio sul posto con integrazioni e modifiche apportate con deliberazioni 578/2013/R/EEL, 614/2013/R/EEL, 612/2014/R/EEL, 128/2017/R/EEL e 96/2018/R/EEL
- Circ. MI n 1324-12 "Guida per l'installazione degli impianti fotovoltaici - Edizione Anno 2012" emanata dal Ministero dell'Interno - Dipartimento dei Vigili del Fuoco del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile
- Circ. MI n 6334-12 Chiarimenti alla nota prot. DCPREV 1324 del 7/2/2012 "Guida per l'installazione degli impianti fotovoltaici - Edizione Anno 2012" emanata dal Ministero dell'Interno - Dipartimento dei Vigili del Fuoco del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile.
- Delibera di Giunta Regionale Lombardia n° XI / 4317 - 15/02/2021 "Approvazione delle linee guida per l'individuazione, dal punto di vista strutturale, degli interventi di cui all'articolo 94 bis, comma 1, del D.P.R: 6 giugno 2001, n. 380, nonché delle varianti di carattere non sostanziale per le quali non occorre il preavviso di cui all'articolo 93"

Norme

- Norma CEI 0-2 - Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici;
- Norma CEI 0-3 - Guida per la compilazione della documentazione per legge 46/90;
- Norma CEI 0-21 - Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica;

S T U D I O ARDIZZONE DIEGO ELETTROTECNICO CERTIFICATO ISO 9001:2000		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3736-rlpv.doc	00	02/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3736			
	Data 1° emissione: 06/2023			

- Norma CEI 11-17 - Impianti di produzione trasmissione e distribuzione energia elettrica. Linee in cavo;
- Norma CEI 11-20 - Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria;
- Norma CEI 13-4 - Sistemi di misura dell'energia elettrica - Composizione, precisione e verifica;
- Norma CEI 17-113 (CEI EN 61439-1) - Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT);
- Norma CEI 20-19 - Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V;
- Norma CEI 20-20 - Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V;
- Norma CEI 20-57 (CEI EN 50262) - Pressacavo metrici per installazioni elettriche;
- Norma CEI 20-91 - Cavi elettrici con isolamento e guaina elastomerici senza alogeni non propaganti la fiamma con tensione nominale non superiore a 1 000 V in corrente alternata e 1 500 V in corrente continua per applicazioni in impianti fotovoltaici.
- Norma CEI 23-20 (CEI EN 60998) - Dispositivi di connessione per circuiti a bassa tensione per usi domestici o similari;
- Norma CEI 34 - Apparecchiature di alimentazione ed apparecchi d'illuminazione in generale;
- Norma CEI 64-8 - Esecuzione degli impianti elettrici a tensione nominale non superiore a 1000 V;
- Norma CEI 70-1 (CEI EN 60529) - Gradi di protezione degli involucri (Codice IP);
- Norma CEI 70-3 (CEI EN 50102) - Gradi di protezione contro gli urti (Codice IK);
- Norma CEI 81-3 - Valori medi del numero di fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato;
- Norma CEI 81-28 - Guida alla protezione contro i fulmini degli impianti fotovoltaici;
- Norma CEI 82-25 - Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione;
- Norma CEI 110-31+V2 (CEI EN 61000-3-2+A1/A2) - Compatibilità elettromagnetica (EMC) - Parte 2-2: Limiti per le emissioni di correnti armoniche (apparecchiature con corrente di ingresso ≤ 16 Ampere per fase);
- Norma CEI 210-96 (CEI EN 61000-3-3) - Compatibilità elettromagnetica (EMC) - Parte 3-3: Limiti delle variazioni di tensione, fluttuazioni di tensione e del flicker in sistemi di alimentazione in bassa tensione per apparecchiature con corrente nominale ≤ 16 Ampere per fase e non soggette ad allacciamento su condizione;
- Norma CEI 110-2+V1 (CEI EN 55015+A1) - Limiti e metodi di misura delle caratteristiche di radiodisturbo degli apparecchi di illuminazione elettrici e degli apparecchi analoghi;
- Norma CEI 110-30 (CEI EN 61000-4-5) - Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 4-5: Tecniche di prova e di misura - Prova di immunità ad impulso";
- Norma CEI EN 50380 (CEI 82-22) - Fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaici;
- Norma CEI EN 50438 (CEI 311-1) - Prescrizioni per la connessione di micro-generatori in parallelo alle reti di distribuzione pubblica in bassa tensione;
- Norma CEI EN 50470-1 (CEI 13-52) - Appareti per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 1: Prescrizioni generali, prove e condizioni di prova - Appareto di misura (indici di classe A, B e C)
- Norma CEI EN 50470-3 (CEI 13-54) - Appareti per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 3: Prescrizioni particolari - Contatori statici per energia attiva (indici di classe A, B e C);

S T U D I O ARDIZZONE DIEGO ELETTROTECNICO <small>CERTIFICATO ISO 9001:2000</small>		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3736-rlpv.doc	00	02/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3736			
	Data 1° emissione: 06/2023			

- Norma CEI EN 50521 (CEI 82-31) - Connettori per sistemi fotovoltaici - Prescrizioni di sicurezza e prove;
- Norma CEI EN 50524 (CEI 82-34) - Fogli informativi e dati di targa dei convertitori fotovoltaici;
- Norma CEI EN 50530 (CEI 82-35) - Rendimento globale degli inverter per impianti fotovoltaici collegati alla rete elettrica;
- Norma CEI EN 60099-1 (CEI 37-1) - Scaricatori - Parte 1: Scaricatori a resistori non lineari con spinterometri per sistemi a corrente alternata;
- Norma CEI EN 60439 (CEI 17-13)- Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT), serie;
- Norma CEI EN 60445 (CEI 16-2) - Principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, marcatura e identificazione - Individuazione dei morsetti e degli apparecchi e delle estremità dei conduttori designati e regole generali per un sistema alfanumerico;
- Norma CEI EN 60529 - Gradi di protezione degli involucri (codice IP);
- Norma CEI EN 60555-1 (CEI 77-2) - Disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili - Parte 1: Definizioni;
- Norma CEI EN 60904 - Dispositivi fotovoltaici - Serie;
- Norma CEI EN 61000-3-2 (CEI 110-31) - Compatibilità elettromagnetica (EMC) - Parte 3: Limiti - Sezione 2: Limiti per emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso $\leq 16A$ per fase);
- Norma CEI EN 61215 (CEI 82-8) - Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo;
- Norma CEI EN 61646 (CEI 82-12) - Moduli fotovoltaici (FV) a film sottile per usi terrestri. Qualifica del progetto e approvazione di tipo;
- Norma CEI EN 61724 (CEI 82-15) - Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici - Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati;
- Norma CEI EN 61727 (CEI 82-9)- Sistemi fotovoltaici - Caratteristiche dell'interfaccia di raccordo con la rete;
- Norma CEI EN 61730-1 (CEI 82-27) - Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) - Parte 1: Prescrizioni per la costruzione;
- Norma CEI EN 61730-2 (CEI 82-28) - Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) - Parte 2: Prescrizioni per le prove;
- Norma CEI EN 62053-21 (CEI 13-43) - Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Prescrizioni particolari - Parte 21: Contatori statici di energia attiva (classe 1 e 2);
- Norma CEI EN 62053-23 (CEI 13-45) - Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Prescrizioni particolari - Parte 23: Contatori statici di energia reattiva (classe 2 e 3);
- Norma CEI EN 62093 (CEI 82-24) - Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali;
- Norma CEI EN 62108 (CEI 82-30) - Moduli e sistemi fotovoltaici a concentrazione (CPV) - Qualifica di progetto e approvazione di tipo;

S T U D I O ARDIZZONE DIEGO ELETTROTECNICO CERTIFICATO ISO 9001:2000		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3736-rlpv.doc	00	02/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3736			
	Data 1° emissione: 06/2023			

- Norma CEI EN 62262 - Gradi di protezione degli involucri per apparecchiature elettriche contro impatti meccanici esterni (Codice IK);
- Norma CEI EN 62305 (CEI 81-10) - Protezione contro i fulmini, serie;
- Norma CEI EN 62446-1:2016 - Sistemi fotovoltaici - prescrizioni per le prove, la documentazione e la manutenzione. Parte 1. Sistemi fotovoltaici collegati alla rete elettrica - documentazione, prove di accettazione e verifica ispettiva;
- Norma CEI EN 62446-2:2020 - Sistemi fotovoltaici - prescrizioni per le prove, la documentazione e la manutenzione. Parte 2. Sistemi fotovoltaici collegati alla rete elettrica - Manutenzione di sistemi fotovoltaici;
- Norma CEI EN 62933-5-2 - Sistemi di accumulo di energia elettrica connessi alla rete - Sistemi di accumulo elettrochimici;
- Norma CEI UNI EN ISO/IEC 17025:2008 - Requisiti generali per la competenza dei laboratori di prova e di taratura.
- Norma UNI 10349 - Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici;
- Norma UNI/TR 11328-1:2009 - Energia solare - Calcolo degli apporti per applicazioni in edilizia - Parte 1: Valutazione dell'energia raggiante ricevuta.

Bibliografia:

- "Impianti a norme CEI - volume 15: Fotovoltaico", TNE Giugno 2019;

Nonché tutte le Leggi e Norme in vigore.

S T U D I O ARDIZZONE DIEGO ELETTROTECNICO CERTIFICATO ISO 9001:2000		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3736-rlpv.doc	00	02/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3736			
	Data 1° emissione: 06/2023			

CAP. 2 DATI DI PROGETTO E CARATTERISTICHE DELL'IMPIANTO

Vengono di seguito riassunti i dati di progetto utilizzati per l'inquadramento dell'opera e per lo sviluppo del progetto

DATI DI PROGETTO DI CARATTERE GENERALE	
Committente	Comune di Ugnano Provincia di Bergamo
Edificio oggetto di intervento	Mensa scolastica Via dei Bersaglieri, 68 - 24059 Ugnano (BG) (vedi tavole di progetto)
Tipo di intervento	Realizzazione nuovo impianto solare fotovoltaico
Livello di progettazione richiesto	Progetto definitivo-esecutivo
Limiti di competenza	Le competenze hanno origine dal punto di parallelo con la rete BT. Le competenze terminano alle singole apparecchiature relative all'impianto solare fotovoltaico

DATI DI PROGETTO RELATIVI ALL'EDIFICIO	
Destinazione d'uso degli edifici (secondo Guida CEI 0-2)	Edificio pubblico Soggetto ad obbligo di progetto
Ambienti a maggior rischio in caso di incendio	Le scuole rientrano nei luoghi classificati a maggior rischio in caso di incendio
Posizionamento e dati ambientali	Vedi capitolo dedicato al calcolo della Producibilità dell'impianto
LPS installato sulla struttura	Non presente
Temperatura: - Min./Max. all'interno degli edifici - Min/Max all'esterno - Media giorno più caldo - Media max. mensile - Media annuale	+5°C / +40°C -10 °C/+40°C +30 °C +25 °C +15 °C

VINCOLI DA RISPETTARE PER L'INTERVENTO IN OGGETTO	
Particolari richieste dipendenti dalla tipologia della struttura:	Sgancio generale di emergenza Compartimentazione antincendio sugli attraversamenti elettrici
Compatibilità con impianti elettrici esistenti	Le apparecchiature di nuova installazione dovranno garantire la piena compatibilità con gli impianti elettrici esistenti

S T U D I O ARDIZZONE DIEGO ELETTROTECNICO CERTIFICATO ISO 9001:2000		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3736-rlpv.doc	00	02/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3736			
	Data 1° emissione: 06/2023			

DATI DI PROGETTO RELATIVI ALLA LINEA DI ALIMENTAZIONE DEL DISTRIBUTORE	
Punto di consegna dell'alimentazione ordinaria	Vano contatori Energia
Linea di alimentazione in ingresso	Cavo linea Energia 400V
Sistema di distribuzione	TT
Potenza impegnata	60 kW
Potenza disponibile	30 kW
Tensione nominale di consegna ENERGIA e massima variazione	$(400 \pm 10\%)V$
Frequenza nominale e massima variazione	$(50 \pm 1\%) Hz$
Icc presunta nel punto di consegna ENERGIA	15 kA (trifase) CEI 0-21:2012-06
Tensione nominale degli utilizzatori e apparecchiature B.T.	400V-230 V
Vincoli del distributore	DIRETTIVE BT ENEL
Altre tipologie di alimentazioni presenti	Nessuna
Punto di allaccio dell'impianto solare fotovoltaico alla rete elettrica dell'edificio	Quadro elettrico generale mensa

Esclusioni:

Rimangono esclusi dal presente progetto:

- Gli impianti elettrici non riportati nelle tavole di progetto;
- La verifica strutturale per l'idoneità dell'edificio all'installazione del nuovo impianto solare fotovoltaico (vedi paragrafo 4.8);
- La valutazione del rischio di incendio e modifica del CPI a seguito dell'installazione del nuovo impianto solare fotovoltaico;
- La richiesta di parere della Soprintendenza per i beni architettonici;
- La relazione paesaggistica e la valutazione di impatto ambientale;
- Le comunicazioni all'ente Gestore Servizi Energetici.

Ogni variazione nei dati di ingresso potrà inficiare la corretta rispondenza del progetto alle norme di regola d'arte.

Il Committente firmando la lettera di consegna del progetto dichiara di accettare la presente valutazione, i dati di ingresso e le esclusioni sopra riportate.

S T U D I O ARDIZZONE DIEGO ELETTROTECNICO CERTIFICATO ISO 9001:2000		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3736-rlpv.doc	00	02/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3736			
	Data 1° emissione: 06/2023			

Scambio sul posto (SSP) per le Pubbliche Amministrazioni

Il nuovo impianto fotovoltaico sarà collegato alla rete BT del Distributore. Sarà facoltà dell'Amministrazione adottare tramite il GSE il regime di Scambio sul posto altrove (SPP), che consente di compensare l'energia elettrica immessa in rete in una determinata ora con quella prelevata dalla rete in un'altra ora, attraverso un contributo in conto scambio erogato dal GSE. Vengono di seguito riportate alcune indicazioni e prescrizioni al riguardo.

Lo Scambio sul Posto (SSP) è una modalità semplificata di accesso al mercato rivolta alle Pubbliche Amministrazioni che rivestono contemporaneamente il ruolo di produttore e di consumatore di energia e che dispongono di un impianto di generazione da Fonti Energia Rinnovabile (FER) come ad esempio l'impianto solare fotovoltaico.

Grazie a questo strumento, le PA posso immettere in rete l'energia elettrica prodotta dai propri impianti che non consumano contestualmente e, nello stesso tempo, prelevare dalla rete quella eventualmente necessaria a coprire il proprio fabbisogno.

Il GSE riconosce agli enti beneficiari una parziale compensazione economica che valorizza la differenza tra il prezzo riconosciuto all'energia immessa in rete (più basso) e quello corrisposto per l'elettricità prelevata (più alto), comprensiva degli oneri accessori per l'accesso alla rete.

Il cosiddetto SSP altrove, a differenza dal "tradizionale" SSP, non prevede l'obbligo di coincidenza tra i punti di produzione e di consumo dell'energia elettrica. In questo caso, ad esempio, l'impianto fotovoltaico installato sull'edificio scolastico può beneficiare dello SSP sia per l'energia elettrica prelevata in corrispondenza dell'edificio stesso, sia per quella prelevata da utenze di edifici (piscine, palestre, uffici comunali, etc.) dislocati altrove.

Ai fini dell'accesso allo Scambio sul Posto altrove devono essere verificate tutte le seguenti condizioni:

- l'utente dello scambio deve essere controparte del contratto di acquisto riferito all'energia elettrica prelevata tramite tutti i punti di prelievo compresi nella convenzione per lo Scambio sul Posto;
- l'utente dello scambio è un Comune con popolazione fino a 20.000 residenti, ovvero un soggetto terzo mandatario del predetto Comune, ferma restando la proprietà degli impianti in capo al medesimo Comune;
- gli impianti di produzione che accedono allo Scambio sul Posto altrove sono esclusivamente impianti di produzione alimentati da fonti rinnovabili;
- la potenza complessivamente installata da impianti di produzione alimentati da fonti rinnovabili entrati in esercizio fino al 31/12/2014 in un punto di connessione compreso nella Convenzione per lo Scambio sul Posto non è superiore a 200 kW;
- la potenza complessivamente installata da impianti di produzione alimentati da fonti rinnovabili per ciascun punto di connessione compreso nella convenzione non è superiore a 500 kW.

S T U D I O ARDIZZONE DIEGO ELETTROTECNICO CERTIFICATO ISO 9001:2000		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3736-rlpv.doc	00	02/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3736			
	Data 1° emissione: 06/2023			

CAP. 3 TIPOLOGIE DI CELLE FOTOVOLTAICHE

Il principio di funzionamento di un impianto fotovoltaico si basa sulla capacità di alcuni materiali semiconduttori di generare corrente elettrica se esposti a radiazione solare, per effetto fotoelettrico.

La prima caratteristica distintiva di un pannello fotovoltaico è data dalla tipologia di celle fotovoltaiche utilizzate, che ne definiscono le caratteristiche tecniche principali. Di seguito si riportano le principali celle utilizzate negli impianti fotovoltaici.

Celle in silicio cristallino

Le celle in silicio cristallino, nelle sue due varianti: mono e policristallino, ricoprono la maggior parte del mercato fotovoltaico.

Il silicio monocristallino, dal tipico colore blu scuro/nero omogeneo, si caratterizza per un grado di purezza molto elevato ed un alto grado di regolarità nella disposizione reticolare dei cristalli che lo costituiscono, offrendo un rendimento maggiore nella conversione dell'energia da luminosa a elettrica, con rendimenti compresi tra il 15% ed il 21%.

Il silicio policristallino, caratterizzato da un colore blu con riflessi argentati, offre un rendimento minore rispetto al silicio monocristallino, attestato intorno al 10-15%, ma anche un minore costo di acquisto.

Celle in film sottile

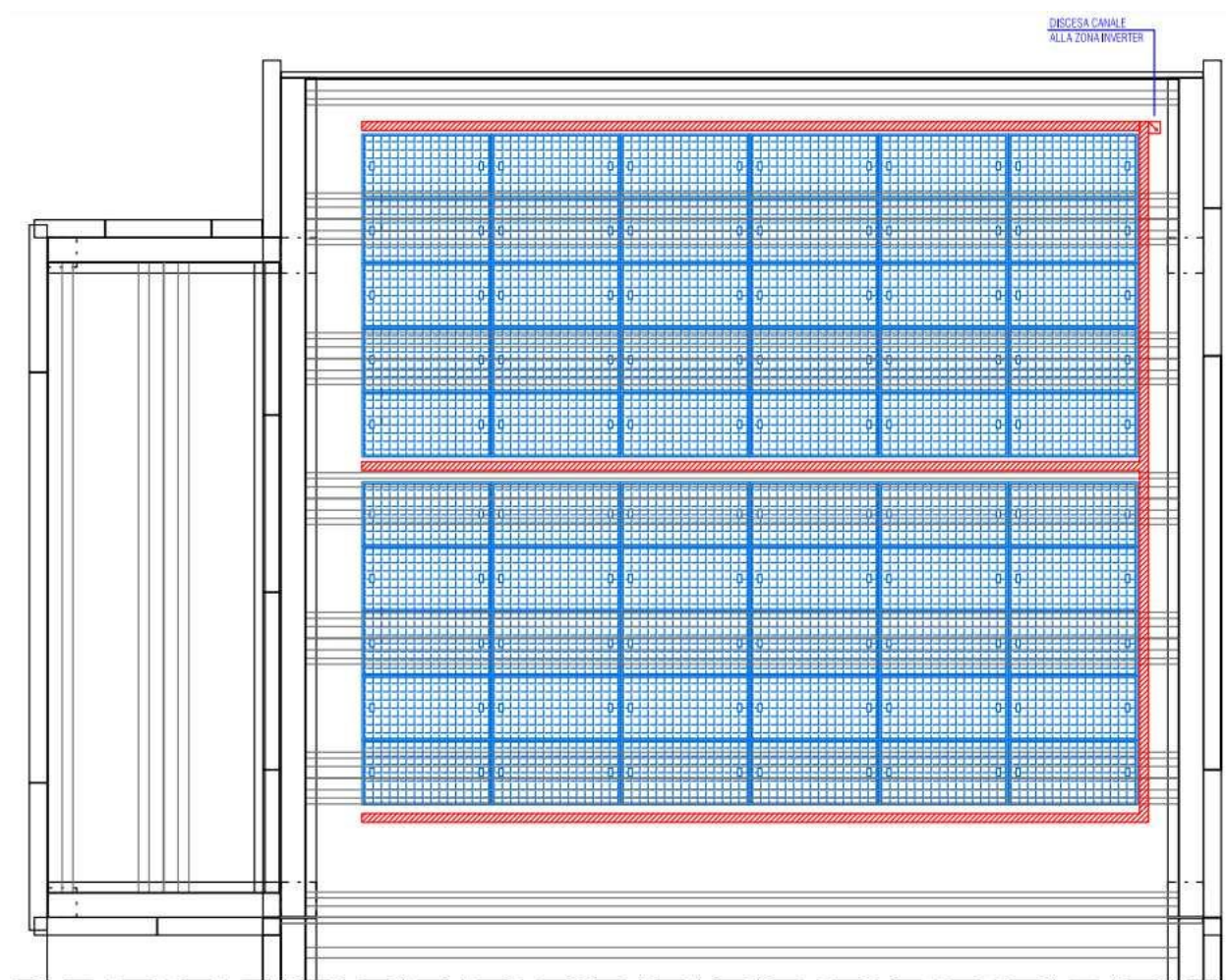
Ne esistono di varie tipologie a seconda dei materiali utilizzati. Nel caso del silicio amorfo il materiale conduttore viene applicato su una superficie di supporto flessibile che può essere realizzata ad esempio in plastica o con materiali assimilabili a tessuti, creando un "file sottile". Ciò è possibile grazie alla fondamentale proprietà del silicio di convertire energia luminosa anche in uno stato amorfo (ovvero senza forma definita, tecnicamente non cristallizzato). I pannelli in silicio amorfo hanno rendimenti molto bassi compresi tra il 5% ed il 10%, tuttavia sono caratterizzati da un più ampio campo di applicazione.

<p style="text-align: center;">S T U D I O ARDIZZONE DIEGO E L E T T R O T E C N I C O C E R T I F I C A T O I S O 9 0 0 1 : 2 0 0 0</p>		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3736-rlpv.doc	00	02/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3736			
	Data 1° emissione: 06/2023			

CAP. 4 DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Il dimensionamento energetico dell'impianto fotovoltaico connesso alla rete del distributore è stato effettuato tenendo conto della disponibilità economica e dei seguenti aspetti:

- disponibilità di spazi sui quali installare l'impianto fotovoltaico;
- disponibilità della fonte solare;
- fattori morfologici e ambientali (ombreggiamento e riflettanza).



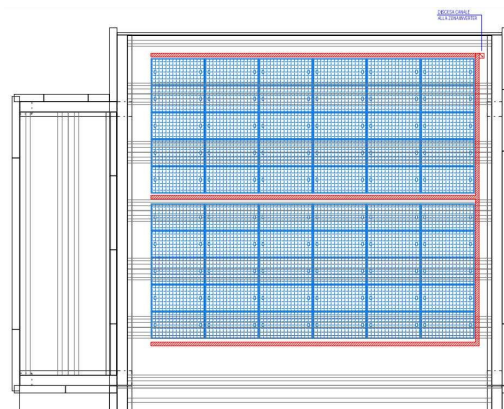
L'impianto sarà collegato al futuro contatore con una fornitura BT trifase 400V con potenza impegnata di 30kW.

Per maggiori indicazioni si rimanda alla consultazione delle tavole planimetriche.

S T U D I O ARDIZZONE DIEGO ELETTROTECNICO CERTIFICATO ISO 9001:2000		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3736-rlpv.doc	00	02/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3736			
	Data 1° emissione: 06/2023			

4.1 Analisi della struttura e individuazione della zona di installazione

Per quanto riguarda gli spazi disponibili per poter installare i moduli fotovoltaici sono state individuate le seguenti parti, evidenziate nell'immagine sotto riportata:



Per quanto riguarda l'idoneità statica della copertura all'installazione del nuovo impianto fotovoltaico si rimanda al capitolo dedicato.

4.2 Disponibilità della fonte solare

Irradiazione giornaliera media mensile sul piano orizzontale

La disponibilità della fonte solare per il sito di installazione è verificata utilizzando i dati "Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS)" relativi a valori giornalieri medi mensili della irradiazione solare sul piano orizzontale.

Per la località sede dell'intervento, ovvero il comune di Urgnano (BG) avente coordinate 45° 36' 6" Nord, 9° 41' 41" Est e altitudine di 173 m s.l.m., i valori dell'irradiazione solare sul piano orizzontale sono pari a:

Irradiazione oraria media mensile (diretta) [MJ/m²]																
Mese	h 04	h 05	h 06	h 07	h 08	h 09	h 10	h 11	h 12	h 13	h 14	h 15	h 16	h 17	h 18	h 19
Gen					0.053	0.130	0.202	0.245	0.245	0.202	0.130	0.053				
Feb				0.033	0.136	0.268	0.387	0.457	0.457	0.387	0.268	0.136	0.033			
Mar			0.027	0.161	0.353	0.560	0.734	0.833	0.833	0.734	0.560	0.353	0.161	0.027		
Apr		0.008	0.099	0.249	0.435	0.624	0.777	0.863	0.863	0.777	0.624	0.435	0.249	0.099	0.008	
Mag		0.068	0.197	0.373	0.571	0.763	0.915	0.998	0.998	0.915	0.763	0.571	0.373	0.197	0.068	
Giu	0.015	0.113	0.261	0.448	0.654	0.849	1.001	1.084	1.084	1.001	0.849	0.654	0.448	0.261	0.113	0.015
Lug	0.006	0.143	0.343	0.592	0.862	1.116	1.313	1.420	1.420	1.313	1.116	0.862	0.592	0.343	0.143	0.006
Ago		0.070	0.287	0.574	0.896	1.204	1.446	1.579	1.579	1.446	1.204	0.896	0.574	0.287	0.070	
Set			0.115	0.368	0.678	0.990	1.242	1.383	1.383	1.242	0.990	0.678	0.368	0.115		
Ott				0.125	0.341	0.579	0.781	0.897	0.897	0.781	0.579	0.341	0.125			
Nov				0.002	0.054	0.140	0.225	0.277	0.277	0.225	0.140	0.054	0.002			
Dic					0.140	0.359	0.560	0.678	0.678	0.560	0.359	0.140				

Irradiazione oraria media mensile (diffusa) [MJ/m²]

Mese	h 04	h 05	h 06	h 07	h 08	h 09	h 10	h 11	h 12	h 13	h 14	h 15	h 16	h 17	h 18	h 19
Gen					0.076	0.141	0.187	0.211	0.211	0.187	0.141	0.076				
Feb				0.100	0.253	0.378	0.466	0.512	0.512	0.466	0.378	0.253	0.100			
Mar			0.065	0.253	0.421	0.559	0.656	0.706	0.706	0.656	0.559	0.421	0.253	0.065		
Apr		0.028	0.216	0.398	0.560	0.693	0.787	0.836	0.836	0.787	0.693	0.560	0.398	0.216	0.028	
Mag		0.149	0.327	0.499	0.654	0.780	0.869	0.915	0.915	0.869	0.780	0.654	0.499	0.327	0.149	
Giu	0.035	0.201	0.374	0.540	0.689	0.811	0.897	0.941	0.941	0.897	0.811	0.689	0.540	0.374	0.201	0.035
Lug	0.009	0.177	0.352	0.520	0.671	0.794	0.881	0.926	0.926	0.881	0.794	0.671	0.520	0.352	0.177	0.009
Ago		0.078	0.257	0.430	0.585	0.711	0.801	0.847	0.847	0.801	0.711	0.585	0.430	0.257	0.078	
Set			0.121	0.301	0.463	0.594	0.688	0.736	0.736	0.688	0.594	0.463	0.301	0.121		
Ott				0.142	0.295	0.419	0.508	0.553	0.553	0.508	0.419	0.295	0.142			
Nov				0.021	0.166	0.285	0.369	0.412	0.412	0.369	0.285	0.166	0.021			
Dic					0.109	0.225	0.307	0.349	0.349	0.307	0.225	0.109				

Irradiazione oraria media mensile (totale) [MJ/m²]

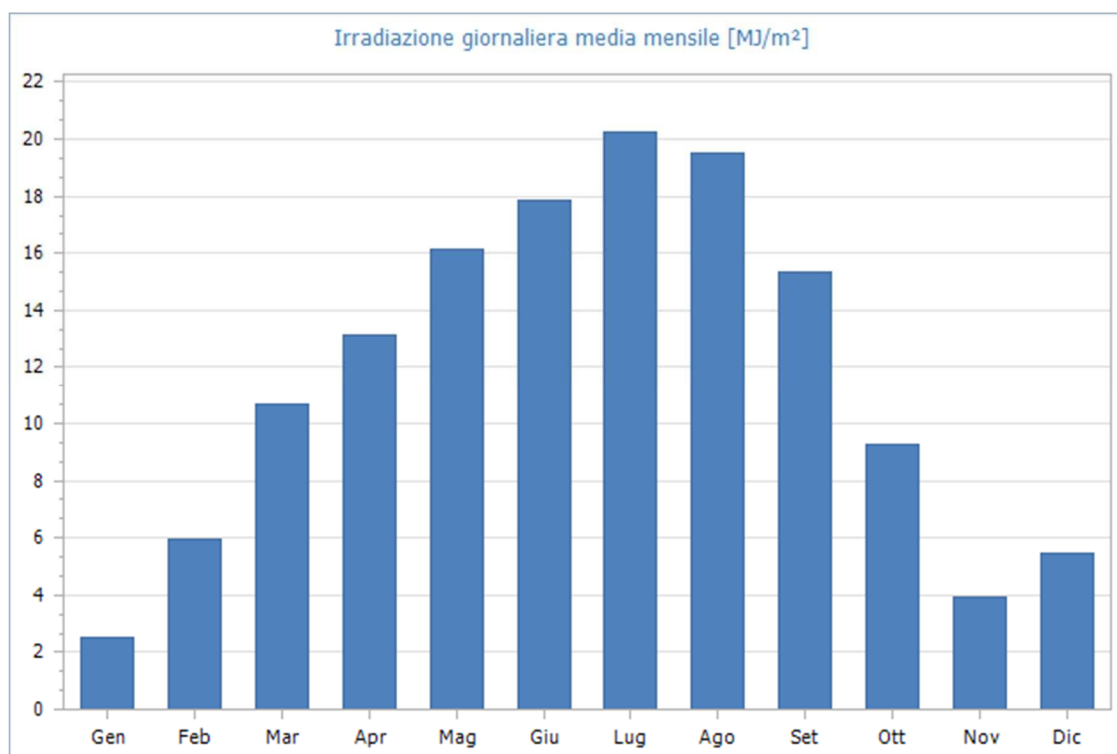
Mese	h 04	h 05	h 06	h 07	h 08	h 09	h 10	h 11	h 12	h 13	h 14	h 15	h 16	h 17	h 18	h 19
Gen					0.129	0.271	0.389	0.456	0.456	0.389	0.271	0.129				
Feb				0.133	0.389	0.646	0.853	0.969	0.969	0.853	0.646	0.389	0.133			
Mar			0.092	0.414	0.774	1.119	1.390	1.539	1.539	1.390	1.119	0.774	0.414	0.092		
Apr		0.036	0.315	0.647	0.995	1.317	1.564	1.699	1.699	1.564	1.317	0.995	0.647	0.315	0.036	
Mag		0.217	0.524	0.872	1.225	1.543	1.784	1.913	1.913	1.784	1.543	1.225	0.872	0.524	0.217	
Giu	0.050	0.314	0.635	0.988	1.343	1.660	1.898	2.025	2.025	1.898	1.660	1.343	0.988	0.635	0.314	0.050
Lug	0.015	0.320	0.695	1.112	1.533	1.910	2.194	2.346	2.346	2.194	1.910	1.533	1.112	0.695	0.320	0.015
Ago		0.148	0.544	1.004	1.481	1.915	2.247	2.426	2.426	2.247	1.915	1.481	1.004	0.544	0.148	
Set			0.236	0.669	1.141	1.584	1.930	2.119	2.119	1.930	1.584	1.141	0.669	0.236		
Ott				0.267	0.636	0.998	1.289	1.450	1.450	1.289	0.998	0.636	0.267			
Nov				0.023	0.220	0.425	0.594	0.689	0.689	0.594	0.425	0.220	0.023			
Dic					0.249	0.584	0.867	1.027	1.027	0.867	0.584	0.249				

S T U D I O ARDIZZONE DIEGO ELETTROTECNICO <small>CERTIFICATO ISO 9001:2000</small>		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3736-rlpv.doc	00	02/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3736			
	Data 1° emissione: 06/2023			

Irradiazione giornaliera media mensile sul piano orizzontale [MJ/m²]

Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
2.49	5.98	10.66	13.15	16.16	17.83	20.25	19.53	15.36	9.28	3.90	5.45

Fonte dati: Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS)

Fig. 1: Irradiazione giornaliera media mensile sul piano orizzontale [MJ/m²]- Fonte dati: Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS)

Quindi, i valori della irradiazione solare annua sul piano orizzontale sono pari a **4.272,34 MJ/m²** (Fonte dati: Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS)).

S T U D I O ARDIZZONE DIEGO ELETTROTECNICO CERTIFICATO ISO 9001:2000		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3736-rlpv.doc	00	02/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3736			
	Data 1° emissione: 06/2023			

4.3 Fattori morfologici e ambientali

Ombreggiamento

Gli effetti di schermatura da parte di volumi all'orizzonte, dovuti ad elementi naturali (rilievi, alberi) o artificiali (edifici), determinano la riduzione degli apporti solari e il tempo di ritorno dell'investimento.

Il Coefficiente di Ombreggiamento, funzione della morfologia del luogo, è pari a **0,99**.

Riflettanza

Per tener conto del plus di radiazione dovuta alla riflettanza delle superfici della zona in cui è inserito l'impianto, si sono stimati i valori medi mensili, considerando anche i valori presenti nella norma UNI 10349:

Valori di riflettanza media mensile

Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20

La riflettanza media annua è pari a **0,20**.

4.4 Procedure di calcolo

Criteri generali di progetto

Il principio progettuale normalmente utilizzato per un impianto fotovoltaico è quello di massimizzare la captazione della radiazione solare annua disponibile.

Nella generalità dei casi, il generatore fotovoltaico deve essere esposto alla luce solare in modo ottimale, scegliendo prioritariamente l'orientamento a Sud ed evitando fenomeni di ombreggiamento. In funzione degli eventuali vincoli architettonici della struttura che ospita il generatore stesso, sono comunque adottati orientamenti diversi e sono ammessi fenomeni di ombreggiamento, purché adeguatamente valutati.

Perdite d'energia dovute a tali fenomeni incidono sul costo del kWh prodotto e sul tempo di ritorno dell'investimento.

Dal punto di vista dell'inserimento architettonico, nel caso di applicazioni su coperture a falda, la scelta dell'orientazione e dell'inclinazione va effettuata tenendo conto che è generalmente opportuno mantenere il piano dei moduli parallelo o addirittura complanare a quello della falda stessa. Ciò in modo da non alterare la sagoma dell'edificio e non aumentare l'azione del vento sui moduli stessi. In questo caso, è utile favorire la circolazione d'aria fra la parte posteriore dei moduli e la superficie dell'edificio, al fine di limitare le perdite per temperatura.

Criteri di stima dell'energia prodotta

L'energia generata dipende:

- dal sito di installazione (latitudine, radiazione solare disponibile, temperatura, riflettanza della superficie antistante i moduli);
- dall'esposizione dei moduli: angolo di inclinazione (Tilt) e angolo di orientazione (Azimut);
- da eventuali ombreggiamenti o insudiciamenti del generatore fotovoltaico;

S T U D I O ARDIZZONE DIEGO ELETTROTECNICO CERTIFICATO ISO 9001:2000		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3736-rlpv.doc	00	02/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3736			
	Data 1° emissione: 06/2023			

- dalle caratteristiche dei moduli: potenza nominale, coefficiente di temperatura, perdite per disaccoppiamento o mismatch;
- dalle caratteristiche del BOS (Balance Of System).

Il valore del BOS può essere stimato direttamente oppure come complemento all'unità del totale delle perdite, calcolate mediante le seguenti formule:

$$\text{Totale perdite standard [\%]} = [1 - (1 - a - b) \times (1 - c - d) \times (1 - e) \times (1 - f)] + g$$

$$\text{Totale perdite con ottimizzatore [\%]} = [1 - (1 - a - b) \times (1 - d) \times (1 - e) \times (1 - f)] + g$$

per i seguenti valori:

- a Perdite per riflessione.
- b Perdite per ombreggiamento.
- c Perdite per mismatching.
- d Perdite per effetto della temperatura.
- e Perdite nei circuiti in continua.
- f Perdite negli inverter.
- g Perdite nei circuiti in alternata.

Il principio progettuale normalmente utilizzato per un impianto fotovoltaico è quello di massimizzare la captazione della radiazione solare annua disponibile.

S T U D I O ARDIZZONE DIEGO ELETTROTECNICO CERTIFICATO ISO 9001:2000		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3736-rlpv.doc	00	02/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3736			
	Data 1° emissione: 06/2023			

4.5 Calcoli esecutivi degli impianti

Si riportano di seguito le descrizioni tecniche ottenute dal dimensionamento dell'impianto fotovoltaico

Panoramica del sistema

60 x SunPower SPR-P6-505-COM-S-BF (02/2022) (Edificio 1: Superficie 1)

Azimut: 0 °, Inclinazione: 0 °, Tipo di montaggio: Tetto, Picco di potenza: 30,30 kWp



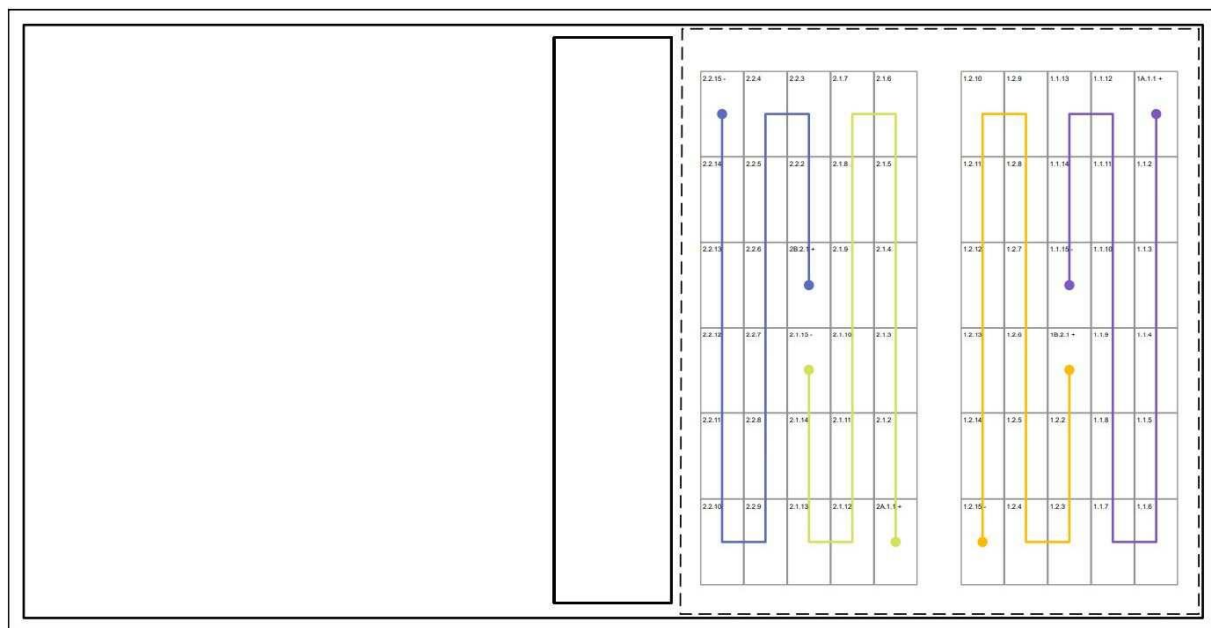
2 x SMA STP 15000TL-30

Dati dimensionamento FV

Numero complessivo moduli fotovoltaici:	60	Rendimento specifico di energia*:	978 kWh/kWp
Picco di potenza:	30,30 kWp	Perdite di linea (in % sull'energia FV):	0,19 %
Numero di inverter FV:	2	Carico asimmetrico:	0,00 VA
Potenza nominale CA degli inverter FV:	30,00 kW	Consumo di energia annuo:	54.557 kWh
Potenza attiva CA:	30,00 kW	Autoconsumo:	18.778 kWh
Rapporto potenza attiva:	99 %	Quota di autoconsumo:	63,3 %
Rendimento annuo di energia*:	29.648 kWh	Quota di autarchia:	34,4 %
Fattore di utilizzo dell'energia:	100 %	Riduzione di CO ₂ dopo 20 anni:	199 t
Performance Ratio*:	85,8 %		

Progetto: 3736-URIGNANO-MENSA
 Ubicazione: Italia / Ugnano

60 x SunPower SPR-P6-505-COM-S-BF - Azimut: 0 °, Inclinazione: 0 °
 2 x SMA STP 15000TL-30



#1 STP 15000TL-30

A: Stringa 1.1 - 1 x 15 - 7,575 kWp
 B: Stringa 1.2 - 1 x 15 - 7,575 kWp

#2 STP 15000TL-30

A: Stringa 2.1 - 1 x 15 - 7,575 kWp
 B: Stringa 2.2 - 1 x 15 - 7,575 kWp

2 x SMA STP 15000TL-30 (Parte dell'impianto 1)

Picco di potenza:	30,30 kWp
Numero complessivo moduli fotovoltaici:	60
Numero di inverter FV:	2
Potenza CC max (cos $\varphi = 1$):	15,33 kW
Potenza attiva CA max (cos $\varphi = 1$):	15,00 kW
Tensione di rete:	230V (230V / 400V)
Rapporto potenza nominale:	101 %
Fattore di dimensionamento:	101 %
Fattore di sfasamento (cos φ):	1
Ore a pieno carico:	988,3 h

**Dati dimensionamento FV****Ingresso A: Edificio 1: Superficie 1**

15 x SunPower SPR-P6-505-COM-S-BF (02/2022), Azimut: 0°, Inclinazione: 0°, Tipo di montaggio: Tetto

Ingresso B: Edificio 1: Superficie 1

15 x SunPower SPR-P6-505-COM-S-BF (02/2022), Azimut: 0°, Inclinazione: 0°, Tipo di montaggio: Tetto

	Ingresso A:	Ingresso B:
Numero delle stringhe:	1	1
Moduli fotovoltaici:	15	15
Picco di potenza (ingresso):	7,58 kWp	7,58 kWp
Tensione CC min. INVERTOR (Tensione di rete 230 V):	150 V	150 V
Tensione fotovoltaica tipica:	✓ 501 V	✓ 501 V
Tensione fotovoltaica min.:	475 V	475 V
Tensione CC max (Inverter):	1000 V	1000 V
Tensione fotovoltaica max.:	✓ 697 V	✓ 697 V
Corrente d'ingresso max per l'inseguimento MPP:	33 A	33 A
Corrente max generatore:	✓ 13,9 A	✓ 13,9 A
Corrente di cortocircuito max per l'inseguimento MPP:	43 A	43 A
Corrente di cortocircuito max FV	✓ 14,8 A	✓ 14,8 A

Impianto FV**Monitoraggio dell'impianto****Progetto parziale 1**2 x SMA STP 15000TL-30
Parte dell'impianto 1**Interno all'impianto**Sunny Home Manager 2.0
La centrale di controllo con dispositivo di misurazione integrato per la gestione energetica intelligente**Esterno**Sunny Portal
Portale Internet per il monitoraggio degli impianti, la visualizzazione e la presentazione dei dati relativi all'impianto**Note****1 Sunny Home Manager 2.0**

1 Per gestire l'immagazzinamento e limitare l'immissione di potenza attiva è necessario che il dispositivo di misurazione interno del Sunny Home Manager 2.0 per la misurazione dell'immissione in rete e del prelievo dalla rete sia collegato e configurato (si veda guida di progettazione "SMA Smart Home").

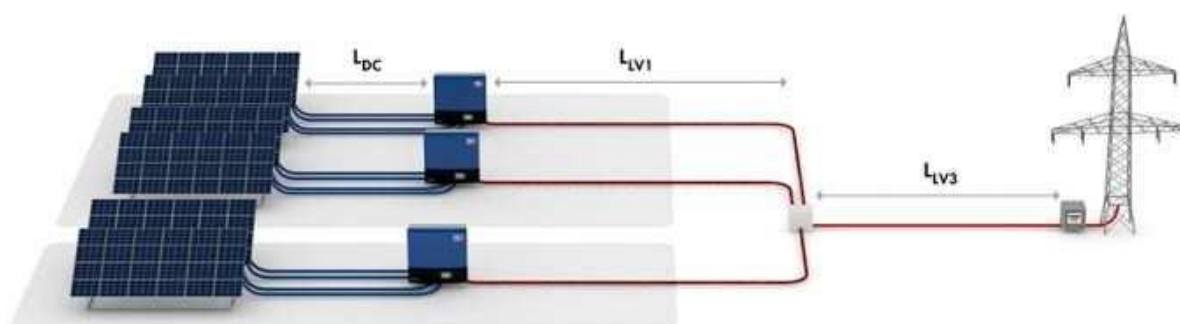
1 Generale

1 La portata massima della comunicazione è pari a 100 m sia tramite Bluetooth® Wireless Technology all'aperto che tramite Speedwire (SMA Ethernet).

S T U D I O ARDIZZONE DIEGO ELETTROTECNICO CERTIFICATO ISO 9001:2000		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3736-rlpv.doc	00	02/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3736			
	Data 1° emissione: 06/2023			

Panoramica

	✓ DC	✓ LV	✓ Totale
Dissipazione di potenza a funz. nominale	106,85 W	201,51 W	308,36 W
Dissipazione di potenza relativa a funz. nom.	0,38 %	0,74 %	1,12 %
Lunghezza totale della linea	80,00 m	30,00 m	110,00 m
Sezione della linea	2,5 mm ²	6 mm ²	2,5 mm ² 6 mm ²

Grafico**Linee DC**

		Materiale della linea	Singola lunghezza della linea	Sezione della linea	Caduta di tensione	Dissipazione di potenza rel.
Progetto parziale 1						
	2 x SMA STP 15000TL-30	A Rame	10,00 m	2,5 mm ²	1,9 V	0,38 %
	Parte dell'impianto 1	B Rame	10,00 m	2,5 mm ²	1,9 V	0,38 %

Linee LV1

	Materiale della linea	Singola lunghezza della linea	Sezione della linea	Resistenza di linea	Dissipazione di potenza rel.
Progetto parziale 1					
	2 x SMA STP 15000TL-30	Rame	10,00 m	6 mm ²	R: 9,556 mΩ XL: 0,750 mΩ
	Parte dell'impianto 1				

Linea LV3

Materiale della linea	Singola lunghezza della linea	Sezione della linea	Resistenza di linea	Dissipazione di potenza rel.
Rame	10,00 m	6 mm ²	R: 28,667 mΩ XL: 0,750 mΩ	0,49 %

✓ **3736-URGNANO-MENSA**

- i In Italia gli impianti FV devono essere in grado di produrre potenza reattiva secondo la norma CEI 0-21. Il fattore di sfasamento degli inverter utilizzati viene impostato a 1. Se il gestore di rete ha set point diversi, essi devono essere impostati manualmente. Per impianti FV con una potenza nominale CA superiore a 6 kW la norma prescrive un dimensionamento trifase. Il gestore di rete può aumentare questo limite a 10 kW. Un SPI (Interface Protection System) esterno con una potenza nominale CA superiore a 11,08 kW deve essere installato nel sistema.

✓ **Progetto parziale 1**

✓ **2 x SMA STP 15000TL-30 (Parte dell'impianto 1)**

- i Questi inverter vengono consegnati comprensivi di SMA ShadeFix. SMA ShadeFix è un software brevettato per inverter, che permette di ottimizzare automaticamente il rendimento degli impianti fotovoltaici in ogni situazione, anche in presenza di ombreggiamenti.

S T U D I O ARDIZZONE DIEGO ELETTROTECNICO CERTIFICATO ISO 9001:2000		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3736-rlpv.doc	00	02/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3736			
	Data 1° emissione: 06/2023			

4.6 Descrizione del nuovo impianto fotovoltaico

Il nuovo impianto fotovoltaico sarà formato da 50 pannelli fotovoltaici da 505Wp come riportato nella tavola di progetto.

L'impianto permetterà una produzione di energia annua stimata in 29.648 kWh.

E' prevista la formazione di un nuovo vano inverter nel dove collocare gli inverter, i quadri di campo, il quadro di parallelo e il contatore per la misura dell'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico.

Il collegamento tra i campi fotovoltaici e il vano inverter avverrà con appositi cavi solari posati in canalizzazione in acciaio zincato 100x75mm o sistema equivalente posizionato esternamente alla copertura.

Le linee provenienti dalle stringhe fotovoltaiche non dovranno attraversare la compartimentazione esistente della scuola pertanto viaggeranno esternamente alla struttura.

All'interno del nuovo vano inverter saranno installati i quadri di campo contenenti le protezioni delle singole stringhe, i diodi di blocco e gli scaricatori di sovratensione.

Il quadri di campo saranno collegati agli inverter trifase con uscita 400V e dispositivo di controllo delle componenti continue immesse in rete.

Le linee in uscita dai due inverter lato c.a. faranno capo ad un quadro elettrico di parallelo inverter, dove saranno posizionati gli interruttori magnetotermici differenziali (DDG), oltre che dal dispositivo di interfaccia (DDI) costituito da apposito contattore con caratteristica di funzionamento AC3, comandato dal Sistema di Protezione di Interfaccia posto all'interno del quadro elettrico parallelo inverter lato AC, alimentato da sistema UPS per evitare sganci intempestivi della bobina di minima tensione in caso di buchi nella tensione di rete.

Nello stesso quadro elettrico sarà posizionato un interruttore di manovra per il sezionamento generale degli inverter lato AC.

Sarà inoltre installato a cura del Distributore il contatore M2 per la misura dell'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico.

Il punto di parallelo con la rete BT sarà realizzato mediante collegamento tra il quadro di parallelo inverter e il quadro elettrico generale.

La linea di collegamento sarà realizzata in cavo FG16R16 posizionata in tubazione interrata.

Essendo la potenza dell'impianto fotovoltaico superiore a 20kW è necessaria l'installazione di un dispositivo di ricalzo che nel caso specifico sarà costituito dall'interruttore generale dell'impianto fotovoltaico presente nel quadro elettrico consegna energia, che sarà dotato di bobina a lancio di corrente comandata sia dal SPI (ricalzo) sia dal pulsante generale di sgancio di emergenza della scuola.

S T U D I O ARDIZZONE DIEGO ELETTROTECNICO CERTIFICATO ISO 9001:2000		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3736-rlpv.doc	00	02/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3736			
	Data 1° emissione: 06/2023			

4.7 Valutazione del rischio dovuto al fulmine per il rischio di tipo R1

La valutazione del rischio di perdita di vite umane dovuto alle scariche atmosferiche (fulmine) è un obbligo in capo all'amministrazione proprietaria della struttura.

Per valutare se la struttura necessita di misure di protezione contro i fulmini occorre effettuare un'analisi del rischio secondo la Norma CEI EN 62305-2 (CEI 81-10/2) nei confronti della struttura da proteggere.

Vedasi allegato alla relazione.

<p style="text-align: center;">S T U D I O ARDIZZONE DIEGO E L E T T R O T E C N I C O C E R T I F I C A T O I S O 9 0 0 1 : 2 0 0 0</p>		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3736-rlpv.doc	00	02/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3736			
	Data 1° emissione: 06/2023			

4.8 Verifica strutturale per l'installazione del nuovo impianto fotovoltaico

L'installazione del nuovo impianto fotovoltaico comporta un aggravio di peso sulla copertura esistente ed una conseguente variazione del carico gravante sulla struttura che deve essere tenuto in considerazione.

La verifica strutturale che certifichi l'idoneità dell'edificio all'installazione del nuovo impianto solare fotovoltaico esula da questo progetto e deve essere affidata ad un progettista strutturale abilitato, tuttavia si riportano di seguito alcune considerazioni.

Con Delibera di Giunta Regionale Lombardia n° XI / 4317 del 15/02/2021 sono state approvate le linee guida per l'individuazione, dal punto di vista strutturale, degli interventi di cui all'articolo 94 bis, comma 1, del D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380, nonché delle varianti di carattere non sostanziale per le quali non occorre il preavviso di cui all'articolo 93".

All'interno delle suddette linee guida vengono definiti gli interventi privi di rilevanza, tra i quali rientrano gli impianti fotovoltaici che rispettano i seguenti requisiti (D.G.R.L n° XI/4317/2021 Allegato C, punto 31):

- *impianti (pannelli solari, fotovoltaici, generatori eolici etc., anche su strutture di sostegno di altezza ≤ 2 m), gravanti sulla costruzione, il cui peso sia $\leq 0,25$ kN/m² e non ecceda il 10% dei pesi propri e permanenti delle strutture direttamente interessate dall'intervento (campo di solaio o copertura, delimitato dalle strutture principali, direttamente caricato.*

Nel caso in cui l'impianto fotovoltaico rientri nei limiti sopra previsti, l'intervento è da ritenersi "privo di rilevanza" ed è pertanto richiesta la sola "Dichiarazione asseverata del progettista strutturale abilitato relativa agli interventi privi di rilevanza nei riguardi della pubblica incolumità" di cui all'Allegato F del D.G.R.L n° XI/4317/2021.

Inoltre, come ancora riportato nell'Allegato C del D.G.R.L n° XI/4317/2021 "Non rientrano in questa categoria (ndr "privi di rilevanza") le "attività di edilizia libera" non necessitanti di alcun titolo abilitativo, individuate all'art. 6 del D.P.R. 380/2001, per la cui realizzazione, ai sensi dell'art. 6 della L.R. 20/2020, non occorre il preavviso di cui all'articolo 93 dello stesso D.P.R. 380/2001 né si applica la normativa sismica regionale (L.R. 33/2015), fermo restando il rispetto delle prescrizioni degli strumenti urbanistici e della normativa di settore avente incidenza sulla disciplina dell'attività edilizia".

Nel caso specifico, essendo l'installazione dei pannelli solari fotovoltaici a servizio di edifici posti al di fuori dei centri storici e al di fuori di zone vincolate, rientra nelle "attività di edilizia libera" non necessitanti di alcun titolo abilitativo (D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380 art. 6, comma 1, lett. e-quater), pertanto non è richiesta la compilazione della dichiarazione asseverata di cui all'Allegato F del D.G.R.L n° XI/4317/2021.

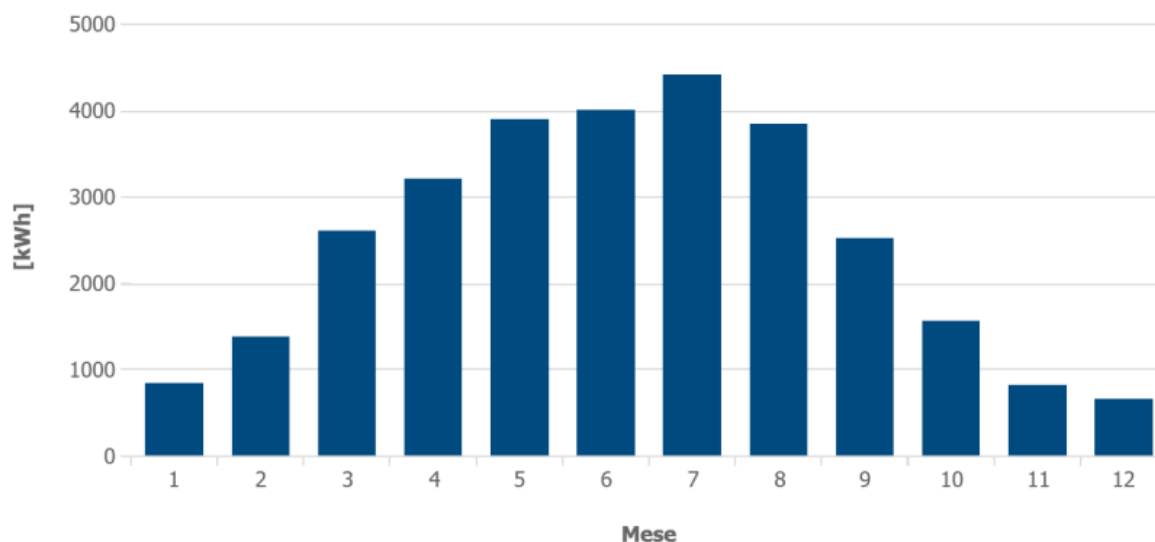
<p style="text-align: center;">S T U D I O ARDIZZONE DIEGO ELETTROTECNICO CERTIFICATO ISO 9001:2000</p>		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3736-rlpv.doc	00	02/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3736			
	Data 1° emissione: 06/2023			

CAP. 5 BILANCIO ENERGETICO E RISPARMI

5.1 Bilancio energetico

L'energia totale annua prodotta dall'impianto fotovoltaico è di 86.000 kWh. Nel grafico si riporta l'energia prodotta mensilmente:

/ Rendimento energetico



Per il bilancio energetico si rimanda alla documentazione in allegato riferita all'ingegnere energetico sulla base dei profili di carico dell'impianto di climatizzazione collegato all'impianto fotovoltaico.

S T U D I O ARDIZZONE DIEGO ELETTROTECNICO CERTIFICATO ISO 9001:2000		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3736-rlpv.doc	00	02/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3736			
	Data 1° emissione: 06/2023			

CAP. 6 PRESCRIZIONI TECNICHE GENERALI E MISURE DI PROTEZIONE

Tutti i materiali impiegati nell'esecuzione delle opere saranno scelti fra quanto di meglio offre il mercato, considerando il rapporto qualità/prezzo, l'importanza della continuità di servizio e la facilità di reperimento delle apparecchiature in fase di esecuzione e/o manutenzione. Tutti gli apparecchi dovranno riportare i dati di targa e le eventuali istruzioni d'uso, utilizzando la simbologia del CEI e la lingua italiana. In ogni caso dovranno essere provvisti di un Marchio di Qualità e della marchiatura CE. Come prescritto dalle Norme di installazione degli impianti elettrici, i materiali utilizzati per l'esecuzione dell'impianto dovranno essere provvisti di uno dei seguenti marchi:

- IMQ (Marchio Italiano di Qualità) su tutti i prodotti per i quali il marchio è ammesso;
- CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano), se sussiste il regime di concessione di tale contrassegno;
- Marchio di Enti Autorizzati per tutti i componenti sottoposti a certificazioni.

N.B. Tutti i materiali avranno caratteristiche elettriche, meccaniche, climatiche e termiche ampiamente idonee all'esercizio normale e comunque adatti alle caratteristiche ambientali, alle condizioni di posa e di impiego per i quali sono destinati.

Il posizionamento dei componenti del generatore fotovoltaico (moduli, condutture e quadri di campo) devono essere posizionati ad almeno un metro dai dispositivi evacuatori di fumo e/o calore in modo da permetterne la corretta manutenzione e funzionamento.

Di seguito vengono riportate alcune prescrizioni da rispettare per la scelta dei materiale e dell'impianto.

Moduli fotovoltaici

Un modulo fotovoltaico è costituito da un insieme di celle fotovoltaiche collegate fra loro in blocchi in serie e/o in parallelo, fino ad ottenere i valori di tensione e corrente richieste.

Al fine di evitare fenomeni di surriscaldamento locale e danni al modulo dovuto ad ombreggiamenti localizzati su alcune celle è necessario prevedere moduli dotati di 2 o 4 diodi by-pass.

Per ricavare i dati nominali i moduli devono essere sottoposti a prove in condizioni standard (STC) definite a livello internazionale dalla Norma IEC/EN 60904.

I moduli fotovoltaici in Classe A (CEI 82-27) con tensione $>120V$ c.c. conformi alle norme EN 61730-1 e EN 61730-2 sono considerati in Classe II.

L'utilizzo di moduli in Classe B (senza protezione contro i contatti indiretti) è applicabile solo nelle zone recintate, inaccessibili alle persone comuni.

Ogni modulo deve disporre di una targa leggibile e indelebile su cui devono essere riportati i dati principali dello stesso. Il costruttore del modulo deve fornire inoltre tutti i dati necessari alla corretta progettazione: tensione e corrente nel punto di massima potenza, corrente nominale massima dei dispositivi di protezione contro le sovracorrenti (tipicamente fusibili), numero massimo

S T U D I O ARDIZZONE DIEGO ELETTROTECNICO CERTIFICATO ISO 9001:2000		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3736-rlpv.doc	00	02/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3736			
	Data 1° emissione: 06/2023			

raccomandato di moduli collegabili in serie/parallelo, temperatura NOCT della cella, coefficienti di temperatura per le variazioni di tensione e di potenza (coefficienti termici).

Un altro dato importante dei moduli fotovoltaici è il valore di tolleranza della potenza nominale, che determina la qualità costruttiva dei moduli. Un valore di tolleranza inferiore indica una minore disomogeneità nei moduli che andranno a comporre la stringa e di conseguenza una minore perdita dovuta alle correnti inverse circolanti tra le stringhe (perdite di mismatch).

I moduli fotovoltaici installati in attività soggette al controllo dei Vigili del Fuoco devono essere conformi, ai fini antincendio, alle norme CEI EN 61730-1 e CEI EN 61730-2.

Struttura di supporto dei moduli

I moduli saranno posizionati sulla copertura opportunamente fissati ad una struttura portante realizzata in alluminio e acciaio zincato, con canalina portacavi.

Inverter

L'inverter è costituito da un ponte di diodi in grado di convertire la corrente continua in corrente alternata adatta al collegamento alla rete BT.

Al fine di ridurre le componenti armoniche generate dall'inverter si ricorre generalmente all'utilizzo di trasformatori.

E' inoltre presente all'interno degli inverter un convertitore DC/DC che funge da inseguitore del punto di massima potenza (MPPT).

L'inverter adatta la frequenza e la tensione a quella di rete ai fini della messa in parallelo e si disattiva (stand-by) in mancanza di rete e nel caso in cui i valori di tensione in ingresso escano dal range di lavoro.

L'inverter dovrà essere insensibile alle variazioni di frequenza e di tensione provenienti dalla rete (Low Voltage Fault Ride Through) per evitare che un calo di tensione nella Rete provochi lo spegnimento dell'inverter.

L'inverter dovrà essere dotato di sistema di limitazione della potenza attiva immessa in Rete quando la tensione ai propri morsetti è prossima al valore $1,1 U_n$, oppure su segnale inviato dal Distributore.

L'inverter deve essere dotato di protezione interna conforme ai requisiti di norma al fine di separare lo stesso dalla rete:

- entro 0,2 s nel caso in cui le componenti continue immesse in rete superino il valore di 1A;
- entro 1 s nel caso in cui le componenti continue immesse in rete superino lo 0,5% della corrente nominale dell'inverter.

Nel caso in cui l'inverter sia sprovvisto di idoneo dispositivo interno, è ammesso l'utilizzo di trasformatori di separazione a 50Hz.

L'inverter dovrà essere idoneo allo stato del sistema fotovoltaico verso terra, al fine di coordinare correttamente il dispositivo di controllo.

S T U D I O ARDIZZONE DIEGO ELETTROTECNICO CERTIFICATO ISO 9001:2000		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3736-rlpv.doc	00	02/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3736			
	Data 1° emissione: 06/2023			

Conduttori impianto fotovoltaico

Saranno impiegati conduttori dotati di marchio IMQ, scelti in base alla classificazione degli ambienti in cui verranno installati ed alla tipologia del servizio svolto; dovranno rispondere alle Norme costruttive stabilite dal CEI ed alle Norme dimensionali stabilite dall'UNEL.

In particolare i cavi di collegamento dei moduli fotovoltaici e di collegamento tra le stringhe e il primo quadro o l'inverter dovranno essere resistenti ai raggi ultravioletti e adatti a temperature di funzionamento da -40°C a $+90^{\circ}\text{C}$, conformi alla norma CEI 20-91 con designazione H1Z2Z2-K, con tensione nominale U_0/U 1,5/1,5 kV in c.c..

Per la determinazione della portata dei cavi (Iz) in regime permanente, saranno impiegate le tabelle CEI/UNEL applicando i coefficienti di riduzione relativi alle condizioni di installazione ed al raggruppamento dei cavi, considerando le seguenti temperature ambiente:

- 70°C per i cavi posati nella zona posteriore ai moduli fotovoltaici;
- 40°C per i cavi posati all'interno di tubazioni esposte al sole;
- 30°C negli altri ambienti.

La caduta di tensione percentuale dell'impianto fotovoltaico tra le stringhe e il punto di parallelo con la rete BT non dovrà essere superiore al 2%.

Tubazioni protettive

Un sistema di tubi è costituito dai tubi protettivi destinati a ricevere i cavi per infilaggio e dai relativi accessori (manicotti, curve, raccordi, sistemi di fissaggio, ecc.).

Per la posa dei cavi solari di collegamento dei moduli fotovoltaici è consentito l'utilizzo degli appositi vani portacavi della struttura di supporto dei moduli, rispettando i raggi minimi di curvatura previsti dalla norma CEI 20-67.

Per la posa dei cavi di collegamento tra le stringhe e il primo quadro o inverter devono essere utilizzati canali o tubazioni adatte alla protezione dei cavi dalle sollecitazioni meccaniche e dai raggi ultravioletti.

La scelta del tubo protettivo deve essere effettuata essenzialmente in relazione a:

- tipo di posa;
- sollecitazioni meccaniche;
- ambiente di posa;
- numero, tipo e sezione dei cavi;
- tipo di impianto.

Nella posa sotto traccia si utilizzano i tubi pieghevoli di tipo medio o pesante.

S T U D I O ARDIZZONE DIEGO ELETTROTECNICO CERTIFICATO ISO 9001:2000		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3736-rlpv.doc	00	02/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3736			
	Data 1° emissione: 06/2023			

Quadri elettrici e scatole di giunzione

I quadri elettrici e le scatole di giunzione esposti alle intemperie devono avere un grado di protezione minimo IP54 e realizzati con materiali resistenti ai raggi ultravioletti.

L'ingresso dei cavi nei quadri e nelle scatole deve avvenire tramite appositi pressacavi con ghiera avvitabile, non sono ammessi pressacavi in gomma o di altra tipologia.

Ogni conduttore ed ogni apparecchio contenuto nei quadri e nelle scatole dovrà essere chiaramente identificabile con sigla di riferimento nello schema elettrico. Ogni quadro deve essere fornito di una o più targhe, scritte in maniera indelebile e poste in modo da essere visibili, con le caratteristiche principali. Tutti i quadri elettrici dovranno possedere il marchio CE apposto dal Costruttore.

I quadri elettrici dovranno essere conformi alle Norme CEI 17-113 e CEI 17-114. La norma CEI 23-51 potrà essere applicata al lato in corrente continua solo nel caso in cui la corrente nominale sia $\leq 125A$, la tensione nominale $\leq 440V$, la temperatura $\leq 25^{\circ}C$, la corrente di corto circuito sia $\leq 10kA$.

Il Costruttore avrà cura di compilare e conservare, per ogni quadro elettrico, un fascicolo tecnico indicante le caratteristiche principali e gli esiti delle prove previste dalla normativa vigente.

Insieme al quadro elettrico verrà consegnato lo schema elettrico aggiornato e le chiavi delle serrature.

Connessioni

Le connessioni devono essere realizzate a regola d'arte, con appositi connettori al fine di evitare la formazione di punti caldi e pericolo di incendio. Allo scopo potranno essere utilizzati connettori tipo Multicontract, Radox, Tyco, Amphenol, dotati di guarnizione per la tenuta stagna.

I connettori lato c.c. devono essere manovrati esclusivamente in assenza di carico e devono riportare apposita simbologia stampigliata, o idonea segnalazione (cartello) che dovrà essere posizionato dall'installatore nelle immediate vicinanze del connettore, riportante la dicitura "Non scollegare sotto carico".

Al fine di ridurre fenomeni di corrosione elettrolitica si deve evitare la giunzione diretta tra materiali metallici di diversa natura (rame-alluminio), utilizzando specifici morsetti per l'accoppiamento rame-alluminio o mediante l'utilizzo di morsetti con potenziale elettrochimico intermedio.

Nelle tubazioni e nei condotti è da escludere la presenza di giunzioni o di morsetti di derivazione, inoltre non sono ammesse le derivazioni a "T" direttamente delle tubazioni, ma solamente con l'utilizzo di apposite scatole di derivazione.

È vietata la posa nelle stesse tubazioni di cavi di distribuzione elettrica e di cavi telefonici, televisivi o citofonici, tranne nel caso in cui i cavi abbiano tutti lo stesso grado di isolamento alla tensione maggiore.

Provvedimenti antifrode

Al fine di evitare manomissioni si dovrà provvedere alla sigillatura delle calotte dei contatori, delle morsettiere dei TV e dei TA e delle eventuali morsettiere di sezionamento. Dovranno essere protetti dalle manomissioni i cavi secondari dei gruppi di misura ad

S T U D I O ARDIZZONE DIEGO ELETTROTECNICO CERTIFICATO ISO 9001:2000		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3736-rlpv.doc	00	02/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3736			
	Data 1° emissione: 06/2023			

inserzione semidiretta e indiretta, mediante utilizzo di cavi schermati con schermo messo a terra o cavi non schermati posti all'interno di tubi protettivi in acciaio.

Il tratto di collegamento tra gli inverter e il gruppo di misura dovrà essere realizzato con linee posate in tubi protettivi dedicati (un tubo per ogni linea).

Comando di emergenza

Il comando di emergenza, quando richiesto sulla base della valutazione dei rischi o perché obbligatorio (attività soggette al controllo dei vigili del fuoco) deve mettere fuori tensione tutti gli impianti (ad eccezione di quelli di sicurezza) che transitano all'interno dello stesso compartimento antincendio, compreso le apparecchiature dell'impianto fotovoltaico.

Con l'azionamento del comando di emergenza nulla deve rimanere in tensione all'interno del compartimento antincendio ad eccezione dei servizi di sicurezza.

Tutti gli impianti fotovoltaici installati in un'attività soggetta al controllo dei Vigili del Fuoco (DPR 151/11, tipo A, B, e C) dovranno essere dotati di comando di emergenza e apposita segnaletica di sicurezza indipendentemente dalla loro data di installazione.

Prescrizioni ai fini antincendio

L'installazione dell'impianto fotovoltaico a servizio di attività soggette ai "controlli di prevenzione incendi" richiede l'avvio di una pratica con il Comando provinciale dei Vigili del Fuoco.

Nel caso in cui il nuovo impianto non modifichi le preesistenti condizioni di sicurezza è comunque richiesta la presentazione della SCIA per l'aggiornamento della pratica esistente.

Il campo fotovoltaico dovrà essere posizionato su parti incombustibili o, in alternativa dovrà essere valutata la possibilità di installazione di uno strato di materiale incombustibile e resistente al fuoco EI30.

Dovranno essere posizionati appositi segnali di pericolo con la scritta "Attenzione impianto fotovoltaico in tensione durante le ore diurne (...V)" in corrispondenza dei seguenti punti:

- in tutti i varchi di accesso all'edificio;
- nelle aree accessibili dove è posizionato l'impianto fotovoltaico (vano quadri elettrici, locale inverter, botola accesso sottotetto, porta di accesso al sottotetto, lucernari di accesso alla copertura)
- sulle condutture ogni 10m.

Altre prescrizioni impiantistiche

In caso di utilizzo di generatori monofase per il collegamento alla rete trifase del Distributore, lo squilibrio di potenza tra la fase maggiore e la minore non deve superare i 6kW (CEI 0-21 art. 8.3)

L'avviamento del generatore fotovoltaico alla rete deve avvenire con un gradiente di potenza non superiore a quello stabilito dal Distributore (CEI 0-21 art. 8.4.1.3)

Parallelo con la rete BT

S T U D I O ARDIZZONE DIEGO ELETTROTECNICO CERTIFICATO ISO 9001:2000		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3736-rlpv.doc	00	02/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3736			
	Data 1° emissione: 06/2023			

Il collegamento dell'impianto fotovoltaico alla rete BT di distribuzione richiede l'osservazione di particolare regole al fine di non introdurre disturbi nella rete BT o alimentare la rete BT se questa è fuori tensione.

Nello specifico la Norma CEI 0-21 richiede l'utilizzo dei seguenti dispositivi:

- dispositivo generale (DG): per separare l'intero impianto elettrico dalla rete BT;
- dispositivo di interfaccia (DDI): per separare l'impianto fotovoltaico dalla rete su comando del sistema di protezione di interfaccia (SPI);
- di positivo di generatore (DDG, uno per inverter): separa il generatore dall'impianto.

Negli schemi elettrici allegati al progetto sono riportate le sigle identificative dei dispositivi richiesti a Norma CEI 0-21.

Documentazione finale

Al termine dei lavori sull'impianto elettrico la ditta installatrice dovrà rilasciare la seguente documentazione:

• Dichiarazione di conformità relativa agli interventi eseguiti completa degli allegati obbligatori (iscrizione alla camera di commercio, elenco marche utilizzate, ecc.)
• Copia del Test report del Sistema di Protezione di Interfaccia tramite prova con apposita cassetta relè eseguita da tecnico abilitato secondo le modalità prevista dalla Norma CEI 0-21,
• Compilazione dei moduli richiesti per l'attivazione dell'impianto fotovoltaico previste dal GSE e dalla CEI 0-21
• Copia della denuncia di Officina di energia elettrica all'Agenzia delle Entrate
• Libretti di uso e manutenzione relative alle apparecchiature installate e libretti di garanzia delle apparecchiature installate,
• Disegni "AS BUILT" a fine lavori completo dei disegni planimetrici, degli schemi elettrici dei quadri e di tutta la documentazione necessaria facente parte il progetto redatta in triplice copia in formato cartaceo
• Certificazione CE dei quadri elettrici installati con stesura dell'apposito documento di prova e fascicolo tecnico indicante le prove di tipo, il collaudo, il calcolo della sovratemperatura (ove richiesto) secondo le normative vigenti
• Registro delle verifiche iniziali relativo agli impianti realizzati e/o modificati (con relativo svolgimento delle verifiche iniziali e delle prove strumentali previste, quali resistenza di terra, prove di isolamento, prove di intervento differenziali, prove di continuità, ecc)
• Un verbale redatto a computer con programma di videoscrittura per eseguire le verifiche periodiche ai sensi delle leggi e normative vigenti. Suddetto verbale dovrà essere consegnato in formato cartaceo ed informatico.
• Un verbale redatto a computer con programma di videoscrittura per eseguire le manutenzioni degli impianti elettrici in funzione delle apparecchiature installate (impianti di forza motrice, luce ed impianti speciali). Suddetto verbale dovrà essere consegnato in formato cartaceo ed informatico.

Il tutto dovrà essere consegnato in apposita busta o contenitore rigido.

S T U D I O ARDIZZONE DIEGO ELETTROTECNICO CERTIFICATO ISO 9001:2000		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3736-rlpv.doc	00	02/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3736			
	Data 1° emissione: 06/2023			

CAP. 7 IMPIANTO DI TERRA E COLLEGAMENTI EQUIPOTENZIALI

L'impianto di terra a valle del punto di parallelo (impianto utilizzatore) risulta escluso dal presente progetto in quanto esistente. Verranno di seguito riportate le indicazioni per un corretto coordinamento per la protezione contro i contatti indiretti e per i collegamenti equipotenziali al nuovo impianto fotovoltaico.

Definizione del sistema fotovoltaico

In mancanza di un trasformatore di separazione dalla rete (richiesto nel caso in cui vi siano elevate componenti continue immesse in rete), l'impianto fotovoltaico diventa una estensione della rete (sistema TT).

Nel caso in cui per intervento di un interruttore o per il sezionamento dell'inverter, l'impianto fotovoltaico si configura come un sistema IT non avendo parti attive collegate direttamente a terra.

Coordinamento con le protezioni differenziali

Vengono di seguito riportate le indicazioni per consentire un corretto coordinamento con le protezioni differenziali contro i contatti indiretti.

Il collegamento dell'impianto fotovoltaico alla rete BT non produce cambiamenti sullo stato delle protezioni delle masse esistenti dell'impianto utilizzatore. Tutte le masse dell'impianto utilizzatore devono essere protette da interruttori differenziali (sistema TT). L'eventuale guasto di un apparecchio dell'impianto utilizzatore produce l'intervento dell'interruttore differenziale posto a protezione del circuito di alimentazione, attraversato dalla corrente di guasto a terra dovuta alla rete e al generatore fotovoltaico.

La protezione delle masse a monte del punto di parallelo BT, deve essere garantita da un interruttore differenziale posto a valle dell'ultima massa. Lo stesso provvede alla protezione delle masse a monte dell'inverter (lato c.c.). Gli interruttori differenziali posti a valle dell'inverter devono essere di tipo B adatto alle correnti non sinusoidali verso terra introdotte dall'inverter.

A seguito dell'intervento del differenziale l'impianto fotovoltaico si configura come un Sistema IT, dove la resistenza di terra deve soddisfare la condizione:

$$R_e \leq 120 \text{ V} / I_d$$

Dove I_d si riferisce alla corrente di guasto a terra.

Condizione solitamente soddisfatta in quanto l'impianto di terra dell'utilizzatore è dimensionato per valori più vincolanti.

Dovrà comunque essere verificato il valore della resistenza di terra esistente e adeguato l'impianto di terra nel caso fornisca un risultato superiore a quello massimo ammesso.

Collegamenti equipotenziali

Il nuovo impianto fotovoltaico prevede l'utilizzo di moduli realizzati in Classe II di isolamento.

S T U D I O ARDIZZONE DIEGO ELETTROTECNICO CERTIFICATO ISO 9001:2000		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3736-rlpv.doc	00	02/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3736			
	Data 1° emissione: 06/2023			

Per i collegamenti delle stringhe sono previsti “cavi solari” con guaina e isolamento rinforzato, aventi tensione nominale U_0/U pari a 1,5/1,5 kV pertanto considerati in Classe II per tensioni in continua fino a 1.035V. Lo stesso dicasi per condutture in tubo protettivo isolante.

Le strutture metalliche di supporto dei moduli fotovoltaici e gli altri componenti dell'impianto (lato c.c.) saranno realizzati in Classe II di isolamento e pertanto non necessitano di collegamento a terra.

E' previsto comunque un collegamento a terra funzionale delle strutture di supporto al fine di permettere il funzionamento del dispositivo di controllo dell'isolamento interno all'Inverter.

CAP. 8 CONSEGNA, VERIFICHE E MANUTENZIONE DEGLI IMPIANTI

Dopo la data di ultimazione dei lavori ed il rilascio del relativo certificato, si dovrà procedere al collaudo degli impianti che potrà essere preceduto, su richiesta del Committente o della Ditta Appaltatrice, da una verifica provvisoria degli impianti.

Collaudo definitivo degli impianti

Il collaudo definitivo degli impianti deve avere inizio entro la data prevista dal Capitolato speciale d'appalto oppure, in difetto, entro e non oltre sei mesi dalla data del certificato di ultimazione dei lavori. Scopo del collaudo definitivo è quello di accertare che gli impianti siano in tutto corrispondenti a quanto precisato nel Capitolato speciale d'appalto, tenendo anche conto delle eventuali modifiche concordate.

Il collaudo deve verificare la rispondenza dell'impianto alle:

- disposizioni di legge;
- prescrizioni dei VV.FF.;
- prescrizioni particolari concordate in sede di offerta;
- Norme CEI relative al tipo di impianto.

Ferre restando le normali verifiche e prove che devono essere rispettate per la rispondenza dell'impianto elettrico esistente alle disposizioni di legge e alle Norme CEI, è necessario eseguire specifiche operazioni per la messa in funzione e il corretto mantenimento dell'impianto fotovoltaico.

Gli esiti di tutte le verifiche nonché degli interventi di manutenzione devono essere riportate su apposito registro che dovrà accompagnare la documentazione tecnica dell'impianto fotovoltaico. Nel registro vanno annotate anche le condizioni ambientali al momento dello svolgimento delle misure, le caratteristiche e matricola degli strumenti utilizzati.

8.1 Verifiche iniziali

Si riportano di seguito alcune verifiche specifiche per gli impianti fotovoltaici che l'installatore è tenuto ad eseguire prima della messa in servizio dell'impianto.

S T U D I O ARDIZZONE DIEGO ELETTROTECNICO CERTIFICATO ISO 9001:2000		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3736-rlpv.doc	00	02/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commissa: 3736			
	Data 1° emissione: 06/2023			

Esame a vista

L'esame a vista ha lo scopo di verificare che gli ombreggiamenti siano quelli previsti a progetto, che i componenti siano integri, installati correttamente ed idonei all'utilizzo.

I principali punti da verificare nell'impianto fotovoltaico sono i seguenti:

Moduli:

- Verifica corretto fissaggio della struttura di sostegno porta moduli e della copertura su cui poggia la struttura;
- Verifica della pulizia dei moduli e presenza di eventuali tracce di umidità che indicano la perdita del grado di isolamento;
- Verifica dei collegamenti equipotenziali e dello stato dei morsetti di terra;
- Verifica dei dati di targa e delle marcature dei componenti;

Cavi, quadri e connessioni:

- Verifica rispondenza dei quadri con il progetto;
- Verifica del tipo di cavo e della posa;
- Verifica della corretta identificazione dei circuiti;
- Verifica idoneità delle connessioni e serraggio dei morsetti;
- Verifica dei collegamenti equipotenziali e dello stato dei morsetti di terra;
- Verifica dei dati di targa e delle marcature dei componenti;
- Verifica corretto posizionamento dei cartelli ammonitori

Inverter:

- Verifica della corretta installazione;
- Verifica delle segnalazioni di corretto funzionamento o delle anomalie;
- Verifica del corretto collegamento tra i sottoquadri;
- Verifica corretta ventilazione;
- Verifica dei dati di targa e delle marcature dei moduli e degli altri componenti;

Prove sugli impianti

Terminati gli esami a vista, prima della messa in servizio dell'impianto fotovoltaico, si devono eseguire le seguenti prove:

- Verifica delle tensioni e correnti di stringa;
- Misura dell'isolamento dei circuiti;
- Verifica dei collegamenti equipotenziali;
- Prova di avviamento dell'inverter;
- Prova di mancanza rete elettrica;

8.2 Manutenzione dell'impianto fotovoltaico

Un impianto fotovoltaico correttamente dimensionato e mantenuto può avere una durata di 25-30 anni.

S T U D I O ARDIZZONE DIEGO ELETTROTECNICO CERTIFICATO ISO 9001:2000		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3736-rlpv.doc	00	02/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3736			
	Data 1° emissione: 06/2023			

Le operazioni di manutenzione permettono di individuare precocemente eventuali guasti o criticità che potrebbero ridurre la produzione energetica annua. Un ausilio all'attività di manutenzione è dato dalla possibilità degli inverter di trasmettere in remoto i parametri elettrici principali dell'impianto, consentendo una risoluzione immediata delle anomalie.

L'attività di manutenzione può essere svolta solo da personale con qualifica PEI "Persona Idonea per i lavori elettrici sotto tensione a contatto fino a 1500V in corrente continua" (come richiesto dalla Norma CEI 11-27), in quanto l'impianto a monte dei dispositivi di sezionamento resta comunque in tensione.

L'attività di manutenzione si suddivide in:

- Esami a vista;
- Interventi programmati sull'impianto.

Gli esami a vista e strumentali dovranno essere svolti ogni 12 mesi se non diversamente specificato, preferibilmente all'inizio della primavera in modo da risolvere eventuali anomalie prima del periodo di produzione estivo. E' buona prassi eseguire un controllo delle apparecchiature poste all'esterno in occasione di eventi atmosferici di particolare intensità (grandinate, nubifragi, forti nevicate)

Esame a vista

Oltre alla ripetizione degli esami a vista iniziali, nella verifica periodica si dovrà provvedere alla:

- Verifica della corrosione delle cornici dei moduli;
- Verifica dello stato delle cassette, delle connessioni, dei pressacavi; in particolare si dovrà rilevare la presenza di acqua, segni di bruciature, danneggiamenti meccanici, fessurazioni o alterazioni dell'isolamento;
- Verifica dello stato dei fusibili e degli organi di manovra;
- Verifica dello stato degli scaricatori di sovratensione.

Interventi programmati sull'impianto

Consistono nella:

- Esecuzione delle operazioni previste dal costruttore dell'Inverter (pulizia involucro, verifica allarmi, ecc.);
- Pulizia dei moduli fotovoltaici.

8.3 Verifiche periodiche per gli impianti in parallelo alla rete del Distributore

Per gli impianti fotovoltaici collegati alla rete del Distributore è necessario provvedere alle seguenti verifiche.

Tempi di intervento dell'SPI

Per impianti con potenza >11,08kW deve essere svolta una verifica ogni cinque anni del dispositivo SPI tramite cassetta relè o autotest (nel caso l'SPI sia integrata all'Inverter), con rilevamento dei tempi di apertura del Dispositivo di Interfaccia. L'esito della verifica deve essere comunicato al Distributore attraverso specifica modulistica.

S T U D I O ARDIZZONE DIEGO ELETTROTECNICO CERTIFICATO ISO 9001:2000		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3736-rlpv.doc	00	02/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3736			
	Data 1° emissione: 06/2023			

Regolazioni delle protezioni SPG e SPI

Per gli utenti collegati in parallelo alla linea MT del Distributore è richiesto ogni anno la verifica visiva della regolazione delle protezioni SPG e SPI, da riportare su apposito modulo del regolamento di esercizio.

CAP. 9 ADEMPIMENTI PER L'ATTIVAZIONE DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO

L'Impresa che provvederà alla realizzazione del nuovo impianto fotovoltaico dovrà farsi carico anche delle procedure di connessione alla rete, secondo le regole disposte dalle Autorità (GSE, ARERA, ecc.), al fine di fornire l'impianto "chiavi in mano" alla Amministrazione, che dovrà comunque provvedere al pagamento degli oneri necessari.

Si riportano di seguito alcune indicazioni non esaustive utili ad identificare le procedure di connessione, fermo restando l'obbligo da parte dell'Impresa di attuare tutte le procedure necessarie al fine di connettere l'impianto alla rete BT in funzione delle modalità e degli incentivi scelti dalla Amministrazione.

L'iter ha inizio con la richiesta di preventivo al gestore per la connessione alla rete del nuovo impianto fotovoltaico. Nella richiesta di preventivo dovranno essere specificati i dati dell'impianto esistente e del nuovo impianto (numero e potenza dei generatori, posizione dei dispositivi di comando, descrizione degli organi di protezione sezionamento con riferimento al DG e al DDI).

La richiesta di preventivo è onerosa e in funzione della potenza immessa dal futuro impianto fotovoltaico secondo le seguenti fasce:

€ 30 fino a 6 kW;

€ 50 oltre 6 kW e fino a 10kW; ;

€ 100 oltre 10 kW e fino a 50kW;

€ 200 oltre 50 kW e fino a 100 kW;

A seguito dell'accettazione del preventivo verrà predisposto da parte del gestore il "Regolamento di esercizio" che dovrà essere accettato da parte del titolare dell'impianto.

Il costo della connessione è stabilito dall'ARERA all'art. 12 All.A dell'ARG/elt 99/08, prendendo l'importo minore risultante dalle seguenti formule:

$$A = [35 P + 90 P D_A + 100] \text{ €}$$

$$B = [4 P + 7,5 P D_B + 6000] \text{ €}$$

Dove:

P, esprime la potenza in kW disponibile in immissione ai fini della connessione (non potenza di picco);

DA, è la distanza, in km, tra il punto di connessione e la più vicina cabina di trasformazione media/bassa tensione del gestore;

I costi di connessione saranno sostenuti dalla

Successivamente si dovrà provvedere alla registrazione dell'impianto sul portale Gaudì di Terna e all'ottenimento del codice CENSIP che identificherà in modo univoco l'impianto fotovoltaico sulla rete di trasmissione nazionale.

S T U D I O ARDIZZONE DIEGO ELETTROTECNICO CERTIFICATO ISO 9001:2000		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3736-rlpv.doc	00	02/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3736			
	Data 1° emissione: 06/2023			

Con la comunicazione al gestore della fine lavori e la trasmissione di tutti i documenti di conformità si potrà definire la data di connessione dell'impianto, durante la quale il gestore provvederà all'installazione del contatore bidirezionale a valle dell'inverter fotovoltaico, e alla sostituzione del contatore esistente con uno bidirezionale.

A seguito della connessione dell'impianto fotovoltaico si dovrà stipulare la convenzione con il GSE (Gestore dei Servizi Energetici) per l'attivazione dell'incentivo scelto (ad es. scambio sul posto)

Officina elettrica per impianti di potenza di picco superiore a 20kW

Per gli impianti fotovoltaici con potenza di picco superiore a 20kW oltre agli adempimenti per la connessione alla rete elettrica è necessario fare denuncia di "Officina di produzione elettrica" all'Agenzia delle Dogane del territorio competente, al fine di consentire il pagamento delle Accise sull'energia autoconsumata.

L'obbligo di licenza o di presentazione di Officina Elettrica impone al proprietario dell'impianto fotovoltaico di:

- al pagamento delle Accise sull'energia autoconsumata;
- alla compilazione del registro di produzione di energia da fonti rinnovabili;
- al pagamento annuale all'Agenzia delle dogane del territorio competente del diritto di licenza;
- alla presentazione della dichiarazione annuale all'Agenzia delle dogane sui consumi energetici annuali.

Procedura semplificata

Per impianti fotovoltaici di potenza inferiore a 20kW che accedono allo scambio sul posto è possibile seguire la procedura semplificata come previsto dal DM 19/5/15.

Tale procedura prevede la compilazione di un modello unico costituito da due parti, una da consegnare al gestore di rete prima dell'inizio lavori ed una seconda parte al termine dei lavori.

A seguito di conferma della fattibilità di connessione sarà il gestore a provvede al caricamento dei dati sul portale Gaudi di Terna, alla comunicazione dei dati al GSE e all'invio dei dati alla Regione (se richiesti), nonché al completamento dell'iter burocratico al termine dei lavori.

S T U D I O ARDIZZONE DIEGO ELETTROTECNICO CERTIFICATO ISO 9001:2000		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3736-rlpv.doc	00	02/06/2023	EMISSIONE INIZIALE
	Commessa: 3736			
	Data 1° emissione: 06/2023			

/ Indice

Panoramica progetti	2
Fact Sheet	2
Dimensionamento dell'inverter	3
Dimensionamento dei collegamenti	4
Dimensionamento gestione energetica	6
Note	7
Autoconsumo (corrente)	8
Valori mensili	9
Analisi della redditività	10
Valutazione dei costi non vincolante	11
Progetto del tetto	13

STUDIO ELETTROTECNICO
DIEGO PER. IND. ARDIZZONE
VIA G. SORA 10
24020 FIORANO AL SERIO (BG)

TEL. 035711020
EMAIL INFO@STUDIOARDIZZONE.IT
www.studioardizzone.it

STUDIO ELETTROTECNICO • DIEGO PER. IND. ARDIZZONE • VIA G. SORA 10 •
24020 FIORANO AL SERIO (BG)

COMUNE DI URGNANO
VIA CESARE BATTISTI 74
24059 URGNANO
Italia

Progetto: 3736-URGNANO-MENSA
Numero del progetto: ---

Ubicazione: Italia / Urgnano
Tensione di rete: 230V (230V / 400V)

Panoramica del sistema

60 x SunPower SPR-P6-505-COM-S-BF (02/2022) (Edificio 1: Superficie 1)

Azimut: 0 °, Inclinazione: 0 °, Tipo di montaggio: Tetto, Picco di potenza: 30,30 kWp



2 x SMA STP 15000TL-30

Dati dimensionamento FV

Numero complessivo moduli fotovoltaici:	60	Rendimento specifico di energia*:	978 kWh/kWp
Picco di potenza:	30,30 kWp	Perdite di linea (in % sull'energia FV):	0,19 %
Numero di inverter FV:	2	Carico asimmetrico:	0,00 VA
Potenza nominale CA degli inverter FV:	30,00 kW	Consumo di energia annuo:	54.557 kWh
Potenza attiva CA:	30,00 kW	Autoconsumo:	18.778 kWh
Rapporto potenza attiva:	99 %	Quota di autoconsumo:	63,3 %
Rendimento annuo di energia*:	29.648 kWh	Quota di autarchia:	34,4 %
Fattore di utilizzo dell'energia:	100 %	Riduzione di CO ₂ dopo 20 anni:	199 t
Performance Ratio*:	85,8 %		

*Importante: i valori di rendimento visualizzati sono dati approssimativi rilevati matematicamente. SMA Solar Technology AG non si assume alcuna responsabilità per il valore di rendimento effettivo, che può differire dai valori di rendimento qui visualizzati. Eventuali differenze possono dipendere da svariati fattori esterni, come ad es. imbrattamento dei moduli fotovoltaici o variazioni del grado di efficacia degli stessi.

Il suo sistema energetico a colpo d'occhio

/ Progetto: 3736-URGNANO-MENSA

STUDIO ELETTROTECNICO
DIEGO PER. IND. ARDIZZONE
VIA G. SORA 10
24020 FIORANO AL SERIO (BG)
TEL. 035711020
EMAIL INFO@STUDIOARDIZZONE.IT
www.studioardizzone.it

Numero del progetto: ---
Ubicazione: Italia / Ugnano
Data: 07/06/2023

Creato con Sunny Design 5.50.2
© SMA Solar Technology AG 2023



/ Sistema energetico

Impianto FV

Inverter FV

2 x SMA STP 15000TL-30

Generatori FV

60 x SunPower SPR-P6-505-COM-S-BF

Componenti aggiuntivi

Gestione energetica

1 x Sunny Home Manager 2.0

1 x Sunny Portal

Dimensioni del sistema

Impianto FV

30,30 kWp

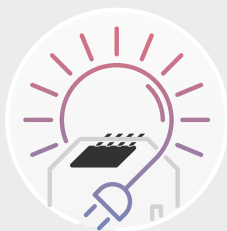
/ Vantaggi



Powered by SMA Sunny Design



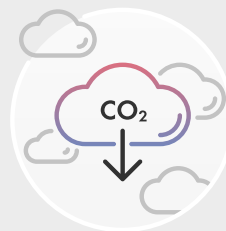
1.402 EUR
Retribuzione nel primo anno



34,4 %
Quota di autarchia



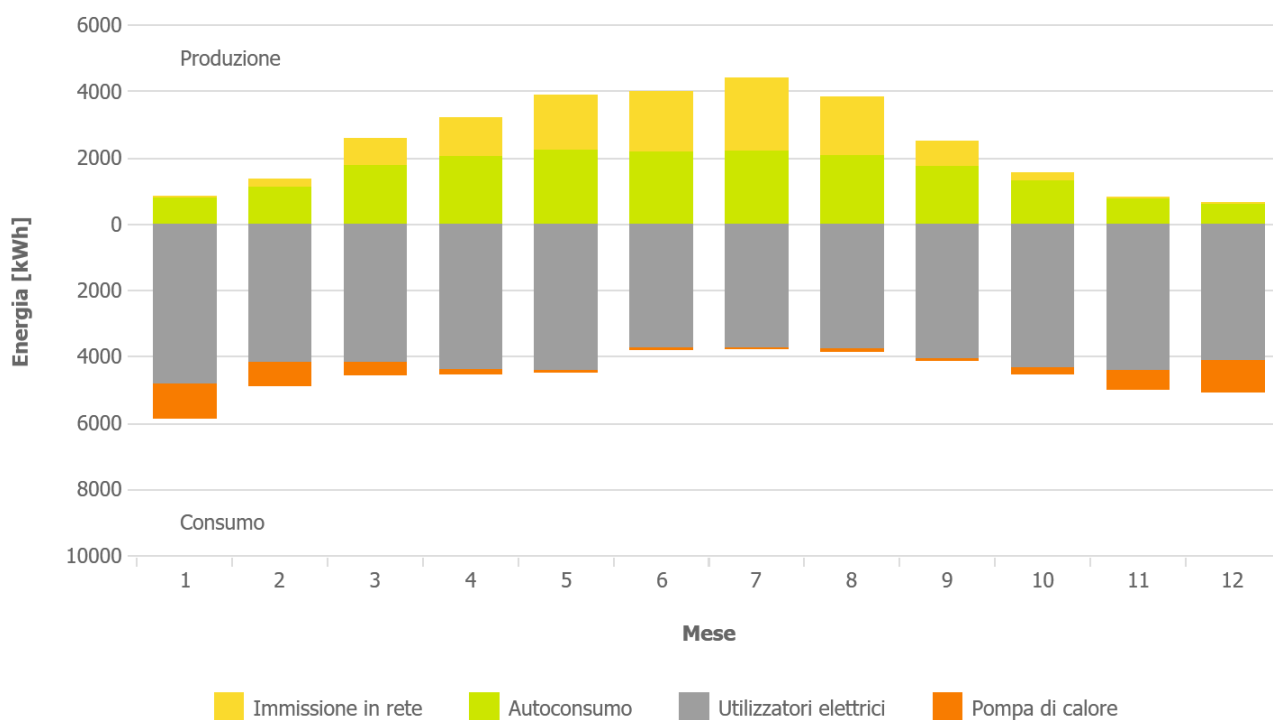
548 EUR
Costi per la corrente risparmiati al mese



199 t
Riduzione di CO₂ dopo 20 anni

Risparmio complessivo dopo 20 anno/i: 95.169 EUR

Bilancio energetico



Dimensionamento dell'inverter

Progetto: 3736-URGNANO-MENSA

Numero del progetto: ---

Ubicazione: Italia / Ugnano

Temperatura ambiente:

Temperatura minima: -5 °C

Temperatura di dimensionamento: 28 °C

Temperatura massima: 37 °C

/ Progetto parziale Progetto parziale 1

2 x SMA STP 15000TL-30 (Parte dell'impianto 1)

Picco di potenza:	30,30 kWp
Numero complessivo moduli fotovoltaici:	60
Numero di inverter FV:	2
Potenza CC max (cos φ = 1):	15,33 kW
Potenza attiva CA max (cos φ = 1):	15,00 kW
Tensione di rete:	230V (230V / 400V)
Rapporto potenza nominale:	101 %
Fattore di dimensionamento:	101 %
Fattore di sfasamento (cos φ):	1
Ore a pieno carico:	988,3 h



Dati dimensionamento FV

Ingresso A: Edificio 1: Superficie 1

15 x SunPower SPR-P6-505-COM-S-BF (02/2022), Azimut: 0 °, Inclinazione: 0 °, Tipo di montaggio: Tetto

Ingresso B: Edificio 1: Superficie 1

15 x SunPower SPR-P6-505-COM-S-BF (02/2022), Azimut: 0 °, Inclinazione: 0 °, Tipo di montaggio: Tetto

	Ingresso A:	Ingresso B:
Numero delle stringhe:	1	1
Moduli fotovoltaici:	15	15
Picco di potenza (ingresso):	7,58 kWp	7,58 kWp
Tensione CC min. INVERTOR (Tensione di rete 230 V):	150 V	150 V
Tensione fotovoltaica tipica:	✓ 501 V	✓ 501 V
Tensione fotovoltaica min.:	475 V	475 V
Tensione CC max (Inverter):	1000 V	1000 V
Tensione fotovoltaica max.	✓ 697 V	✓ 697 V
Corrente d'ingresso max per l'inseguimento MPP:	33 A	33 A
Corrente max generatore:	✓ 13,9 A	✓ 13,9 A
Corrente di cortocircuito max per l'inseguimento MPP:	43 A	43 A
Corrente di cortocircuito max FV	✓ 14,8 A	✓ 14,8 A

Fattore di sfasamento minimo

Questi inverter vengono consegnati comprensivi di SMA ShadeFix. SMA ShadeFix è un software brevettato per inverter, che

permette di ottimizzare automaticamente il rendimento degli impianti fotovoltaici in ogni situazione, anche in presenza di ombreggiamenti.

Dimensionamento dei collegamenti

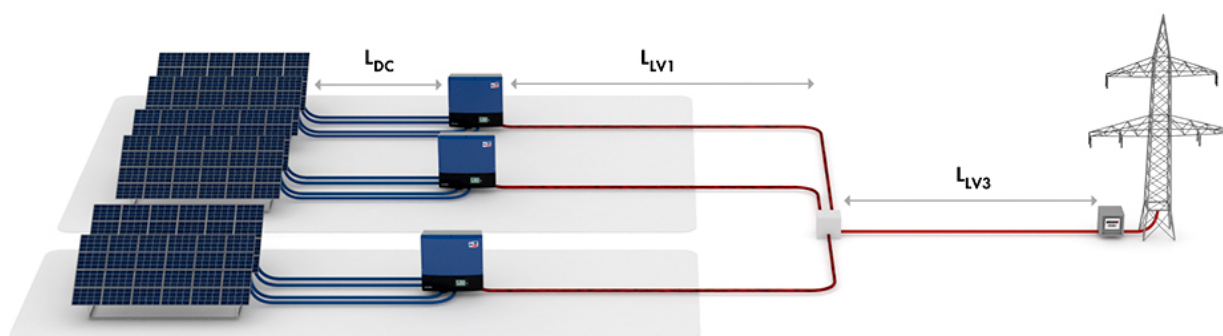
Progetto: 3736-URGNANO-MENSA
Numero del progetto: ---

Ubicazione: Italia / Urignano

Panoramica

	✓ DC	✓ LV	✓ Totale
Dissipazione di potenza a funz. nominale	106,85 W	201,51 W	308,36 W
Dissipazione di potenza relativa a funz. nom.	0,38 %	0,74 %	1,12 %
Lunghezza totale della linea	80,00 m	30,00 m	110,00 m
Sezione della linea	2,5 mm ²	6 mm ²	2,5 mm ² 6 mm ²

Grafico



Linee DC

		Materiale della linea	Singola lunghezza della linea	Sezione della linea	Caduta di tensione	Dissipazione di potenza rel.
Progetto parziale 1						
	2 x SMA STP 15000TL-30	A Rame	10,00 m	2,5 mm ²	1,9 V	0,38 %
	Parte dell'impianto 1	B Rame	10,00 m	2,5 mm ²	1,9 V	0,38 %

Linee LV1

		Materiale della linea	Singola lunghezza della linea	Sezione della linea	Resistenza di linea	Dissipazione di potenza rel.
Progetto parziale 1						
	2 x SMA STP 15000TL-30	Rame	10,00 m	6 mm ²	R: 9,556 mΩ	0,25 %
	Parte dell'impianto 1				XL: 0,750 mΩ	

Linea LV3

Materiale della linea	Singola lunghezza della linea	Sezione della linea	Resistenza di linea	Dissipazione di potenza rel.
Rame	10,00 m	6 mm ²	R: 28,667 mΩ XL: 0,750 mΩ	0,49 %

Dimensionamento gestione energetica

Progetto: 3736-URGNANO-MENSA
Numero del progetto: ---

Ubicazione: Italia / Urgnano

Impianto FV

Progetto parziale 1



2 x SMA STP 15000TL-30
Parte dell'impianto 1

Monitoraggio dell'impianto

Interno all'impianto



Sunny Home Manager 2.0
La centrale di controllo con dispositivo di misurazione integrato per la gestione energetica intelligente

Esterno



Sunny Portal
Portale Internet per il monitoraggio degli impianti, la visualizzazione e la presentazione dei dati relativi all'impianto

Note



Sunny Home Manager 2.0



Per gestire l'immagazzinamento e limitare l'immissione di potenza attiva è necessario che il dispositivo di misurazione interno del Sunny Home Manager 2.0 per la misurazione dell'immissione in rete e del prelievo dalla rete sia collegato e configurato (si veda guida di progettazione "SMA Smart Home").



Generale



La portata massima della comunicazione è pari a 100 m sia tramite Bluetooth® Wireless Technology all'aperto che tramite Speedwire (SMA Ethernet).

Note

✓ **3736-URGNANO-MENSA**

- i* In Italia gli impianti FV devono essere in grado di produrre potenza reattiva secondo la norma CEI 0-21. Il fattore di sfasamento degli inverter utilizzati viene impostato a 1. Se il gestore di rete ha set point diversi, essi devono essere impostati manualmente. Per impianti FV con una potenza nominale CA superiore a 6 kW la norma prescrive un dimensionamento trifase. Il gestore di rete può aumentare questo limite a 10 kW. Un SPI (Interface Protection System) esterno con una potenza nominale CA superiore a 11,08 kW deve essere installato nel sistema.

✓ **Progetto parziale 1**

✓ **2 x SMA STP 15000TL-30 (Parte dell'impianto 1)**

- i* Questi inverter vengono consegnati comprensivi di SMA ShadeFix. SMA ShadeFix è un software brevettato per inverter, che permette di ottimizzare automaticamente il rendimento degli impianti fotovoltaici in ogni situazione, anche in presenza di ombreggiamenti.

Autoconsumo (corrente)

/ Risultato

Informazioni sull'autoconsumo

Profilo di carico:	Edificio commerciale Edificio di medie dimensioni adibito a uffici con una superficie di 750 m ² e 50 dipendenti. Utilizzo da lunedì a venerdì con orario flessibile
Consumo di energia annuo:	54.557 kWh

Carichi speciali



Pompa di calore per riscaldamento e acqua calda

Potenza nominale:	80,0 kW		
Fabbisogno energetico elettrico:	4.557 kWh	Grado di copertura solare:	4,8 %

Ottimizzazione autoconsumo



Sunny Home Manager 2.0

La centrale di controllo con dispositivo di misurazione integrato per la gestione energetica intelligente

Senza ottimizzazione autoconsumo

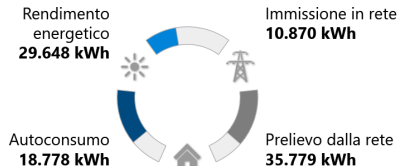
Quota di autarchia

34,4 %

Quota di autoconsumo

63,3 %

Distribuzione energia FV

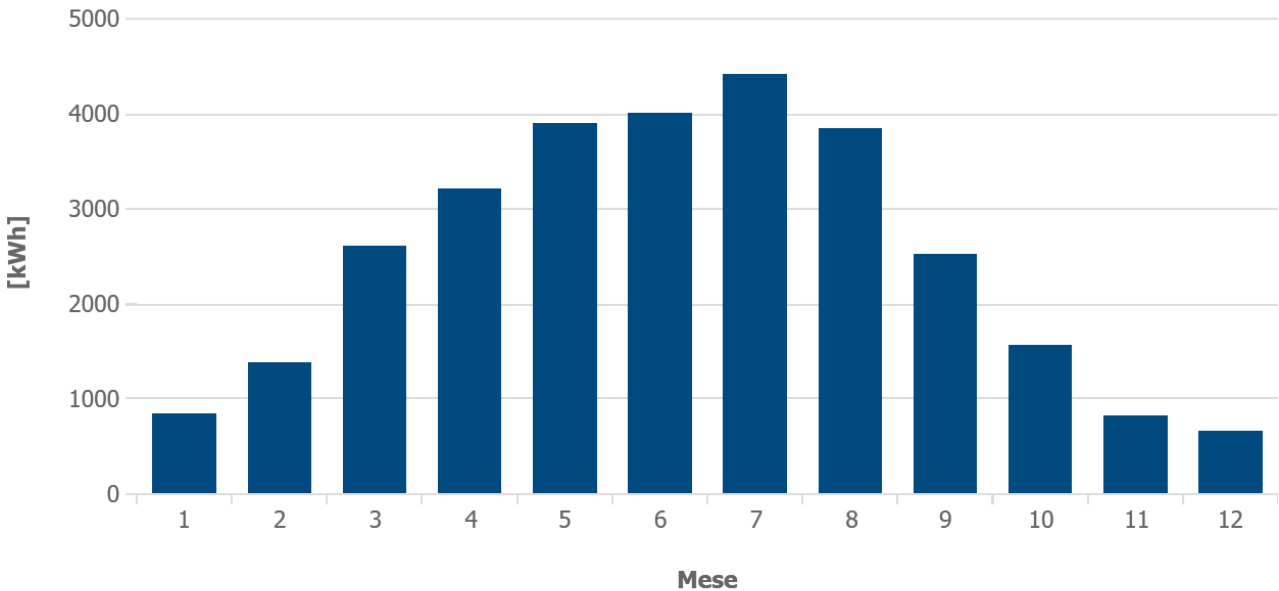


Dettagli

Consumo di energia annuo	54.557 kWh
Rendimento annuo di energia	29.648 kWh
Immissione in rete	10.870 kWh
Prelievo dalla rete	35.779 kWh
Potenza max. prelievo dalla rete	57,16 kW
Autoconsumo	18.778 kWh
Quota di autoconsumo (in % sull'energia FV)	63,3 %
Quota di autarchia (in % sul consumo di energia)	34,4 %

Valori mensili

/ Rendimento energetico



Mese	Rendimento energetico [kWh]	Autoconsumo [kWh]	Immissione in rete [kWh]	Prelievo dalla rete [kWh]
1	838 (2,8 %)	794	45	5067
2	1370 (4,6 %)	1128	241	3765
3	2596 (8,8 %)	1762	834	2783
4	3196 (10,8 %)	2031	1165	2519
5	3890 (13,1 %)	2236	1654	2250
6	3995 (13,5 %)	2186	1810	1628
7	4402 (14,8 %)	2189	2213	1589
8	3828 (12,9 %)	2055	1773	1797
9	2510 (8,5 %)	1754	757	2398
10	1561 (5,3 %)	1299	261	3241
11	812 (2,7 %)	760	52	4250
12	650 (2,2 %)	586	65	4491

Analisi della redditività

/ Costi annuali per la corrente

Senza impianto FV nel 1° anno

19.095 EUR

Fra 20 anno/i senza impianto FV

33.483 EUR

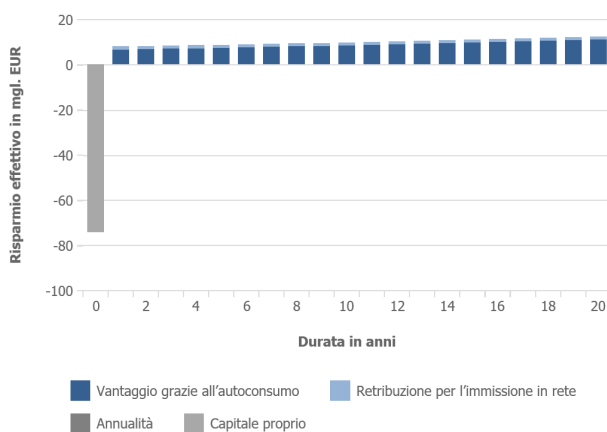
Con impianto FV nel 1° anno

11.120 EUR

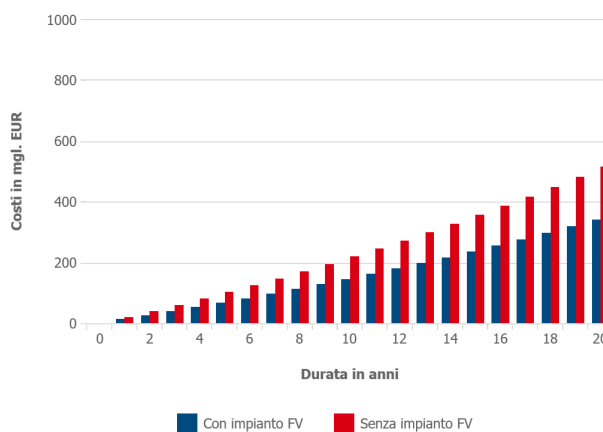
/ Dettagli

Costi per la corrente risparmiati durante il primo anno	6.572 EUR
Risparmio complessivo dopo 20 anno/i	95.169 EUR
Costi per la corrente risparmiati dopo 20 anno/i	173.098 EUR
Retribuzione dopo 20 anno/i	25.932 EUR
Tempo previsto di ammortizzazione	9,8 a
Costi dell'elettricità su 20 anno/i	0,312 EUR/kWh
Rendita annua (IRR)	8,80 %
Investimento complessivo	74.025,02 EUR

Risparmio effettivo



Confronto dei costi cumulativi per la corrente



Analisi della redditività

/ Finanziamento

È impostata la valuta **EUR**

La quota di capitale proprio è pari a **100 %**

La quota di capitale di terzi è pari a **0 %**

L'importo dell'incentivo è pari a **0,00 EUR**

Il tasso di inflazione è pari a **3,00 %**

Il periodo di osservazione della redditività è pari a **20 Anni**

/ Costi di prelievo e retribuzione dell'immissione

Il prezzo per il prelievo di corrente elettrica è pari a **0,35000 EUR/kWh**

Il prezzo base è pari a **0,00 EUR/Mese**.

Le tariffe speciali non vengono considerate

Il tasso di rincaro annuo della corrente elettrica è pari a **3,0 %**

La retribuzione per l'immissione è pari a **0,12900 EUR/kWh**

La durata della retribuzione per l'immissione è pari a **20 Anni**

La detrazione o la retribuzione in caso di autoconsumo è pari a **0,00000 EUR/kWh**

Il prezzo di vendita al termine del periodo di retribuzione è pari a **0,05000 EUR/kWh**

Valutazione dei costi non vincolante

Costi del progetto		
Impianto FV	2.443,07 EUR/kWp x 30,30 kWp	74.025,02 EUR
Altri costi		---
Investimento complessivo		74.025,02 EUR
Costi fissi		
Costi fissi annuali (in % dei costi di investimento)	1,50 % dei costi di investimento	1.110,38 EUR

Progetto del tetto - Progetto parziale 1 - Edificio 1

