



# PROVINCIA DI COSENZA

## INTERVENTO DI ADEGUAMENTO SISMICO DELL'EDIFICIO SEDE DELL'ISTITUTO PROFESSIONALE INDUSTRIA E ARTIGIANATO "IPSIA DI BOCCHIGLIERO"

### Progetto Esecutivo

Oggetto:

**ELABORATI DESCRITTIVI**  
**RELAZIONE IMPIANTO ELETTRICO E DI ILLUMINAZIONE**

Data: Novembre 2020

ELABORATO :

Scala -

CODICE:

IP.RE.08

Responsabile del Procedimento

(Ing. Piero Francesco FARFALLA)

Progettista

(Ing. Francesco PORCO)



**RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTO  
ELETTRICO, ILLUMINAZIONE E IMPIANTO  
FOTOVOLTAICO DA 15 kWp**

1	PREMESSA .....	4
1.1	Oggetto del progetto .....	4
1.2	Tipologie dei lavori .....	5
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	5
2.1	Sicurezza impianti.....	5
2.2	Norme CEI.....	7
2.3	Prescrizioni di carattere generale.....	9
3	CRITERI DI DIMENSIONAMENTO DELLE LINEE ELETTRICHE.....	10
3.1	Caratteristiche del sistema utilizzatore .....	10
3.2	Condizioni ambientali .....	10
3.3	Criteri utilizzati per la protezione contro i contatti diretti .....	11
3.4	Criteri utilizzati per la protezione da sovraccarico. ....	11
3.5	Criteri di protezione da corto circuito .....	11
3.6	Tempi di intervento delle protezioni in caso di corto circuito.....	12
3.7	Criteri utilizzati per la protezione contro i contatti indiretti .....	13
3.8	Selettività.....	13
3.9	Impianto di protezione contro le tensioni di contatto .....	14
3.10	Sicurezza impianto elettrico .....	15
4	DESCRIZIONE DELLE OPERE .....	19
4.1	Consegna dell'energia .....	19
4.1.1	Inserimento dell'impianto nel contesto esistente.....	19
4.1.2	Dimensionamento e caduta di tensione.....	19
4.2	Gradi di protezione.....	20
4.3	QG – Quadro generale di sezione.....	20
4.4	Quadri elettrici secondari .....	21
4.5	Vie cavi per distribuzione principale e secondaria .....	22
4.6	Linee di distribuzione principali e secondarie .....	23
4.7	Impianto di illuminazione normale e di sicurezza .....	23
4.8	Impianto di forza motrice .....	25

4.8.1	Luoghi di lavoro personale addetto.....	25
4.8.2	Locali tecnici .....	25
4.9	Protezione dai campi elettromagnetici .....	25
5	Impianto fotovoltaico.....	26
5.1	Attenzione per l'ambiente.....	27
5.2	Risparmio sul combustibile.....	27
5.3	Normativa di riferimento.....	27
5.4	Sito di installazione.....	28
5.5	Disponibilità di spazi sui quali installare l'impianto fotovoltaico .....	28
5.6	Irradiazione giornaliera media mensile sul piano orizzontale .....	28
5.6.1	Ombreggiamento.....	28
5.6.2	Albedo .....	29
5.7	DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO .....	29
5.7.1	Criterio generale di progetto .....	29
5.7.2	Criterio di stima dell'energia prodotta .....	29
5.7.3	Criterio di verifica elettrica .....	30
5.8	Caratteristiche .....	31
	Scheda tecnica dell'impianto.....	31
5.9	Specifiche degli altri componenti dell'impianto .....	32
5.9.1	Posizionamento dei moduli .....	32
5.9.2	Cablaggio elettrico.....	32
5.9.3	Dispositivo Generale, d'Interfaccia e/o di Generatore e loro Protezioni .....	33
5.9.4	Quadri in corrente continua .....	33
5.9.5	Dispositivo e protezioni di interfaccia .....	34
5.10	Verifiche elettriche .....	34
	APPENDICE A .....	35
	Leggi e decreti .....	35
	Norme Tecniche .....	36
	APPENDICE B .....	39
	Definizioni - Rete Elettrica .....	39
	Definizioni - Impianto Fotovoltaico .....	40

# **1 PREMESSA**

## **1.1 Oggetto del progetto**

Il presente progetto ha come fine l'adeguamento normativo e funzionale degli impianti elettrici e di illuminazione a servizio dell'IPSIA di Bocchigliero (CS).

La necessità di agire sugli elementi strutturali obbliga alla rimozione dei corpi illuminanti e degli impianti elettrici. Gli impianti elettrici e di illuminazione saranno completamente rifatti, essendo obsoleti, al fine di garantire adeguamento normativo e massima sicurezza per gli utenti.

Sulla base delle richieste del bando, si è valutata la situazione attuale dell'istituto scolastico, al fine di attuare la messa norma degli impianti e il loro completo ripristino funzionale: questo processo può portare anche al completo rifacimento dell'impianto, o solo al parziale ammodernamento, in modo da rendere gli impianti adeguati alle norme vigenti e citate nella presente relazione, ed inoltre migliorare la qualità di vita negli ambienti, l'efficientamento energetico e il miglioramento delle performance ambientali.

Nella relazione specialistica sono esposti i criteri generali di scelta adottati per la progettazione degli impianti trattati, le loro principali motivazioni tecniche e la descrizione generale delle opere con le caratteristiche delle apparecchiature e delle modalità di montaggio.

Nell'elaborazione del progetto si è tenuto conto delle caratteristiche dell'area, delle varie tipologie degli ambienti a livello operativo e della destinazione d'uso, nonché di tutte le norme di sicurezza necessarie per l'incolumità delle persone e delle cose durante lo svolgimento delle normali attività.

Inoltre si è tenuto conto che verranno adottati materiali ed apparecchiature di ottimo standard qualitativo per fornire tutti i requisiti di affidabilità e garanzia tali da consentire una completa sicurezza di tutti gli impianti in fase di prima installazione ed in fase di esercizio.

Il progetto degli impianti, infine, è stato redatto con l'obiettivo del contenimento dei consumi energetici, impiegando apparecchiature ad alto rendimento.

Si è tenuto conto inoltre del fattore campi elettromagnetici, nel posizionamento dei quadri elettrici, al fine di evitare nocive emissioni elettromagnetiche nelle classi e nei luoghi ove gli alunni stazionano.

## **1.2 Tipologie dei lavori**

Gli impianti elettrici in oggetto sono suddivisi nelle seguenti categorie di lavoro: consegna dell'energia; quadro generale di bassa tensione; quadri di distribuzione di zona; vie cavi per la distribuzione principale e secondaria; linee di distribuzione principali e secondarie; impianto di illuminazione generale e di sicurezza; impianti elettrici utilizzatori; impianti elettrici per utenze tecnologiche; impianto di terra ed equipotenziale.

## **2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

Tutti gli impianti dovranno essere realizzati in osservanza a detto progetto e quindi alle vigenti normative, con relative varianti ed integrazioni.

In particolare saranno rispettate le Norme CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano) per gli impianti e le apparecchiature elettriche, le varie Leggi, Decreti e le Circolari Ministeriali inerenti gli impianti elettrici e la sicurezza del lavoro, le varie Circolari e disposizioni dei VV.F., le norme UNI ed UNEL per quanto riguarda i materiali unificati, gli impianti ed i loro componenti, criterio di progetto, modalità di costruzione e di esecuzione, collaudo, ecc.

La rispondenza delle citate norme sarà intesa nel senso più restrittivo del termine, ovvero, non solo la realizzazione dell'impianto sarà rispondente alle norme, ma lo sarà anche ogni singolo componente dell'impianto stesso. La norma di riferimento principale dovrà essere quella del Comitato Elettrotecnico Italiano il cui rispetto assicura l'assolvimento della Legge 01/03/1968 n. 186 la quale prevede che "tutti i materiali, le apparecchiature, i macchinari, le installazioni e gli impianti elettrici ed elettronici devono essere realizzati e costruiti a regola d'arte". In particolare gli impianti elettrici dovranno soddisfare le Norme seguenti.

### **2.1 Sicurezza impianti**

- Legge 01.03.1968 n. 186 – *"Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature ed impianti elettrici ed elettronici"*
- Legge 10.10.1977 n. 791 – *"Attuazione della Direttiva del Consiglio della Comunità Europea (n. 72/73/CEE) relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione"*

- Decreto del Presidente della Repubblica 27.04.1978 n. 384 – *“Regolamento di attuazione dell’art. 27 della Legge 30.03.1971 n. 118 a favore dei mutilati ed invalidi civili, in materia di barriere architettoniche e trasporto pubblico”*
- Decreto Ministeriale 15.12.1978 – *“Designazione del Comitato Elettrotecnico Italiano di Normalizzazione Elettronica ed Elettrotecnica”*
- Decreto Ministeriale 01.08.1981 – *“Lista degli organismi dei modelli, dei marchi e dei certificati, in applicazione alla Legge 18.10.1977 n. 791”*
- Decreto Ministeriale 16.02.1982 – *“Modificazione del Decreto Ministeriale 27.09.1965 concernente la determinazione delle attività soggette alle visite di prevenzione incendi”*
- Decreto del Presidente della Repubblica 29.07.1982 n. 577 – *“Approvazione del regolamento concernente l’espletamento dei servizi antincendio”*
- Decreto Ministeriale 23.10.1984 – *“Recepimento del terzo gruppo dei testi italiani delle norme armonizzate, di cui all’allegato I del D.M., 01.10.1979, e recepimento del secondo gruppo dei testi italiano illustranti le norme armonizzate di cui all’allegato I del D.M. 25.09.1981”*
- Legge 07.12.1984 n. 818 – *“Nulla Osta Provvisorio per attività soggette ai controlli di prevenzione incendi, modifica articolo 2 e 3 della Legge 04.03.1982 n. 66 e norme integrative dell’ordinamento del Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco”*
- Decreto Ministeriale 22 febbraio 2006 - *“Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l’esercizio di edifici e/o locali destinati ad uffici”.*
- Decreto Ministeriale 13.03.1987 – *“Pubblicazione della lista riassuntiva di norme armonizzate unicamente al recepimento e pubblicazione di ulteriori testi italiani di norme CEI armonizzate corrispondenti, di cui all’articolo 3 della Legge 18.10.1977 n. 791 sulla situazione della direttiva 73/23/CEE relativa alle garanzie di sicurezza del materiale elettrico”*
- Decreto 22 gennaio 2008 - n. 37 – *“Regolamento concernente l’attuazione dell’articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all’interno degli edifici”*
- D.Lgs. n.81 del 2008 – *“Testo unico riguardante l’attuazione delle Direttive CEE in materia di miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro”*

## 2.2 Norme CEI

- CEI 11-25 – *“Calcolo delle correnti di corto circuito nelle reti trifasi a corrente alternata (fascicolo 1765G)”*
- CEI 16-1 – *“Norma per l’individuazione dei conduttori isolati (fascicolo 478)”*
- CEI 16-2 – *“Norme per l’individuazione dei morsetti degli apparecchi e delle estremità dei conduttori designati e regole generali per un sistema alfanumerico (fascicolo 1789)”*
- CEI 16-3 – *“Norme degli indicatori luminosi e dei pulsanti (fascicolo 1272)”*
- CEI 16-4 – *“Norme per l’individuazione dei conduttori isolati e dei conduttori nudi (fascicolo 530)”*
- CEI 16-7 – *“Elementi per identificare i morsetti e la terminazione dei colori (fascicolo 1891)”*
- CEI 17-3 – *“Contattori destinati alla manovra di circuito a tensione non superiore a 1.000 Volt in corrente alternata ed a 1.200 Volt (fascicolo 1035)”*
- CEI 17-5- *“Apparecchiature a bassa tensione. Parte seconda: interruttori automatici (fascicolo 1913E) 17-6 del 1988 -Apparecchiature prefabbricate con involucro metallico per tensione da 1 a 72,5 kVolt (fascicolo 1126)”*
- CEI EN 60439-1 del 1995 – *“Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri BT): parte 1: Prescrizioni per apparecchiature di serie (AS) e non di serie (ANS) (fascicolo 1433)”*
- CEI 17-43 – *“Metodo per la determinazione delle sovratemperature, mediante estrapolazione, per le apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri B.T.) non di serie (ANS) (fascicolo 1873)”*
- CEI 20-19 – *“Cavi isolati in gomma con tensione nominale  $U_0/U$  non superiore a 450-750 Volt (fascicolo 1344)”*
- CEI 20-20 – *“Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale  $U_0/U$  non superiore a 450-750 Volt (fascicolo 1345)”*
- CEI 20-22 del 1987 – *“Prova dei cavi non propaganti l’incendio (fascicolo 1025)”*
- CEI 20-37 del 1985 – *“Cavi elettrici - Prove sui gas emessi durante la combustione (fascicolo 739)”*
- CEI 20-38 del 1987 – *“Cavi isolati in gomma non propaganti l’incendio e a basso sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi. Parte 1 Tensione nominale  $U_0/U$  non superiore a 0,6-1 kVolt (fascicolo 1026)”*

- CEI 20-40 – *“Guida per l’uso dei cavi in bassa tensione (fascicolo 1772G)”*
- CEI 23-3 – *“Interruttori automatici di sovracorrente per usi domestici e similari (per tensione nominale non superiore a 415 Volt in corrente alternata) (fascicolo 452 e 1550)”*
- CEI 23-8 – *“Tubi protettivi rigidi in polivinilcloruro ed accessori (fascicolo 335)”*
- CEI 23-12/1 – *“Spine e prese per uso industriale. Parte 1. Prescrizioni generali (fascicolo 1936E)”*
- CEI 23-12/2 – *“Spine e prese per uso industriale. Parte 2. Prescrizioni di intercambiabilità dimensionale per prese e spine con spinotti ad alveoli cilindrici (fascicolo 297)”*
- CEI 23-12/2 – *“Interruttori differenziali per usi domestici e similari ed interruttori differenziali con sgancio di sovracorrente incorporati per uso domestico e similari (fascicolo 5329 23-14 del 1971 - Tubi flessibili in PVC e loro accessori (fascicolo 297)”*
- CEI 23-25 – *“Tubi per installazioni elettriche. Parte 1: Prescrizioni generali (fascicolo 1176) “*
- CEI 23-28 – *“Tubi per installazioni elettriche. Parte 2: Norme particolari per tubi, tubi metallici (fascicolo 1177) “*
- CEI 23-31 – *“Sistemi di canali metallici e loro accessori ad uso portacavi e portapparecchi (fascicolo 1286)”*
- CEI 23-32 – *“Sistemi di canali di materiale plastico isolante e loro accessori ad uso portacavi e portapparecchi per soffitto e parete (fascicolo 1287)”*
- CEI 23-44 – *“Interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrente incorporati per installazione domestiche e similari. Parte 1: Prescrizioni generali (fascicolo 2393 E)”*
- CEI 23-48 – *“Involucri per apparecchi per installazioni elettriche fisse per usi domestici e similari. Parte 1: Prescrizioni generali”*
- CEI 23-49 – *“Involucri per apparecchi per installazioni elettriche fisse per usi domestici e similari. Parte Seconda : Prescrizioni particolari per involucri destinati a contenere dispositivi di protezione ed apparecchi che nell’uso ordinario dissipano una potenza non trascurabile”*
- CEI 23- 50 – *“Prese a spina per usi domestici e similari. Parte 1: prescrizioni generali (fascicolo 2688)”*
- CEI 23-51 – *“Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri per installazioni fisse per uso domestico e similare”*
- CEI 32-1 – *“Fusibili a corrente non superiori a 1.500 Volt per corrente continua. Parte 1 - Prescrizioni Generali (fascicolo 1081)”*
- CEI 34-21 – *“Apparecchi di illuminazione. Parte 1: Prescrizioni generali e prove (fascicolo 2913)”*

- CEI 34-22 – *“Apparecchi di illuminazione. Parte Seconda: Prescrizioni particolari per apparecchi di emergenza”*
- CEI 64-8/1/2//3/4/5/6/7 – *“Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1.000 Volt in corrente alternata a 1.500 Volt in corrente continua. Parte 1-/2-/3-/4-/5-/6-/7”*
- CEI 64-50 – *“Edilizia residenziale -Guida per l’integrazione nell’edificio degli impianti elettrici utilizzatori, ausiliari e telefonici (UNI 9620)”*
- CEI 64-12 – *“Guida per l’esecuzione dell’impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario”*
- CEI 70-1 - *“Gradi di protezione degli involucri (fascicolo1915E)”*
- CEI 81-10 – *“Protezione di strutture contro i fulmini Norme UNI”*
- UNI- EN 12464-1 - *“Illuminazione dei posti di lavoro”*
- UNI 9795:2010 - *“Sistemi fissi automatici di rilevazione, di segnalazione manuale e di allarme incendio, Sistemi dotati di rilevatori puntiformi di fumo e calore e punti di segnalazione manuale”*
- UNI-EN 1838 - *“Applicazioni dell’illuminotecnica -illuminazione di emergenza”*

## **2.3 Prescrizioni di carattere generale**

- Raccomandazione ASL e ISPESL;
- Norme e prescrizioni della società distributrice dell’energia elettrica;
- Norme e prescrizioni della Telecom;
- Norme e prescrizioni del Comando dei Vigili del Fuoco territorialmente competente;
- Tabelle di unificazione UNI - CEI - UNEL;
- Le prescrizioni dell’Istituto Italiano per il marchio di Qualità per i materiali e le apparecchiature ammesse all’ottenimento del Marchio;
- Ogni altra prescrizione, regolamentazione o raccomandazione emanata da eventuali Enti ed applicabile agli impianti elettrici ed alle loro parti componenti;
- Direttive CEE recepite dalla legislazione nazionale con particolare riferimento alle direttive quadro 89/391 e 92/57.

### **3 CRITERI DI DIMENSIONAMENTO DELLE LINEE ELETTRICHE**

#### **3.1 Caratteristiche del sistema utilizzatore**

- Sistema elettrico: TT (3P+N) + PE;
- Alimentazione impianto: Fornitura BT ENEL;
- Corrente di corto circuito trifase nel punto di consegna (presunta): 6,0 kA;
- Tensione di funzionamento: 400/230 V – 50 Hz
- Protezione contro i contatti diretti: isolamento parti attive, involucri e interruttori automatici differenziali;
- Protezione contro i contatti indiretti: conduttore di protezione per interruzione automatica del circuito entro 5 sec.;
- Massima tensione di contatto ammissa: 50V;
- Impianto di terra: dispersore esterno;
- Massima caduta di tensione ammissibile ai morsetti dell'utilizzatore più sfavorito: circuiti di illuminazione e forza motrice: è stato utilizzato come massima caduta di tensione il valore 4% per ottenere un risparmio nelle sezioni dei cavi. Si precisa che il valore utilizzato è in accordo con le CEI 64/4.

#### **3.2 Condizioni ambientali**

Luoghi d'installazione:

- interno: in generale
- esterno: solo per gli impianti di illuminazione esterna

Temperature ambiente:

- temperatura massima di progetto: 40 °C
- temperatura minima di progetto: - 6 °C

### **3.3 Criteri utilizzati per la protezione contro i contatti diretti**

La protezione contro i contatti diretti è ottenuta mediante isolamento delle parti attive con involucri e barriere per le apparecchiature di comando, protezione e manovra, e per le morsettiere.

### **3.4 Criteri utilizzati per la protezione da sovraccarico.**

Si è provveduto tramite interruttori automatici con sganciatori di sovracorrente sulle linee derivate verso utenze fisse così come rappresentato nello schema unifilare.

La norma di riferimento è la norma CEI 64-8 che relativamente al sovraccarico raccomanda di verificare che i circuiti soddisfino le seguenti relazioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_f \leq 1,45 I_z$$

- $I_b$       corrente di impiego del circuito;
- $I_n$       corrente nominale del dispositivo di protezione;
- $I_z$       portata della conduttura in regime permanente;
- $I_f$       corrente convenzionale di intervento.

Come si vede, quando la prima relazione viene soddisfatta, si verifica che la corrente nominale della protezione è maggiore della corrente di impiego del circuito, in questo caso si evita l'intervento intempestivo della protezione.

Il fatto che la medesima corrente sia minore della massima portata della linea, garantisce che la protezione interverrà in situazione di sovraccarico.

Verificando invece la seconda relazione, si ottiene che in situazione di sovraccarico della linea del 45 % rispetto alla portata nominale della medesima, la protezione interverrà nel massimo tempo previsto dalla normativa evitando i danni causati dalla sovratemperatura.

### **3.5 Criteri di protezione da corto circuito**

Si è provveduto tramite:

- capacità del potere di interruzione dei dispositivi che assicurano la protezione da sovracorrente maggiore rispetto alla corrente di c.to;
- capacità di intervento dei dispositivi in tempo non superiore a quello che porta i conduttori alla temperatura limite ammissibile.

### 3.6 Tempi di intervento delle protezioni in caso di corto circuito

Si è provveduto alla ricognizione dei valori di energia  $I^2t$  lasciata passare dai dispositivi così come dichiarato dai costruttori dei vari dispositivi previsti in progetto ed evidenziato dalle curve caratteristiche di protezione e di conseguenza si è provveduto a verificare la seguente relazione:

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

Ove:

$I^2t$  energia specifica passante durante il corto circuito che viene lasciata transitare allo specifico dispositivo di protezione;

$k^2S^2$  valore dell'energia che la specifica che la conduttura può sopportare in un tempo indefinito.

$I$   $I_{cc}Max$ ;

$t$  tempo di intervento del dispositivo di protezione;

$S$  sezione della conduttura da proteggere espressa in  $mm^2$ ;

$K$  fattore caratteristico del tipo di conduttore e del relativo isolamento;

La protezione della linea rispetto a corto circuito è stata anche verificata relativamente alla lunghezza della singola linea.

La lunghezza della conduttura costituisce una variabile particolarmente insidiosa, in quanto oltre un determinato valore di lunghezza, la maggiore impedenza che ne consegue finisce con il ridurre il valore della corrente di corto circuito al di sotto di quello minimo previsto in sede di taratura del dispositivo.

In tale circostanza si potrebbe avere un mancato intervento della protezione stessa e la sovratemperatura conseguente potrebbe danneggiare la conduttura ed addirittura provocare incendio.

La gestione dell'impianto elettrico avviene attraverso dispositivi di comando e protezione installati in serie tra loro. Nella rete di distribuzione radiale è necessario che in caso di guasto in una linea intervenga solamente il dispositivo opportuno e non già anche quelli a monte, in quanto il fuori servizio verrebbe esteso a parti sempre più estese di impianto.

Questa caratteristica viene detta "selettività" e viene attuata tramite la scelta di dispositivi in base a semplici regole. Per garantire la selettività delle protezioni differenziali è necessario scegliere interruttori aventi correnti differenziali nominali differenti in rapporto di circa 3 volte i suddetti valori e verificare che il tempo di intervento dell'interruttore a monte sia maggiore del tempo di apertura dell'interruttore a valle.

La protezione differenziale si realizza concretamente impiegando un interruttore differenziale od un modulo differenziale associato ad un interruttore di protezione da sovracorrenti.

L'interruttore differenziale deve essere scelto con una caratteristica di intervento adeguata alla corrente differenziale tale da garantire la protezione dai contatti diretti o indiretti.

Relativamente alla selettività delle protezioni differenziali dedicate alla salvaguardia della sicurezza delle persone e delle cose rispetto ad eventuali contatti diretti o perdite di isolamento, saranno rispettare le seguenti indicazioni:

### **3.7 Criteri utilizzati per la protezione contro i contatti indiretti**

La protezione contro i contatti indiretti è stata ottenuta mediante l'adozione di interruttori automatici magnetotermici differenziali con sensibilità differenziale variabile per rendere l'impianto selettivo con i criteri descritti nel paragrafo successivo.

I valori considerati per  $I_d$  sono comunque tali da soddisfare la relazione:

$$R_t < 25/I_d \text{ (CEI 64/4 3.1.01).}$$

### **3.8 Selettività**

In ottemperanza alle chiare indicazioni rivenienti dalla letteratura tecnica, si è posta la massima cura per rendere l'impianto il più selettivo possibile.

Per quanto attiene alla selettività in caso di sovraccarico, si precisa che il dimensionamento delle linee di alimentazione dei quadri, nonché quello dei relativi interruttori di protezione è stato effettuato in modo tale che la corrente nominale di questi ultimi sia superiore alla somma delle correnti nominali dei singoli interruttori di derivazione dei quadri di zona, pur non superando la portata delle linee da essi protetti.

Per quanto attiene alla selettività in caso di guasto da corto circuito, è stato effettuato il dimensionamento degli interruttori in modo da far intervenire gli interruttori di ogni singola area ambiente in caso di c.c. e da evitare l'intervento degli interruttori a monte.

Per quanto alla selettività in caso di guasto da contatto indiretto, è stato previsto l'utilizzo di interruttori differenziali su ogni linea ed è stato effettuato il dimensionamento in modo crescente per  $I_d$ . In particolare gli interruttori a protezione delle linee in partenza dai quadri di zona avranno  $I_d=0,03A$ . Gli interruttori a protezione delle linee in partenza dal QG avranno  $I_d=0,3A$ .

### **3.9 Impianto di protezione contro le tensioni di contatto**

E' realizzato mediante messa a terra diretta di tutte le carcasse metalliche funzionanti a tensioni superiori a 25 V verso terra in corrente alternata.

Il valore della resistenza di terra dell'impianto disperdente è coordinato con i dispositivi differenziali posti a protezione dell'impianto elettrico, tale da non consentire tensioni di passo e contatto superiori a 50 V in ambienti ordinari e in ogni caso inferiore a 20 Ohm.

Tutti i conduttori di terra e di protezione, canalizzati insieme ai conduttori di fase sono muniti di guaina isolante identificabile mediante la colorazione giallo-verde; le loro sezioni inoltre non sono mai inferiori alle sezioni dei rispettivi conduttori di fase per sezioni di questi ultimi fino a 16 mm<sup>2</sup>.

Lungo le dorsali il conduttore di terra è sempre di sezione non inferiore a 16 mm<sup>2</sup>.

I conduttori di terra interrati, per il collegamento dei dispersori, sono costituiti da corde di rame nude di sezione non inferiore a 50 mm<sup>2</sup> e sono posate in modo tale da formare una maglia lungo la superficie del fabbricato.

I collegamenti tra i conduttori di terra e di protezione sono effettuati con appositi morsetti; gli stessi sono opportunamente isolati se contenuti all'interno di scatole di derivazione.

I collegamenti tra conduttori di terra e dispersori nonché quelli tra conduttori di protezione e carcasse metalliche da proteggere sono sempre effettuati con capicorda e bulloni.

Tutte le prese di corrente sono munite di contatto per la messa a terra e lo stesso è regolarmente collegato al conduttore di protezione.

Tutti i dispersori, sono ispezionabili e sezionabili con appositi pozzetti e collegati tra loro in modo da formare un unico impianto di messa a terra. Tutte le masse metalliche sono messe a terra mediante collegamento all'impianto di terra. Tutta l'installazione dovrà rispondere innanzitutto alle leggi vigenti in Italia.

### **3.10 Sicurezza impianto elettrico**

In qualsiasi ambito tecnico ed in particolare nel settore elettrico si impone, per realizzare impianti "a regola d'arte", il rispetto delle normative di sicurezza che sono articolate in due tipologie di riferimento: le norme giuridiche e le norme tecniche. La conoscenza delle norme e la distinzione tra norma giuridica e norma tecnica è pertanto il presupposto fondamentale per un approccio corretto alle problematiche degli impianti elettrici che devono essere realizzati conseguendo quel "livello di sicurezza accettabile" che non è mai assoluto, ma è, al progredire della tecnologia, determinato e regolato dal legislatore e dal normatore.

Le misure preventive e protettive per la tipologia di rischio in esame devono essere collocate in un quadro più ampio di applicazione rispetto al mero ambito lavorativo, in quanto la presenza di "elettricità" nella vita quotidiana è divenuta una abitudine per ognuno. Ne consegue che opportune precauzioni e norme comportamentali devono divenire patrimonio culturale comune a quanti non sono esperti e come tali applicate ovunque. La considerazione è supportata, qualora ve ne fosse bisogno, dai dati statistici che enti pubblici, enti privati, quotidiani, e riviste specializzate del settore forniscono in percentuali non sempre omogenee ma che comunque, dimostrano che il rischio elettrico rappresenta al momento la maggiore causa di incidenti, troppo spesso mortali, accorsi dentro e fuori i luoghi di lavoro. Tale rischio è maggiore in ambienti, come una scuola, ove vi sono utenti di piccola età dal comportamento a volte imprevedibile, oltre ai lavoratori (docenti, personale, ditte esterne, ecc).

Per tale motivo è opportuno che l'impianto elettrico di un edificio scolastico sia progettato e installato secondo la regola dell'arte e tenuto sotto controllo per garantire la sicurezza delle persone.

Sono moltissime le persone che infatti ogni anno rimangono vittima di incidenti ed infortuni di natura elettrica, episodi dovuti all'inadeguatezza di impianti elettrici obsoleti e a comportamenti che trascurano le più elementari norme di sicurezza. Tra gli incidenti di natura elettrica, il più comune è il contatto elettrico: toccando cavi elettrici non adeguatamente protetti o apparecchi dalle componenti usurate, si corre il rischio di ricevere una scarica elettrica, la cui intensità può avere gravi danni sull'organismo. I sovraccarichi di corrente possono invece causare il surriscaldamento di componenti elettriche e dare luogo ad incendi.

Anche il D.Lgs n. 81/2008, occupandosi di sicurezza sui luoghi di lavoro, pone l'accento sulla valutazione del rischio elettrico, all'art. 80 del capo III del titolo III, e prevede che il datore di lavoro debba prendere tutte le misure necessarie affinché i materiali, le apparecchiature e gli impianti elettrici messi a disposizione dei lavoratori siano progettati, costruiti, installati, utilizzati e mantenuti in modo da salvaguardare i lavoratori stessi da tutti i rischi di natura elettrica ed in particolare quelli derivanti da:

- contatti elettrici diretti;
- contatti elettrici indiretti;
- innesco e propagazione di incendi e di ustioni dovuti a sovratemperature pericolose, archi elettrici e radiazioni;
- innesco di esplosioni;
- fulminazione diretta ed indiretta;
- sovratensioni;
- altre condizioni di guasto ragionevolmente prevedibili.

Al fine di garantire la sicurezza a cui sono esposti i lavoratori, il D.Lgs. n. 81/2008 obbliga il datore di lavoro ad eseguire una specifica valutazione del rischio elettrico sulla base delle condizioni e caratteristiche specifiche del lavoro, ivi comprese eventuali interferenze, tenendo in considerazione:

- b) i rischi presenti nel luogo di lavoro;
- c) tutte le condizioni di esercizi prevedibili.

Ma la sicurezza elettrica parte da una progettazione corretta, da una installazione a regola d'arte, con rilascio del certificato di conformità, e dalla conduzione e manutenzione nel tempo dell'impianto.

Allo stato attuale l'impianto elettrico della scuola non risulta in condizioni ottimali, essendo stato realizzato molti anni fa, quindi con componenti e modalità di installazione e progettazione ormai obsolete. I cavi dopo molti anni perdono la loro capacità di resistenza alla corrente, e tutti i punti di connessione dovrebbero essere rivisti in modo da garantire sempre l'intima connessione, in assenza

della quale si possono creare in alcuni punti pericolosi surriscaldamenti, spesso causa di incendi. Altresì il potere di interruzione e di intervento dei dispositivi di sezionamento potrebbe essere inefficiente, e gli stessi dispositivi differenziali potrebbero non rispondere in modo opportuno a causa dell'invecchiamento dei componenti interni.

Si è proceduto quindi alla progettazione di impianti a norma, che dovranno essere realizzati e sottoposti a manutenzione da parte di soggetti abilitati. Ma al fine di ottenere la massima sicurezza, anche dopo la realizzazione dell'impianto elettrico, lavoratori e alunni dovranno avere comportamenti idonei, in particolare nei seguenti casi:

- non utilizzare spine, prese e cavi inservibili o in stato precario;
- evitare l'uso di prolunghe, derivazioni volanti, allacciamenti multipli, adattatori;
- evitare il "fai da te" negli interventi di manutenzione di apparecchiature elettriche, cavi, spine, prese;
- non intervenire su parti in tensione;
- non pulire le attrezzature spruzzando o sciacquando con acqua, a meno che l'operazione non sia sicuramente appropriata (vedere le istruzioni d'uso delle attrezzature interessate);
- non posizionare su apparecchiature elettriche (compresi computer, stampanti, fotocopiatrici ecc.) contenitori di liquidi o bevande;
- non accedere al quadro elettrico generale se non autorizzati e preparati;
- controllare che non vi siano troppi apparecchi elettrici e che lo stato degli apparecchi elettrici sia idoneo;
- segnalare al datore di lavoro/dirigente/preposto pericoli o mancanze.

Si vuole porre l'attenzione sulla pericolosità della corrente elettrica: il contatto di una o più parti del corpo umano con componenti elettrici in tensione, può determinare il passaggio attraverso il corpo di una corrente elettrica. Gli effetti fisiopatologici che la corrente elettrica può provocare, sono principalmente due:

- 1) disfunzione di organi vitali (cuore, sistema nervoso);
- 2) alterazione dei tessuti per ustione.

Perché l'impianto elettrico garantisca il giusto livello di sicurezza, esso è stato dotato di sistemi di protezione attivi o passivi, tramite i quali si cerca, come obiettivo primario, di evitare il contatto diretto o comunque di ridurre la durata di attraversamento del corpo umano, evitando quindi danni sull'organismo.

Le misure di protezione attuate prevedono le seguenti metodologie dettate dalle norme CEI: isolamento delle parti attive del circuito elettrico con materiale isolante che deve ricoprire completamente le parti in tensione ed avere caratteristiche idonee alle tensioni di esercizio e alle sollecitazioni meccaniche cui è sottoposto; utilizzo di involucri che assicurino la protezione contro contatti diretti e indiretti, e garantiscano la protezione contro le sollecitazioni esterne; barriere atte ad evitare il contatto di parti del corpo con le parti attive.

L'impianto verrà realizzato in maniera tale da proteggere gli utenti da tutti i tipi di contatto, interrompendo automaticamente l'alimentazione quando si rilevi qualche anomalia, mediante protezione differenziale.

In particolare, per ottenere i massimi livelli di sicurezza dall'impianto elettrico, è necessario che l'installazione sia affidata a una ditta abilitata: come previsto dall'art. 7 comma 1 del DM n. 37/2008 al termine dei lavori l'impresa installatrice deve rilasciare al committente la dichiarazione di conformità degli impianti realizzati. Con tale dichiarazione l'installatore attesta di aver realizzato l'impianto in modo conforme alla regola d'arte avendo, in particolare:

- rispettato il progetto;
- seguito la normativa tecnica vigente;
- installato componenti e materiali idonei;
- controllato l'impianto ai fini della sicurezza e funzionalità.

Tale dichiarazione deve essere sottoscritta dal titolare dell'impresa installatrice e dal responsabile tecnico, sulla base dello specifico modello, e completa degli allegati obbligatori, ovvero:

1. progetto (redatto da professionista iscritto all'albo professionale);
2. relazione contenente la tipologia dei materiali utilizzati;
3. schema dell'impianto realizzato (progetto redatto dal responsabile tecnico dell'impresa installatrice inteso come descrizione funzionale ed effettiva dell'opera da eseguire);
4. riferimento a dichiarazioni di conformità precedenti o parziali, già esistenti;
5. copia del certificato di riconoscimento dei requisiti tecnico-professionali (rilasciato dalla Camera di Commercio).

## **4 DESCRIZIONE DELLE OPERE**

### **4.1 Consegna dell'energia**

#### **4.1.1 Inserimento dell'impianto nel contesto esistente**

Allo stato attuale è presente una fornitura da punto di connessione ENEL (in BT), mediante apposito misuratore dal quale si alimenta in quadro elettrico generale.

Per quanto riguarda l'impianto di terra, dopo l'adeguamento dell'impianto elettrico sarà impiegato l'impianto di terra esistente, verificando prioritariamente il suo stato e i valori di terra, ed eventualmente apportando le migliorie ed adeguamenti necessari.

#### **4.1.2 Dimensionamento e caduta di tensione**

Le linee sono dimensionate per valori di portata in relazione al tipo di posa, per contenere la caduta di tensione, in coda alle stesse, in condizione di massimo carico entro il 4% e per sopportare senza danni le sollecitazioni dovute all'energia specifica passante delle protezioni.

Tale valore di caduta di tensione è tuttavia teorico, in quanto il carico considerato per il dimensionamento delle linee risulta sovrastimato rispetto al reale utilizzo. Di conseguenza, si può affermare che la scelta di utilizzare una caduta di tensione massima pari al 4%, valore comunque consentito, permette di ottenere sezioni dei cavi di dimensioni minori, con la certezza tuttavia di non avere surriscaldamenti dei cavi, dato che il dimensionamento e la verifica dell'impianto sono stati eseguiti tenendo conto di un carico continuo sull'impianto molto maggiore a quello che si potrebbe avere nella situazione reale, anche ipotizzando un uso completo della struttura.

Da prove di dimensionamento eseguite, si può affermare che, utilizzando un valore massimo di caduta di tensione del 2%, pur non ottenendo reali vantaggi in termini di temperatura operativa e durata dei cavi, si ottengono d'altra parte sezioni dei cavi enormi (in particolare per le dorsali), con un costo molto più alto dell'impianto.

Le linee di alimentazione dei vari sottoquadri di zona saranno derivate dal quadro elettrico generale e saranno posate parte su apposite vie in cavidotti interrati, parte in canale metallico asolato fino al QG di sezione, di nuova realizzazione come da progetto.

## 4.2 Gradi di protezione

I gradi di protezione degli involucri e degli impianti, conformemente alle prescrizioni delle norme CEI 70-1, dovranno essere adeguati all'ambiente e alla tipologia del locale dove gli impianti saranno installati e comunque non inferiori a IP40. Di seguito è riportato un elenco, che tiene conto anche degli elementi e delle zone che allo stato non saranno realizzati, ma che faranno parte dello stato futuro:

Sale ricreative	IP40
Corridoi/Ingressi	IP55
Cavedi	IP55
Spogliatoi	IP55
Palestra	IP40
Scuola di teatro	IP40
Sala di lettura	IP40
Biblioteca	IP40
Aule	IP44
Sale polivalenti	IP40
WC	IP55
Vani scala	IP40

## 4.3 QG – Quadro generale di sezione

Il quadro generale di sezione/edificio (QG) sarà installato all'ingresso della scuola a piano terra, e da esso si deriveranno tutte le linee principali dell'impianto elettrico. Le apparecchiature di comando e di protezione sono indicate negli elaborati di progetto; tutte le linee in partenza dal quadro sono

singolarmente protette dai sovraccarichi e dai cortocircuiti; la protezione delle persone da contatti accidentali è garantita dall'uso di dispositivi differenziali coordinati con l'impianto di terra.

#### **4.4 Quadri elettrici secondari**

I quadri elettrici a secondo della potenza, del numero di circuiti derivati e delle zone dove troveranno ubicazione saranno costruiti secondo le seguenti tipologie costruttive:

- quadri elettrici di distribuzione di zona, eseguiti con cassette per posa a parete; le apparecchiature di protezione e di sezionamento saranno montate su appositi profili metallici (barra DIN), e protetti da pannellature finestate in modo da accedere alla sola leva di manovra sul fronte quadro.
- quadretti dei singoli locali.

Tutti i quadri elettrici saranno completi di portella frontale anteriore trasparente (cristallo o plexiglass) con chiusura a chiave per garantire l'accessibilità alle sole persone autorizzate.

All'interno dei quadri elettrici saranno installati interruttori magnetotermici e magnetotermici differenziali, di tipo modulare, con curva di intervento di tipo B, C o D a seconda della caratteristica delle utenze alimentate e del coordinamento della selettività.

Gli interruttori saranno dimensionati in rapporto alle correnti di impiego e alle portate dei cavi di alimentazione da proteggere ed avranno un potere di interruzione minimo pari alla massima corrente di corto circuito presente nel punto di installazione.

E' escluso il ricorso alla protezione in filiazione con gli interruttori del quadro a monte.

Nell'interno dei quadri, protette da pannelli apribili, saranno contenute la apparecchiature, i cablaggi di connessione le morsettiere di collegamento dei conduttori in arrivo e partenza; il dimensionamento dei quadri e dei loro componenti, sarà eseguito tenendo conto dei seguenti accorgimenti:

- Adeguato dimensionamento del numero dei circuiti; il numero di circuiti dovrà essere valutato attentamente perché da questa scelta dipenderà l'estensione delle zone che verranno disattivate per l'intervento delle relative protezioni.
- Adeguato dimensionamento delle protezioni contro i sovraccarichi ed i corto circuiti

- Garantire la selettività degli interventi per qualunque tipo di guasto così da minimizzare i tempi di disservizio conseguente all'intervento delle protezioni
- Adeguato dimensionamento delle protezioni differenziali; le protezioni differenziali, affidate ad apposite apparecchiature o ad equipaggi incorporati negli stessi organi di comando, dovranno assicurare l'incolumità delle persone contro i contatti indiretti con parti in tensione degli impianti o degli stessi utilizzatori.

Alcuni degli interruttori saranno dotati di contatti di stato NC-NA o di contatti che oltre a riprodurre lo stato segnalano anche l'apertura per intervento protezioni.

Su alcuni quadri di zona saranno collocati anche pulsanti, dotati di gemma luminosa, associati a relè passo-passo per comandare in apertura e chiusura alcuni interruttori del quadro medesimo.

La logica distributiva di tutto l'impianto è quello che da ogni quadro elettrico posto al piano si derivano le linee di alimentazione agli impianti terminali ed utilizzatori di modo che tutte le protezioni sono poste all'interno del quadro elettrico stesso.

Questo principio vale anche per le celle detentive per le quali sono previste linee di alimentazione protette da interruttori automatici magnetotermici differenziali ad alta sensibilità (Id 0,03A).

La capacità di interruzione (Icu) dei dispositivi di protezione installati sui quadri secondari è indicata negli schemi elettrici allegati. Tutte le apparecchiature di protezione, di comando e di segnalazione saranno di tipo modulare; le linee in partenza dai quadri secondari sono singolarmente protette dai sovraccarichi e dai cortocircuiti; la protezione delle persone da contatti indiretti è garantita tramite dispositivi differenziali ad alta sensibilità. Per ogni quadro è prevista una riserva di spazio, per modifiche o ampliamenti futuri, non inferiore al 10%.

#### **4.5 Vie cavi per distribuzione principale e secondaria**

Tutte le linee dovranno essere protette e salvaguardate meccanicamente. Le protezioni saranno costituite da tubi e passerelle portacavi. La distribuzione principale e secondaria sarà realizzata con linee posate entro passerelle portavi traforate, zincate sendzimir (per l'interno) e zincate a caldo dopo la lavorazione (per l'esterno).

Le passerelle portacavi saranno dimensionate in modo che la sezione totale della stessa sia almeno il doppio della sezione occupata dai cavi contenuti.

All'interno, nei tratti rettilinei, le passerelle saranno prive di coperchio, nei tratti verticale saranno complete di coperchio, opportunamente fissato e amovibile solo con l'uso di attrezzi; all'esterno, sulla copertura, le passerelle portacavi saranno fissate a pavimento con appositi distanziali e dotate di coperchio. Nei passaggi in pareti REI saranno previste opportune barriere tagliafiamma.

Le canalizzazioni e le tubazioni dovranno avere dimensioni tali da rispettare i coefficienti di riempimento definiti dalla Norma CEI 64-8 per garantire la manutenibilità e la sfilabilità dei conduttori alloggiati.

#### **4.6 Linee di distribuzione principali e secondarie**

Le linee per distribuzione principale sono quelle che collegano il quadro generale di edificio ai quadri di piano e/o di zona; le linee per la distribuzione secondaria sono quelle che collegano i quadri di piano e/o di zona con gli utilizzatori finali.

Le linee di distribuzione principali e secondarie saranno realizzate con cavi unipolari o multipolari, come indicato negli elaborati di progetto.

Le linee sono state dimensionate per valori di portata, per contenere la caduta di tensione in coda alle stesse, in condizione di massimo carico, entro il 4% e per sopportare, senza danni, le sollecitazioni dovute all'energia specifica passante delle protezioni come da allegato alla presente relazione.

#### **4.7 Impianto di illuminazione normale e di sicurezza**

L'impianto di illuminazione è dimensionato in modo da garantire il normale svolgimento delle lavorazioni e degli interventi nei vari locali, i livelli saranno dimensionati in base alle raccomandazioni della Norma UNI 10380 e della Norma UNI EN 12464-1:2011. Per il dimensionamento sono stati presi in considerazione i seguenti valori, considerando solo quelli utili per il presente progetto.

##### **Valori di illuminamento in Lux**

Zone di conversazione o passaggio	50 - 150
Zona di lettura	200 - 500

Zona di scrittura	300 - 750
Zona dei pasti	100 - 200
Cucina	200 - 500
Bagno	50 - 150
Specchio bagno	200 - 500
Uffici generici con Videoterminali	300 - 750
Uffici direzionali	500 - 1000
Sale riunioni e conferenze	300 - 750
Aule scolastiche	300 - 750
Laboratori scolatici	500 - 1000
Aree di deposito e transito	50 - 150
Archivi	150 - 300
Magazzini	100 - 200
Centrali tecnologiche	50 – 150

Per garantire i necessari livelli di illuminazione di sicurezza alcuni corpi illuminanti saranno dotati di batteria tampone per alimentazione di emergenza delle lampade. Saranno presenti anche corpi illuminanti, dotati di batteria tampone, indicanti le vie di fuga.

I sistemi autonomi di alimentazione con batteria tampone sono dotati di sistema di autodiagnostica con led di segnalazione del proprio stato, il led sarà ben visibile in esercizio normale del corpo illuminante onde consentire un facile monitoraggio dello stato.

Gli impianti di illuminazione dei vari locali sono comandabili tramite interruttori a parete, per ambienti ampi sarà realizzabile un doppio livello di illuminamento.

## **4.8 Impianto di forza motrice**

Tutte le prese di corrente installate saranno dotate di alveoli protetti, complete di supporto e di placca di finitura e avranno caratteristiche tecniche, meccaniche e un grado di protezione adeguato all'ambiente dove saranno installati.

Saranno tutte installate singolarmente, inoltre, in scatole da incasso a parete.

### **4.8.1 Luoghi di lavoro personale addetto**

Tutte le prese poste nei locali occupati dal personale addetto saranno di tipo civile, per incasso a parete.

Più prese, a seconda delle esigenze del locale e del circuito di appartenenza, potranno essere installate in una singola scatola da incasso realizzando, così, gruppi prese.

Le prese saranno a poli allineati, bipasso 10/16 A o di tipo UNEL.

### **4.8.2 Locali tecnici**

Tutte le prese poste nei locali tecnici (cabina MT/BT, Ascensori, Centrale Termica) saranno del tipo interbloccato da 16 A bi o quadripolari, le prese saranno in custodie per incasso a parete e saranno dotate di morsettiera interna e grado di protezione IP55.

## **4.9 Protezione dai campi elettromagnetici**

Il progetto si è occupato anche di studiare soluzioni atte a ridurre i campi elettromagnetici emessi dagli impianti elettrici e di illuminazione. Tali campi sono generati dalle varie componenti degli impianti elettrici e di illuminazione. Nel progetto è stato curato in modo particolare l'aspetto dei campi elettromagnetici, seguendo alcune regole nel posizionamento dei quadri elettrici e nella realizzazione delle distribuzioni: in particolare, i quadri sono stati posizionati in modo che non siano adiacenti a locali frequentati da alunni (o da altri utenti per lunghi periodi di tempo), e l'adiacenza è stata verificata sia in orizzontale, quindi sullo stesso piano, che in verticale. Inoltre, la configurazione dell'impianto elettrico nei locali minimizza le emissioni di campo magnetico, essendo realizzata con configurazione ad albero. I quadri elettrici possono costituire una rilevante sorgente di campo magnetico in quanto al loro interno, per poter collocare le varie apparecchiature, vi è un netto distanziamento tra le fasi. La riduzione

dell'emissione in questo caso può essere ottenuta mediante un riassetto dei cablaggi elettrici all'interno del quadro, o mediante interposizione di una o più lastre di ferro con funzionalità di schermo.

Sistemi di cavi e sbarre sono utilizzati per il collegamento delle utenze ai quadri elettrici, e dei cavi elettrici alla cabina, ove presente. La posa dei cavi avviene solitamente in cunicoli, sotto pavimenti galleggianti o nei controsoffitti. I valori più elevati di corrente, e quindi di campo magnetico, si riscontrano nelle grosse utenze, che sono tipicamente trifase. Il campo è direttamente proporzionale alla distanza tra i conduttori, e per tale motivo nel progetto è previsto principalmente l'impiego di cavi multipolari: raggruppando questi cavi le tre fasi in modo serrato, si ottiene una bassissima dispersione di campo magnetico. L'impiego di cavi unipolari, (uno per ciascuna fase), comporta per contro un miglior raffreddamento e più agevoli condizioni di posa, vista la maggior flessibilità dei cavi singoli rispetto a quelli multipli. In questo caso, compatibilmente con problematiche termiche e di sicurezza elettrica, per ridurre le emissioni di campo magnetico, i cavi devono essere ben raggruppati tra loro. Anche l'eventuale conduttore neutro deve essere ravvicinato con le fasi, essendo questi percorso da corrente nel caso frequente vi siano utenze monofasi (fase-neutro) complessivamente squilibrate. Considerazioni analoghe valgono per conduttori a sbarre. Le sbarre, pur essendo portatrici di correnti molto elevate, sono solitamente collocate a distanza dalle zone adibite ad ufficio o aule. I loro effetti sono pertanto mitigati dalla distanza.

Analoghe considerazioni valgono per le dorsali di alimentazione dell'impianto di illuminazione: in questo caso fanno eccezione soltanto le parti di impianto comandate da interruttori (o deviatori, invertitori), ove può accadere che vi siano tratti di canalizzazione comprendenti il solo conduttore di andata (o di ritorno), con una conseguente corrente complessiva del gruppo di cavi non nulla. Si ritiene però che la componente dovuta a tali sezioni d'impianto abbia influenza irrilevante ai fini della sicurezza da campi elettromagnetici.

## **5 Impianto fotovoltaico**

Con la realizzazione dell'impianto fotovoltaico si intende conseguire un significativo risparmio energetico per la struttura servita, mediante il ricorso alla fonte energetica rinnovabile rappresentata dal Sole. Il ricorso a tale tecnologia nasce dall'esigenza di coniugare:

- la compatibilità con esigenze architettoniche e di tutela ambientale;

- nessun inquinamento acustico;
- un risparmio di combustibile fossile;
- una produzione di energia elettrica senza emissioni di sostanze inquinanti.

### **5.1 Attenzione per l'ambiente**

Ad oggi, la produzione di energia elettrica è per la quasi totalità proveniente da impianti termoelettrici che utilizzano combustibili sostanzialmente di origine fossile. Quindi, installando un impianto fotovoltaico che ha una durata di almeno 30 anni, si favorisce la riduzione dell'inquinamento e un miglioramento della performance ambientale della struttura, che riduce le sue emissioni di CO<sub>2</sub>. Trattandosi di scuole, inoltre, si potrebbe sfruttare la presenza dell'impianto fotovoltaico per programmare apposite lezioni da erogare agli alunni, al fine di migliorare la sensibilità degli alunni verso le tematiche ambientali.

### **5.2 Risparmio sul combustibile**

Un utile indicatore per definire il risparmio di combustibile derivante dall'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili è il fattore di conversione dell'energia elettrica in energia primaria [TEP/MWh].

Questo coefficiente individua le T.E.P. (Tonnellate Equivalenti di Petrolio) necessarie per la realizzazione di 1 MWh di energia, ovvero le TEP risparmiate con l'adozione di tecnologie fotovoltaiche per la produzione di energia elettrica.

Inoltre, l'impianto fotovoltaico consente la riduzione di emissioni in atmosfera delle sostanze che hanno effetto inquinante e di quelle che contribuiscono all'effetto serra.

### **5.3 Normativa di riferimento**

Gli impianti devono essere realizzati a regola d'arte, come prescritto dalle normative vigenti, ed in particolare dal D.M. 22 gennaio 2008, n. 37.

Le caratteristiche degli impianti stessi, nonché dei loro componenti, devono essere in accordo con le norme di legge e di regolamento vigenti ed in particolare essere conformi:

- alle prescrizioni di autorità locali, comprese quelle dei VVFF;

- alle prescrizioni e indicazioni della Società Distributrice di energia elettrica;
- alle prescrizioni del gestore della rete;
- alle norme CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano).

L'elenco completo delle norme alla base della progettazione è riportato in Appendice A.

#### **5.4 Sito di installazione**

Il dimensionamento energetico dell'impianto fotovoltaico connesso alla rete del distributore è stato effettuato tenendo conto, oltre che dei fattori economici, di:

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

#### **5.5 Disponibilità di spazi sui quali installare l'impianto fotovoltaico**

L'impianto sarà installato sul lastrico solare della scuola. Il sito si trova in area in cui vi è presenza di ampi spazi che impediscono la nascita di ombreggiamenti sul campo fotovoltaico.

La falda di installazione ha orientamento verso SUD. I pannelli saranno installati fissandoli tramite apposito sistema di ancoraggio.

#### **5.6 Irradiazione giornaliera media mensile sul piano orizzontale**

La disponibilità della fonte solare per il sito di installazione è verificata utilizzando i dati "UNI 10349" relativi a valori giornalieri medi mensili della irradiazione solare sul piano orizzontale.

##### **5.6.1 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 1.00.

### **5.6.2 Albedo**

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 di albedo, considerando anche i valori presenti nella norma UNI 8477, con valori di albedo medio annuo pari a 0.20.

## **5.7 DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO**

### **5.7.1 Criterio generale 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 e 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. 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.

### **5.7.2 Criterio 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;
- 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 la seguente formula:

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

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.

### **5.7.3 Criterio di verifica elettrica**

In corrispondenza dei valori minimi della temperatura di lavoro dei moduli (-10 °C) e dei valori massimi di lavoro degli stessi (70 °C) sono verificate le seguenti disuguaglianze:

#### **TENSIONI MPPT**

Tensione nel punto di massima potenza,  $V_m$ , a 70 °C maggiore o uguale alla Tensione MPPT minima ( $V_{mppt \text{ min}}$ ).

Tensione nel punto di massima potenza,  $V_m$ , a -10 °C minore o uguale alla Tensione MPPT massima ( $V_{mppt \text{ max}}$ ).

I valori di MPPT rappresentano i valori minimo e massimo della finestra di tensione utile per la ricerca del punto di funzionamento alla massima potenza.

#### **TENSIONE MASSIMA**

Tensione di circuito aperto, Voc, a -10 °C minore o uguale alla tensione massima di ingresso dell'inverter.

#### **TENSIONE MASSIMA MODULO**

Tensione di circuito aperto, Voc, a -10 °C minore o uguale alla tensione massima di sistema del modulo.

#### **CORRENTE MASSIMA**

Corrente massima (corto circuito) generata, Isc, minore o uguale alla corrente massima di ingresso dell'inverter.

#### **DIMENSIONAMENTO**

Dimensionamento compreso tra il 70% e 120%.

Per dimensionamento si intende il rapporto di potenze tra l'inverter e il generatore fotovoltaico ad esso collegato (nel caso di sottoimpianti MPPT, il dimensionamento è verificato per il sottoimpianto MPPT nel suo insieme).

### **5.8 Caratteristiche**

L'impianto è di tipo grid-connected, la tipologia di allaccio è in bassa tensione.

Ha una potenza totale pari a **15.00 kWp** (per la precisione 14,64 kWp) e una produzione di energia annua superiore a **19.700 kWh**, derivante da 48 moduli da 305 W, che occupano una superficie di circa 82 m<sup>2</sup>.

Il parallelo dell'impianto alla rete ENEL avverrà in un punto di connessione esistente, trattandosi di impianto in Scambio sul posto, pensato per soddisfare i consumi dell'attività che si trova sul sito.

Scheda tecnica dell'impianto

Dati tecnici	
Superficie totale moduli	<b>82.00 m<sup>2</sup></b>

Numero totale moduli	<b>48</b>
Numero totale inverter	<b>1</b>
Energia totale annua	<b>19.700 kWh</b>
Potenza totale	<b>14.64 kW</b>
Potenza fase L1	<b>4.88 kW</b>
Potenza fase L2	<b>4.88 kW</b>
Potenza fase L3	<b>4.88 kW</b>
BOS	<b>74.97</b>

## **5.9 Specifiche degli altri componenti dell'impianto**

### **5.9.1 Posizionamento dei moduli**

I moduli saranno installati sulle falde di copertura della scuole, come da planimetria di progetto, fissati con apposito sistema di ancoraggio. Il campo fotovoltaico sarà installato in modo da essere poco visibile ed avere orientamento possibilmente verso SUD e inclinazione minima di 15°.

### **5.9.2 Cablaggio elettrico**

Per il cablaggio elettrico saranno utilizzati cavi di opportuna sezione, non inferiore a 4 mm<sup>2</sup> per il lato CC, in cui saranno scelti cavi solari.

<b>LATO CC</b>	
<b>Lunghezza cavi solari</b>	<b>60 m max</b>
<b>Sezione</b>	<b>4 mm<sup>2</sup></b>

<b>Caduta di tensione</b>	<b>1,16 V</b>
<b>Resistenza cavo</b>	<b>0,06 Ohm</b>
<b>Dissipazione di potenza</b>	<b>23,39 W (0,58%)</b>

### **5.9.3 Dispositivo Generale, d'Interfaccia e/o di Generatore e loro Protezioni**

#### **5.9.4 Quadri in corrente continua**

È prevista l'installazione di un quadro di campo per l'inverter, costituito da centralino a parete IP65, che assolve alle funzioni di:

- Connessione e parallelo delle stringhe in ingresso (non è necessario installare diodi per la protezione delle stringhe da corrente inversa);
- Protezione delle stringhe da sovratensioni indotte attraverso l'uso di scaricatori verso terra e tra le polarità negative e positive;
- Sezionamento stringhe: il sezionamento in CC sulla rete principale, a monte dell'inverter, è inteso come mezzo per isolare elettricamente il campo fotovoltaico, isolamento richiesto durante i lavori di installazione, di manutenzione e di riparazione (CEI 60364-7-712). Il sezionatore CC scelto è:
  - bipolare per isolare elettricamente le 2 polarità;
  - specifico per la corrente continua;
  - situato a monte ed in prossimità dell'inverter.

Al fine di evitare che il sezionamento sia effettuato impropriamente sotto carico, è necessaria la messa in opera di un interruttore e sezionatore che riesca ad aprire e sezionare sotto carico la linea, con potere di apertura opportuno ai fini del funzionamento in CC.

- Protezione da sovracorrenti.

Le funzioni suddette vengono assolate attraverso l'installazione nel quadro di campo, dei seguenti elementi:

- scaricatori di sovratensione bipolari
- sezionatori bipolari;
- sezionatori di stringa a fusibili;

#### **5.9.5 Dispositivo e protezioni di interfaccia**

È prevista l'installazione di un quadro di parallelo per il collegamento dell'impianto alla rete di distribuzione. Trattandosi di un impianto di potenza inferiore a 11,08 kWp, l'interfaccia sarà interna all'inverter.

#### **5.10 Verifiche elettriche**

In corrispondenza dei valori minimi della temperatura di lavoro dei moduli (-10 °C) e dei valori massimi di lavoro degli stessi (70 °C) sono verificate le relazioni tra tutte le tensioni e le correnti di funzionamento dell'impianto.

## **APPENDICE A**

Gli impianti fotovoltaici e i relativi componenti devono rispettare, ove di pertinenza, le prescrizioni contenute nelle seguenti norme di riferimento, comprese eventuali varianti, aggiornamenti ed estensioni emanate successivamente dagli organismi di normazione citati.

Si applicano inoltre i documenti tecnici emanati dai gestori di rete riportanti disposizioni applicative per la connessione di impianti fotovoltaici collegati alla rete elettrica e le prescrizioni di autorità locali, comprese quelle dei VVFF.

### **Leggi e decreti**

Normativa generale:

#### **Decreto Legislativo n. 504 del 26-10-1995, aggiornato 1-06-2007**

Testo Unico delle disposizioni legislative concernenti le imposte sulla produzione e sui consumi e relative sanzioni penali e amministrative.

**Direttiva CE n. 77 del 27-09-2001:** sulla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato dell'elettricità (2001/77/CE).

**Decreto Legislativo n. 387 del 29-12-2003:** attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità.

**Legge n. 239 del 23-08-2004:** riordino del settore energetico, nonché delega al Governo per il riassetto delle disposizioni vigenti in materia di energia.

**Decreto Legislativo n. 192 del 19-08-2005:** attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia.

**Decreto Legislativo n. 311 del 29-12-2006:** disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia.

**Decreto Legislativo n. 26 del 2-02-2007:** attuazione della direttiva 2003/96/CE che ristruttura il quadro comunitario per la tassazione dei prodotti energetici e dell'elettricità.

**Decreto Legge n. 73 del 18-06-2007:** testo coordinato del Decreto Legge 18 giugno 2007, n. 73.

**Decreto Legislativo del 30-05-2008:** attuazione della direttiva 2006/32/CE relativa all'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici e abrogazione della direttiva 93/76/CEE.

**Decreto 2-03-2009:** disposizioni in materia di incentivazione della produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare.

**Legge n.99 del 23 luglio 2009:** disposizioni per lo sviluppo e l'internazionalizzazione delle imprese, nonché in materia di energia.

Sicurezza:

**D.Lgs. 81/2008** (testo unico della sicurezza): misure di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.

**DM 37/2008:** sicurezza degli impianti elettrici all'interno degli edifici.

Nuovo Conto Energia:

**DECRETO 19-02-2007:** criteri e modalità per incentivare la produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare, in attuazione dell'articolo 7 del decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387.

**Legge n. 244 del 24-12-2007 (Legge finanziaria 2008):** disposizioni per la formazione del bilancio annuale e pluriennale dello Stato.

**Decreto Attuativo 18-12-2008 - Finanziaria 2008**

**Norme Tecniche**

**CEI 64-8:** impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua.

**CEI 11-20:** impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria.

**CEI EN 60904-1(CEI 82-1):** dispositivi fotovoltaici Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche tensione-corrente.

**CEI EN 60904-2 (CEI 82-2):** dispositivi fotovoltaici - Parte 2: Prescrizione per le celle fotovoltaiche di riferimento.

**CEI EN 60904-3 (CEI 82-3):** dispositivi fotovoltaici - Parte 3: Principi di misura per sistemi solari fotovoltaici per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento.

**CEI EN 61727 (CEI 82-9):** sistemi fotovoltaici (FV) - Caratteristiche dell'interfaccia di raccordo con la rete.

**CEI EN 61215 (CEI 82-8):** moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo.

**CEI EN 61646 (82-12):** moduli fotovoltaici (FV) a film sottile per usi terrestri - Qualifica del progetto e approvazione di tipo.

**CEI EN 50380 (CEI 82-22):** fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaici.

**CEI 82-25:** guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione.

**CEI EN 62093 (CEI 82-24):** componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali.

**CEI 82-25** Edizione seconda: guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa Tensione.

**CEI EN 61000-3-2 (CEI 110-31):** compatibilità elettromagnetica (EMC) - Parte 3: Limiti - Sezione 2: Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso  $I_n = 16$  A per fase).

**CEI EN 60555-1 (CEI 77-2):** disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili - Parte 1: Definizioni.

**CEI EN 60439 (CEI 17-13):** apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT).

**CEI 0-16:** regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica.

**CEI-UNEL 35023:** cavi per energia isolati in gomma o con materiale termoplastico aventi grado di isolamento non superiore a 4 Cadute di tensione.

**CEI-UNEL 35024/1:** cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria.

**CEI-UNEL 35026:** cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali di 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa interrata.

**CEI EN 61724 (CEI 82-15):** rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici - Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati.

**CEI 13-4:** sistemi di misura dell'energia elettrica - Composizione, precisione e verifica.

**CEI EN 62053-21 (CEI 13-43):** apparati per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Prescrizioni particolari - Parte 21: Contatori statici di energia attiva (classe 1 e 2).

**EN 50470-1 ed EN 50470-3** in corso di recepimento nazionale presso CEI.

**CEI EN 62053-23 (CEI 13-45):** apparati per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Prescrizioni particolari - Parte 23: Contatori statici di energia reattiva (classe 2 e 3).

**CEI 64-8, parte 7, sezione 712:** sistemi fotovoltaici solari (PV) di alimentazione.

**CEI 3-19:** segni grafici per schemi - apparecchiature e dispositivi di comando e protezione.

**UNI 10349:** riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici.

I riferimenti di cui sopra possono non essere esaustivi. Ulteriori disposizioni di legge, norme e deliberazioni in materia, anche se non espressamente richiamati, si considerano applicabili.

## **APPENDICE B**

### **Definizioni - Rete Elettrica**

#### **Distributore**

Persona fisica o giuridica responsabile dello svolgimento di attività e procedure che determinano il funzionamento e la pianificazione della rete elettrica di distribuzione di cui è proprietaria.

#### **Rete del distributore**

Rete elettrica di distribuzione AT, MT e BT alla quale possono collegarsi gli utenti.

#### **Rete BT del distributore**

Rete a tensione nominale superiore a 50 V fino a 1.000 V compreso in c.a.

#### **Rete MT del distributore**

Rete a tensione nominale superiore a 1.000 V in c.a. fino a 30.000 V compreso.

#### **Utente**

Soggetto che utilizza la rete del distributore per cedere o acquistare energia elettrica.

#### **Gestore di rete**

Il Gestore di rete è la persona fisica o giuridica responsabile, anche non avendone la proprietà, della gestione della rete elettrica con obbligo di connessione di terzi a cui è connesso l'impianto (Deliberazione dell'AEEG n. 28/06).

#### **Gestore Contraente**

Il Gestore Contraente è l'impresa distributrice competente nell'ambito territoriale in cui è ubicato l'impianto fotovoltaico (Deliberazione dell'AEEG n. 28/06).

## **Definizioni - Impianto Fotovoltaico**

### **Angolo di inclinazione (o di Tilt)**

Angolo di inclinazione del piano del dispositivo fotovoltaico rispetto al piano orizzontale (da IEC/TS 61836).

### **Angolo di orientazione (o di azimut)**

L'angolo di orientazione del piano del dispositivo fotovoltaico rispetto al meridiano corrispondente. In pratica, esso misura lo scostamento del piano rispetto all'orientazione verso SUD (per i siti nell'emisfero terrestre settentrionale) o verso NORD (per i siti nell'emisfero meridionale). Valori positivi dell'angolo di azimut indicano un orientamento verso ovest e valori negativi indicano un orientamento verso est (CEI EN 61194).

### **BOS (Balance Of System o Resto del sistema)**

Insieme di tutti i componenti di un impianto fotovoltaico, esclusi i moduli fotovoltaici.

### **Generatore o Campo fotovoltaico**

Insieme di tutte le schiere di moduli fotovoltaici in un sistema dato (CEI EN 61277).

### **Cella fotovoltaica**

Dispositivo fotovoltaico fondamentale che genera elettricità quando viene esposto alla radiazione solare (CEI EN 60904-3). Si tratta sostanzialmente di un diodo con grande superficie di giunzione, che esposto alla radiazione solare si comporta come un generatore di corrente, di valore proporzionale alla radiazione incidente su di esso.

### **Condizioni di Prova Standard (STC)**

Comprendono le seguenti condizioni di prova normalizzate (CEI EN 60904-3):

- Temperatura di cella:  $25\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ .
- Irraggiamento:  $1000\text{ W/m}^2$ , con distribuzione spettrale di riferimento (massa d'aria AM 1,5).

### **Dispositivo del generatore**

Dispositivo installato a valle dei terminali di ciascun generatore dell'impianto di produzione (CEI 11-20).

#### **Dispositivo di interfaccia**

Dispositivo installato nel punto di collegamento della rete di utente in isola alla restante parte di rete del produttore, sul quale agiscono le protezioni d'interfaccia (CEI 11-20); esso separa l'impianto di produzione dalla rete di utente non in isola e quindi dalla rete del Distributore; esso comprende un organo di interruzione, sul quale agisce la protezione di interfaccia.

#### **Dispositivo generale**

Dispositivo installato all'origine della rete del produttore e cioè immediatamente a valle del punto di consegna dell'energia elettrica dalla rete pubblica (CEI 11-20).

#### **Effetto fotovoltaico**

Fenomeno di conversione diretta della radiazione elettromagnetica (generalmente nel campo della luce visibile e, in particolare, della radiazione solare) in energia elettrica mediante formazione di coppie elettrone-lacuna all'interno di semiconduttori, le quali determinano la creazione di una differenza di potenziale e la conseguente circolazione di corrente se collegate ad un circuito esterno.

#### **Efficienza nominale di un generatore fotovoltaico**

Rapporto fra la potenza nominale del generatore e l'irraggiamento solare incidente sull'area totale dei moduli, in STC; detta efficienza può essere approssimativamente ottenuta mediante rapporto tra la potenza nominale del generatore stesso (espressa in kWp) e la relativa superficie (espressa in m<sup>2</sup>), intesa come somma dell'area dei moduli.

#### **Efficienza nominale di un modulo fotovoltaico**

Rapporto fra la potenza nominale del modulo fotovoltaico e il prodotto dell'irraggiamento solare standard (1000 W/m<sup>2</sup>) per la superficie complessiva del modulo, inclusa la sua cornice.

#### **Efficienza operativa media di un generatore fotovoltaico**

Rapporto tra l'energia elettrica prodotta in c.c. dal generatore fotovoltaico e l'energia solare incidente sull'area totale dei moduli, in un determinato intervallo di tempo.

**Efficienza operativa media di un impianto fotovoltaico**

Rapporto tra l'energia elettrica prodotta in c.a. dall'impianto fotovoltaico e l'energia solare incidente sull'area totale dei moduli, in un determinato intervallo di tempo.

**Energia elettrica prodotta da un impianto fotovoltaico**

L'energia elettrica (espressa in kWh) misurata all'uscita dal gruppo di conversione della corrente continua in corrente alternata, resa disponibile alle utenze elettriche e/o immessa nella rete del distributore.

**Gruppo di conversione della corrente continua in corrente alternata (o Inverter)**

Apparecchiatura, tipicamente statica, impiegata per la conversione in corrente alternata della corrente continua prodotta dal generatore fotovoltaico.

**Impianto (o Sistema) fotovoltaico**

Impianto di produzione di energia elettrica, mediante l'effetto fotovoltaico; esso è composto dall'insieme di moduli fotovoltaici (Campo fotovoltaico) e dagli altri componenti (BOS), tali da consentire di produrre energia elettrica e fornirla alle utenze elettriche e/o di immetterla nella rete del distributore.

**Impianto (o Sistema) fotovoltaico collegato alla rete del distributore**

Impianto fotovoltaico in grado di funzionare (ossia di fornire energia elettrica) quando è collegato alla rete del distributore.

**Inseguitore della massima potenza (MPPT)**

Dispositivo di comando dell'inverter tale da far operare il generatore fotovoltaico nel punto di massima potenza. Esso può essere realizzato anche con un convertitore statico separato dall'inverter, specie negli impianti non collegati ad un sistema in c.a.

**Energia radiante**

Energia emessa, trasportata o ricevuta in forma di onde elettromagnetiche.

**Irradiazione**

Rapporto tra l'energia radiante che incide su una superficie e l'area della medesima superficie.

### **Irraggiamento solare**

Intensità della radiazione elettromagnetica solare incidente su una superficie di area unitaria. Tale intensità è pari all'integrale della potenza associata a ciascun valore di frequenza dello spettro solare (CEI EN 60904-3).

### **Modulo fotovoltaico**

Il più piccolo insieme di celle fotovoltaiche interconnesse e protette dall'ambiente circostante (CEI EN 60904-3).

### **Modulo fotovoltaico in c.a.**

Modulo fotovoltaico con inverter integrato; la sua uscita è solo in corrente alternata: non è possibile l'accesso alla parte in continua (IEC 60364-7-712).

### **Pannello fotovoltaico**

Gruppo di moduli fissati insieme, preassemblati e cablati, destinati a fungere da unità installabili (CEI EN 61277).

### **Perdite per mismatch (o per disaccoppiamento)**

Differenza fra la potenza totale dei dispositivi fotovoltaici connessi in serie o in parallelo e la somma delle potenze di ciascun dispositivo, misurate separatamente nelle stesse condizioni. Deriva dalla differenza fra le caratteristiche tensione corrente dei singoli dispositivi e viene misurata in W o in percentuale rispetto alla somma delle potenze (da IEC/TS 61836).

### **Potenza nominale (o massima, o di picco, o di targa) di un generatore fotovoltaico**

Potenza elettrica (espressa in Wp), determinata dalla somma delle singole potenze nominali (o massime o di picco o di targa) di ciascun modulo costituente il generatore fotovoltaico, misurate in Condizioni di Prova Standard (STC).

### **Potenza nominale (o massima, o di picco, o di targa) di un impianto fotovoltaico**

Per prassi consolidata, coincide con la potenza nominale (o massima, o di picco, o di targa) del suo generatore fotovoltaico.

#### **Potenza nominale (o massima, o di picco, o di targa) di un modulo fotovoltaico**

Potenza elettrica (espressa in Wp) del modulo, misurata in Condizioni di Prova Standard (STC).

#### **Potenza effettiva di un generatore fotovoltaico**

Potenza di picco del generatore fotovoltaico (espressa in Wp), misurata ai morsetti in corrente continua dello stesso e riportata alle Condizioni di Prova Standard (STC) secondo definite procedure (CEI EN 61829).

#### **Potenza prodotta da un impianto fotovoltaico**

Potenza di un impianto fotovoltaico (espressa in kW) misurata all'uscita dal gruppo di conversione della corrente continua in corrente alternata, resa disponibile alle utenze elettriche e/o immessa nella rete del distributore.

#### **Radiazione solare**

Integrale dell'irraggiamento solare (espresso in kWh/m<sup>2</sup>), su un periodo di tempo specificato (CEI EN 60904-3).

#### **Sezioni**

"....l'impianto fotovoltaico può essere composto anche da sezioni di impianto a condizione che:

- a) all'impianto corrisponda un solo soggetto responsabile;
- b) ciascuna sezione dell'impianto sia dotata di autonoma apparecchiatura per la misura dell'energia elettrica prodotta ai sensi delle disposizioni di cui alla deliberazione n. 88/07;
- c) il soggetto responsabile consenta al soggetto attuatore l'acquisizione per via telematica delle misure rilevate dalle apparecchiature per la misura di cui alla precedente lettera b), qualora necessaria per gli adempimenti di propria competenza. Tale acquisizione può avvenire anche per il tramite dei gestori di rete sulla base delle disposizioni di cui all'articolo 6, comma 6.1, lettera b), della deliberazione n. 88/07;

d) a ciascuna sezione corrisponda una sola tipologia di integrazione architettonica di cui all'articolo 2, comma 1, lettere da b1) a b3) del decreto ministeriale 19 febbraio 2007, ovvero corrisponda la tipologia di intervento di cui all'articolo 6, comma 4, lettera c), del medesimo decreto ministeriale;

e) la data di entrata in esercizio di ciascuna sezione sia univocamente definibile....." (ARG-elt 161/08).

### **Soggetto responsabile**

Il soggetto responsabile è la persona fisica o giuridica responsabile della realizzazione e dell'esercizio dell'impianto fotovoltaico.

### **Sottosistema fotovoltaico**

Parte del sistema o impianto fotovoltaico; esso è costituito da un gruppo di conversione c.c./c.a. e da tutte le stringhe fotovoltaiche che fanno capo ad esso.

### **Stringa fotovoltaica**

Insieme di moduli fotovoltaici collegati elettricamente in serie per ottenere la tensione d'uscita desiderata.

### **Temperatura nominale di lavoro di una cella fotovoltaica (NOCT)**

Temperatura media di equilibrio di una cella solare all'interno di un modulo posto in particolari condizioni ambientali (irraggiamento:  $800 \text{ W/m}^2$ , temperatura ambiente:  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ , velocità del vento:  $1 \text{ m/s}$ ), elettricamente a circuito aperto ed installato su un telaio in modo tale che a mezzogiorno solare i raggi incidano normalmente sulla sua superficie esposta (CEI EN 60904-3).

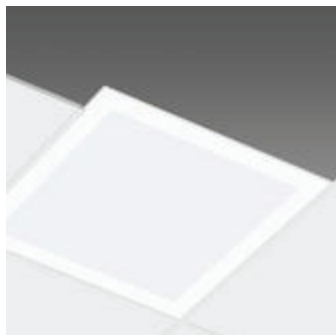
## **IPSIA Bocchigliero**

Responsabile:  
No. ordine:  
Ditta:  
No. cliente:

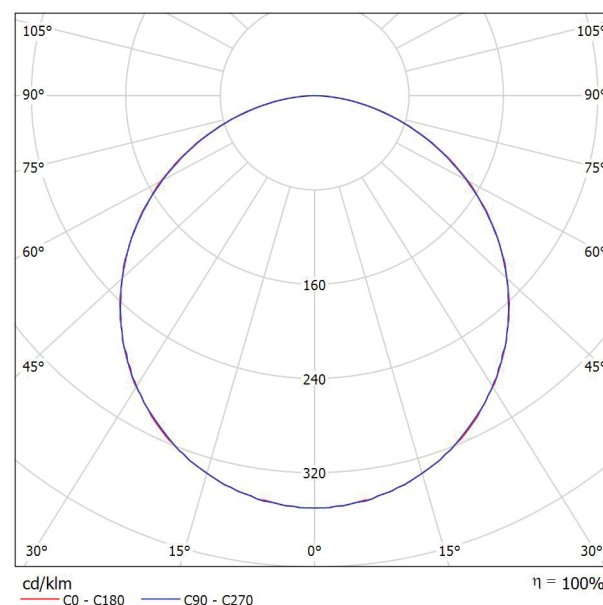
Data: 12.10.2020  
Redattore:

Redattore  
Telefono  
Fax  
e-Mail

## Disano 840 LED panel Disano 840 LED CLD CELL-D DIMM bianco / Scheda tecnica apparecchio



Emissione luminosa 1:



Classificazione lampade secondo CIE: 100  
CIE Flux Code: 47 79 95 100 100

La qualità superiore dell'illuminazione a LED è oggi più vicina e accessibile, grazie a un prodotto rivoluzionario che offre, a costi contenuti, la luce ideale per uffici, centri commerciali, strutture alberghiere, sanitarie e in generale per tutti gli ambienti che necessitano di un'illuminazione costante.

LED Panel è un pannello quadrato o rettangolare, facilmente inseribile a plafone, dotato di connessione rapida senza necessità di apertura dell'apparecchio. La forma garantisce una distribuzione uniforme della luce, i LED bianchi (3000 e 4000 K) generano un'illuminazione di alta qualità, assicurando il massimo comfort visivo e una perfetta resa del colore (ra >80).

Tutto questo con un importante risparmio energetico. Il flusso luminoso di 3700 Lm è ottenuto con un consumo totale di soli 36W. Confrontando LED Panel con gli apparecchi più diffusi il risparmio energetico è evidente: per fare solo due esempi, si ha un risparmio di più del 41% rispetto a plafoniere 4x18 W con ottica lamellare e si arriva addirittura al 62,7% di risparmio rispetto a plafoniere con lastra opale. Il risparmio è ancor più significativo se si considerano la lunga durata di vita dei LED (50mila ore) e l'assenza di manutenzione dopo l'installazione.

Oltre ai vantaggi pratici va considerato anche il buon risultato estetico che si ottiene installando questi apparecchi dal design estremamente sottile grazie al basso profilo e al corpo in policarbonato. Una soluzione semplice, per disporre della tecnologia più aggiornata in tema di illuminazione d'interni.

La qualità dei materiali e l'alta affidabilità dell'apparecchio, garantite da Disano, garantiscono il vostro investimento. È arrivato il momento di passare ai LED.

Corpo e cornice: stampato ad iniezione in policarbonato bianco, infrangibile ed autoestinguente.

Diffusore: estruso in tecnopolimero opale ad alta trasmittanza.

Cablaggio: rapido, non è necessario aprire l'apparecchio. Predisposizione standard con connessione presa-spina sia per l'alimentazione sia per la regolazione 1-10V.

Montaggio: Ad incasso solo in appoggio sui traversini

Normativa: Prodotti in conformità alle vigenti norme EN60598-1 CEI 34-21, sono protetti con il grado IP20/IP43IK06 secondo le EN 60529.

Installabili su superfici normalmente infiammabili.

LED: 3700lm - 4000K - CRI>80 - 520mA - 31W (potenza assorbita tot. 36W),  
Ta-10+40°C vita utile 50.000h L70. Classificazione rischio

fotobiologico: Gruppo esente

Tecnologia LED di ultima generazione

Dimmerazione di serie 1-10V, dal 10 al 100%

Connessione rapida con presa spina, non è necessario aprire l'apparecchio

Confezione rapida col  
Nessuna manutenzione

Fattore di abbagliamento UGR: valore contemplato secondo la norma \*

Fattore di abbagliamento UGR: valore contemplato  
(coefficiente di riflessione: soffitto 0.7 - pareti 0.5)

Emissione luminosa 1:

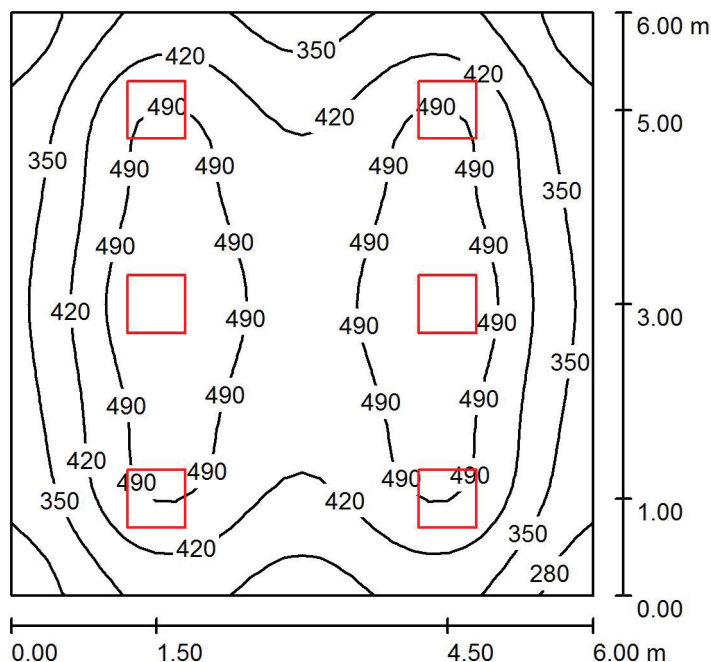
Valutazione di abbagliamento secondo UGR													
		70	70	50	50	30	30	70	70	50	50	30	
$\rho$	Soffitto	70	70	50	50	30	30	70	70	50	50	30	
$\rho$	Pareti	50	30	50	30	30	30	50	30	50	30	30	
$\rho$	Pavimento	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Dimensioni del locale X Y		Linea di mira perpendicolare all'asse delle lampade						Linea di mira parallela all'asse delle lampade					
2H	2H	18.3	19.7	18.6	19.9	20.1		18.3	19.6	18.6	19.9	20.1	
	3H	19.9	21.1	20.3	21.4	21.7		19.9	21.1	20.2	21.4	21.6	
	4H	20.6	21.0	20.0	22.3			20.5	21.7	20.9	21.9	22.2	
	6H	21.1	22.1	21.4	22.4	22.8		21.0	22.0	21.3	22.3	22.7	
	8H	21.2	22.3	21.6	22.6	22.9		21.1	22.2	21.5	22.5	22.8	
	12H	21.3	22.3	21.7	22.6	23.0		21.2	22.2	21.6	22.5	22.9	
4H	2H	19.0	20.2	19.4	20.4	20.7		19.0	20.1	19.3	20.4	20.7	
	3H	20.8	21.8	21.2	22.1	22.4		20.8	21.7	21.1	22.1	22.4	
	4H	21.6	22.5	22.0	22.8	23.2		21.5	22.4	21.9	22.7	23.1	
	6H	22.2	23.0	22.6	23.4	23.7		22.1	22.9	22.5	23.3	23.7	
	8H	22.4	23.1	22.9	23.5	23.9		22.3	23.0	22.8	23.4	23.8	
	12H	22.6	23.2	23.0	23.6	24.1		22.5	23.1	22.9	23.5	23.9	
8H	4H	21.9	22.6	22.3	23.0	23.4		21.9	22.5	22.3	22.9	23.4	
	6H	22.7	23.2	23.1	23.7	24.1		22.6	23.2	23.1	23.6	24.0	
	8H	23.0	23.5	23.5	23.9	24.4		22.9	23.4	23.4	23.8	24.3	
	12H	23.2	23.6	23.7	24.1	24.6		23.1	23.5	23.6	24.0	24.5	
	4H	21.9	22.6	22.4	23.0	23.4		21.9	22.5	22.3	22.9	23.4	
	6H	22.7	23.2	23.2	23.7	24.2		22.7	23.2	23.1	23.6	24.1	
12H	8H	23.1	23.5	23.6	24.0	24.5		23.0	23.4	23.5	23.9	24.4	
Variazione della posizione dell'osservatore per le distanze delle lampade 5													
S = 1.0H		+0.1 / -0.1						+0.1 / -0.1					
S = 1.5H		+0.2 / -0.3						+0.2 / -0.3					
S = 2.0H		+0.4 / -0.6						+0.4 / -0.6					
Tabella standard Addendo di correzione		BK06 5.8						BK06 5.7					
Indici di abbagliamento corretti riferiti a 3300lm Flusso luminoso sférico													

Installazione in appoggio su traversini del controsoffitto  
Disponibile anche in doppio isolamento

DIALux 4.13 by DIAL GmbH

Redattore  
Telefono  
Fax  
e-Mail

## Aula tipo / Riepilogo



Altezza locale: 2.800 m, Altezza di montaggio: 2.897 m, Fattore di manutenzione: 0.80

Valori in Lux, Scala 1:78

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Superficie utile	/	427	245	558	0.573
Pavimento	20	358	217	434	0.607
Soffitto	70	97	78	112	0.803
Pareti (4)	50	234	93	444	/

### Superficie utile:

Altezza: 0.850 m  
Reticolo: 32 x 32 Punti  
Zona margine: 0.000 m

### UGR

Parete sinistra 22  
Parete inferiore 22  
(CIE, SHR = 0.25.)

Longitudinale-

Trasversale

verso l'asse  
lampade

Quantità di punti con meno di 400 lx (per IEQ-7): 35.94%.

### Distinta lampade

No.	Pezzo	Denominazione (Fattore di correzione)	$\Phi$ (Lampada) [lm]	$\Phi$ (Lampadine) [lm]	P [W]
1	6	Disano 840 LED panel Disano 840 LED CLD CELL-D DIMM bianco (Tipo 1)* (1.000)	4000	4000	42.0
Totale:			23999	24000	252.0

\*Dati tecnici modificati

Potenza allacciata specifica: 7.00 W/m<sup>2</sup> = 1.64 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Base: 36.00 m<sup>2</sup>)



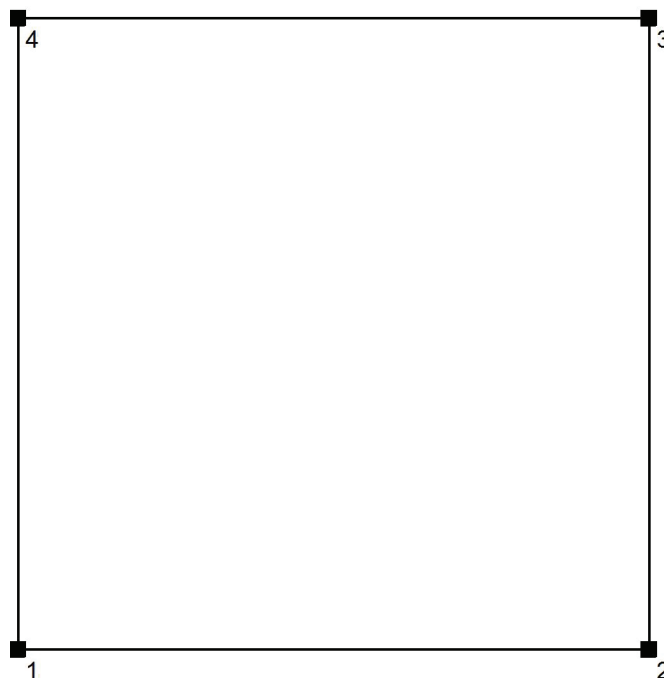
Redattore  
Telefono  
Fax  
e-Mail

## Aula tipo / Protocollo di input

Altezza della superficie utile: 0.850 m  
Zona margine: 0.000 m

Fattore di manutenzione: 0.80

Altezza locale: 2.800 m  
Base: 36.00 m<sup>2</sup>



Superficie	Rho [%]	da ( [m]   [m] )	in direzione ( [m]   [m] )	Lunghezza [m]
Pavimento	20	/	/	/
Soffitto	70	/	/	/
Parete 1	50	( 0.000   0.000 )	( 6.000   0.000 )	6.000
Parete 2	50	( 6.000   0.000 )	( 6.000   6.000 )	6.000
Parete 3	50	( 6.000   6.000 )	( 0.000   6.000 )	6.000
Parete 4	50	( 0.000   6.000 )	( 0.000   0.000 )	6.000

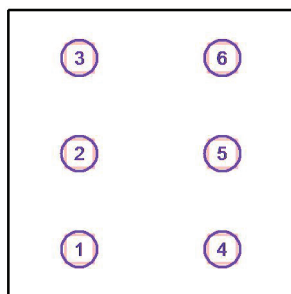


Redattore  
Telefono  
Fax  
e-Mail

## Aula tipo / Lampade (lista coordinate)

### Disano 840 LED panel Disano 840 LED CLD CELL-D DIMM bianco (Tipo 1)

4000 lm, 42.0 W, 1 x 1 x Definito dall'utente (Fattore di correzione 1.000).



No.	Posizione [m]			Rotazione [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	1.500	1.000	2.897	0.0	0.0	90.0
2	1.500	3.000	2.897	0.0	0.0	90.0
3	1.500	5.000	2.897	0.0	0.0	90.0
4	4.500	1.000	2.897	0.0	0.0	90.0
5	4.500	3.000	2.897	0.0	0.0	90.0
6	4.500	5.000	2.897	0.0	0.0	90.0

COMMITTENTE:

CARATTERISTICHE QUADRO

IMPIANTO A MONTE

TENSIONE [V]	400	FREQ. [Hz]	50
CORRENTE NOM. DEL QUADRO [A]			
Icc PRES. SUL QUADRO [kA]	5,9		
SISTEMA DI NEUTRO	TT		
DIMENSIONAMENTO SBARRE			
In [A]	Icc [kA]		
CARPENTERIA	METALLICA		
CLASSE DI ISOLAMENTO	IP		

COMMESSA:

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

INTERRUTTORI SCATOLATI	<input checked="" type="checkbox"/> — CEI EN 60947-2
INTERRUTTORI MODULARI	<input type="checkbox"/> — CEI EN 60947-2
	<input type="checkbox"/> — CEI EN 60898
CARPENTERIA	<input checked="" type="checkbox"/> — CEI EN 61439-2
	<input type="checkbox"/> — CEI 23-48 - CEI EN 60670-1
	— CEI 23-49 - CEI EN 60670-24
	— CEI 23-51

QUADRO:

Quadro POD

CLIENTE

Istituto Professionale di Perizia e Artigianato "IPSA" di Bocchigliero

FILE progettobocchigliero [Q00] [QPOD].dwg

ARCHIVIO

DATA 08/10/2020 REVISIONE R0.0

DISEGNATORE

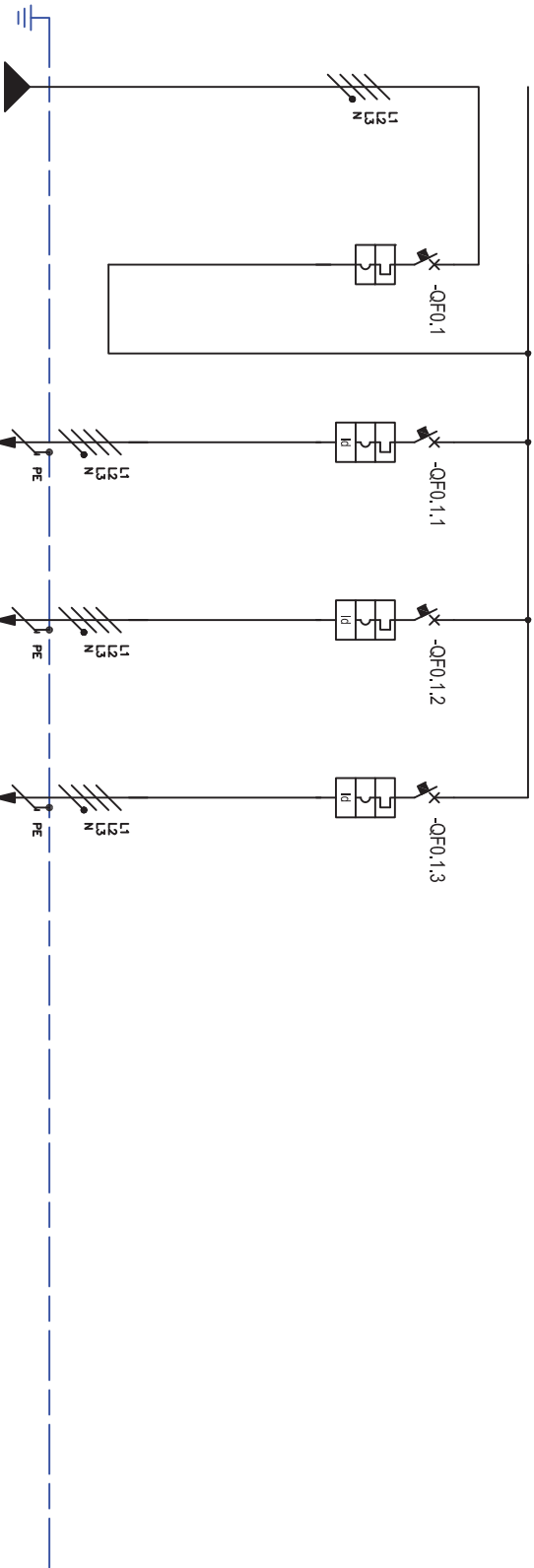
PAGINA 1 SEQUE

IMPIANTO

Impianto elettrico

TAVOLA





\* Selettività  
\*\* Filiazione

NUMERAZIONE MORSETTI		DISTRIBUZIONE		1	1	2	3	4						
DESCRIZIONE CIRCUITO				1	1	2	2	3	4					
TIPO APPARECCHIO														
INTERRUTTORE Icu - CEI EN 60947-2 Icn - CEI EN 60898-1	Icu [kA] / Icn [A]													
	N. POLI													
	CURVA SGANCIATORE													
	I <sub>r</sub> [A]													
	I <sub>sd</sub> [A]													
	I <sub>ti</sub> [A]													
DIFFERENZIALE	I <sub>g</sub> [A]													
	TIPO													
CONTATTORE	I <sub>dn</sub> [A]													
	TIPO													
TELERUTTORE	BOBINA [V]													
	TIPO													
FUSIBILE	N. POLI													
	TIPO													
CONDUTTURA	TIPO													
	MODELLO													
FONDO LINEA	SEZIONE FASE-N/PE/PEN [mm <sup>2</sup> ]													
	I <sub>b</sub> [A]													
	U <sub>n</sub> [V]													
	P [kW]													
	I <sub>cc</sub> min [kA]													
NOTE	LUNGHEZZA [m]													
	dV TOTALE [%]													

CARATTERISTICHE QUADRO

COMMITTENTE:

COMMESSA:

QUADRO:

Quadro Generale

IMPIANTO A MONTE  
[qPOD]

TENSIONE [V]400FREQ. [Hz]50

CORRENTE NOM. DEL QUADRO [A]

Icc PRES. SUL QUADRO [kA]4,2

SISTEMA DI NEUTROTT

DIMENSIONAMENTO SBARRE

In [A]Icc [kA]

CARPENTERIAMETALLICA

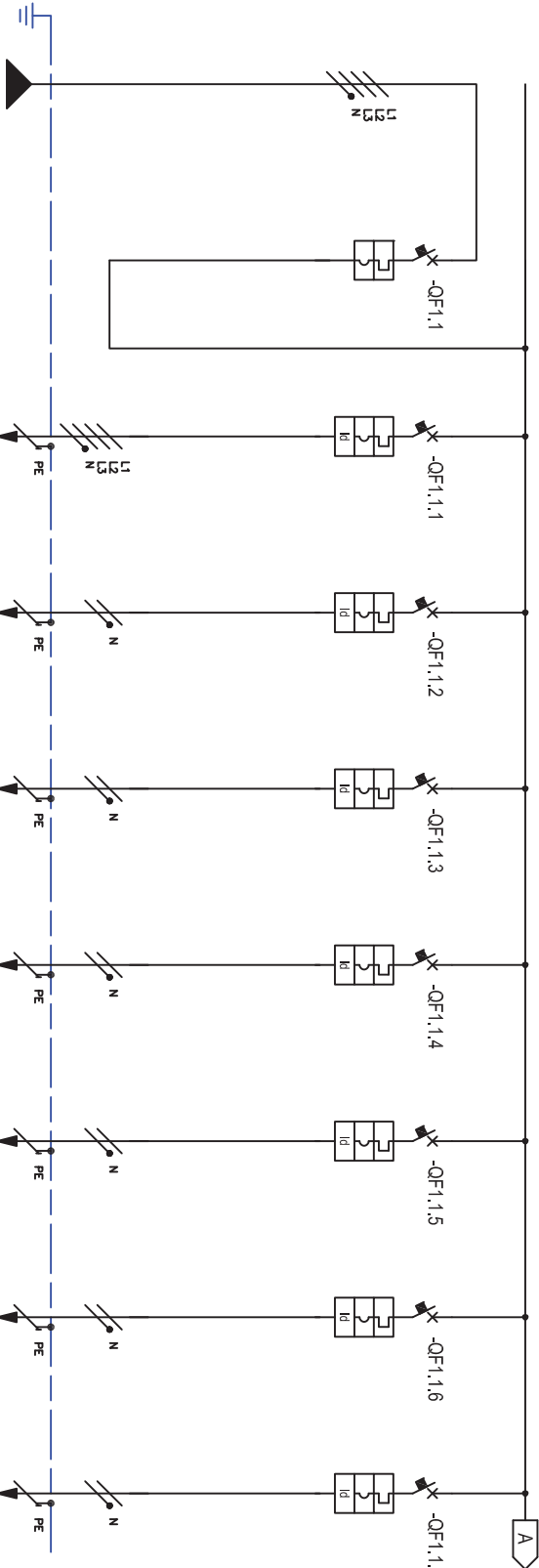
CLASSE DI ISOLAMENTOIP

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

INTERRUTTORI SCATOLATI☒ — CEI EN 60947-2

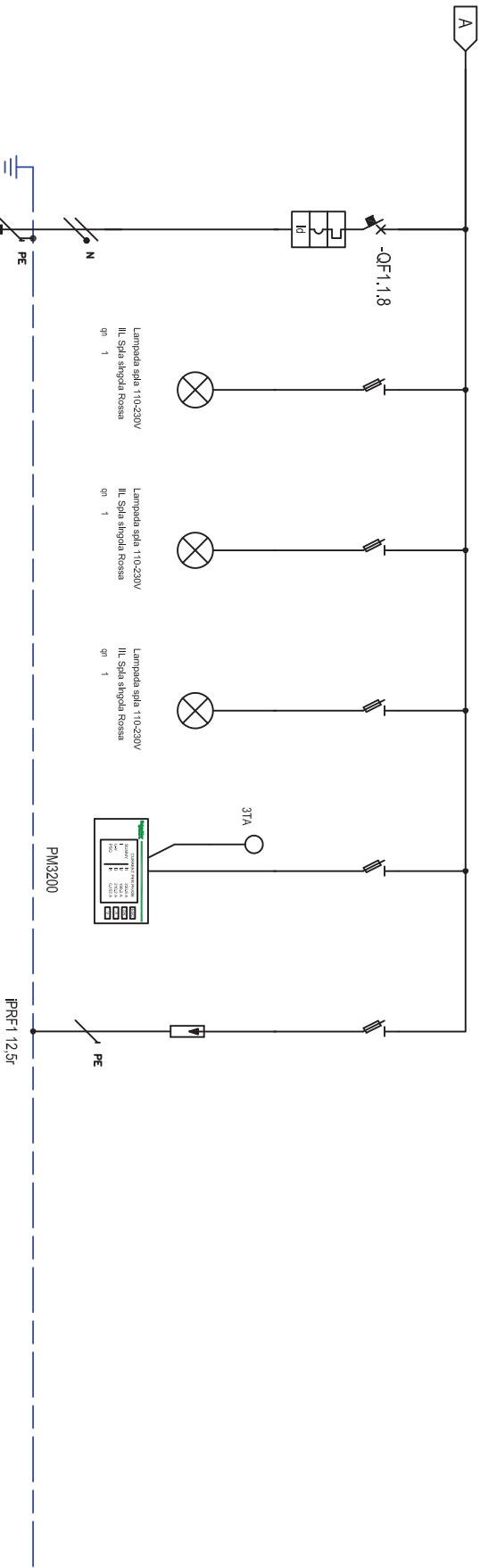
INTERRUTTORI MODULARI☐ — CEI EN 60947-2☐ — CEI EN 60898

CARPENTERIA☒ — CEI EN 61439-2☐ — CEI 23-48 - CEI EN 60670-1  
— CEI 23-49 - CEI EN 60670-24  
— CEI 23-51



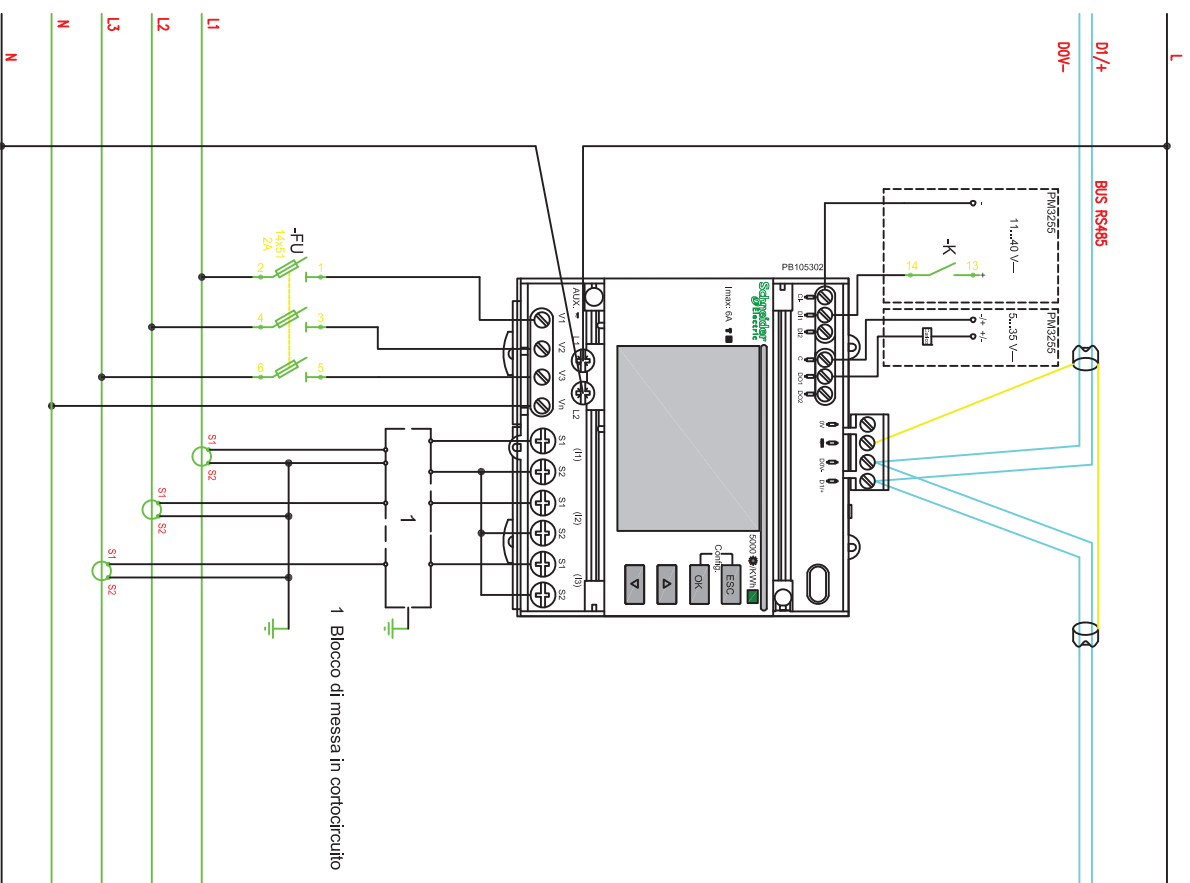
\* Selettività  
\*\* Filiazione

NUMERAZIONE MORSETTI		DISTRIBUZIONE		1		2		3		4		5		6		7		8		8	
DESCRIZIONE CIRCUITO		1		1		2		2		FM Aule		FM Uffici		FM Laboratori		Illumi Aule/Uffici		Illumi Comuni		Servizi	
TPO APPARECCHIO		C120 N		IC80 N		IC40 a		IC40 a		IC40 a		IC40 a		IC40 a		IC40 a		IC40 a		IC40 a	
INTERRUTTORE		N. POLI		4P		4P		1P+N		1P+N		1P+N		1P+N		1P+N		1P+N		1P+N	
Icu [kA] / Icn [A]		10		10		10		10		10		10		10		10		10		10	
Ics [kA] / Icn [A]		100		50		16		16		16		16		16		10		10		10	
CURVA SGANCIAZIONE		C		C		C		C		C		C		C		C		C		C	
Itr [A]		100		50		16		16		16		16		16		10		10		10	
Itd [A]		1000		500		160		160		160		160		160		100		100		100	
Ist [s]																					
Ilt [A]																					
Igt [A]																					
DIFFERENZIALE		TPO		Vigi		AC		Vigi		AC		Vigi		AC		Vigi		AC		Vigi	
Icn [A]				0,03		Istantaneo		0,03		Istantaneo		0,03		Istantaneo		0,03		Istantaneo		0,03	
CONTATTORE		TPO																			
TELERUTTORE		BOBINA [V]		N. POLI		In [A]															
TERMICO		TPO		Ith [A]																	
FUSIBILE		N. POLI		In [A]																	
AL TRE APP.		TPO		MODELLO																	
CONDUITTA		TPO ISOLAMENTO		EPR		EPR		EPR		EPR		EPR		EPR		EPR		EPR		EPR	
SEZIONE FASE-N-PE/PEN [mm²]		1x25		1x25		1x16		1x25		1x25		1x25		1x25		1x25		1x25		1x25	
Ib [A]		26,4		135		40,6		135		15,7		37		15,7		50		1,2		37	
Un [V]		400		16,12		400		13,15		230		3,25		230		0,25		230		0,25	
P [kW]		4,2		1,1		0,9		3,6		0,3		0,6		0,3		0,7		0,1		0,3	
Icc min [kA]		1,1		4,2		1,1		4,2		1,1		4,2		1,1		4,2		1,1		4,2	
Icc max [kA]		1,1		4,2		1,1		4,2		1,1		4,2		1,1		4,2		1,1		4,2	
LUNGHEZZA [m]		25		1,1		15		1,3		20		3,3		20		3,3		20		3,3	
NOTE		FG16MT6-0,6/1 kV		Ca-sb,dt,at		FG16MT6-0,6/1 kV		Ca-sb,dt,at		FG16MT6-0,6/1 kV		Ca-sb,dt,at		FG16MT6-0,6/1 kV		Ca-sb,dt,at		FG16MT6-0,6/1 kV		Ca-sb,dt,at	



\* Selettività  
\*\* Filiazione

NUMERAZIONE MORSETTI			-WC1,18															
NUMERAZIONE CIRCUITO	DISTRIBUZIONE	9	L.N.PE	10	L1,L2,3NPE	11	L1,L2,3NPE	12	L1,L2,3NPE	13	L1,L2,3NPE	14	L1,L2,3NPE					
DESCRIZIONE CIRCUITO		Riserva		10		11		12		13		14						
TIPO APPARECCHIO		IC40 a		STI		STI		STI		STI		STI						
INTERRUTTORE		Icu [kA] / Icn [A]		10														
Icu - CEI EN 60947-2		N. POLI		1P+N		16												
Icn - CEI EN 60958-1		CURVA/SGANCIA TORE		C														
		Itr [A]		16														
		Ird [A]		160														
		Isd [s]																
		IIf [A]																
		Ig [A]																
DIFFERENZIALE		TIPO		CLASSE		Vigi		AC										
		Icn [A]		Idn [ms]		0.03		Istantaneo										
CONTRATTORE		TIPO		CLASSE														
TELERUTTORE		BOBINA [V]		N. POLI		In [A]												
TERMICO		TIPO		Ith [A]														
FUSIBILE		N. POLI		In [A]														
ALTRE APP.		TIPO		MODELLO														
CONDUTTURA		TIPO ISOLAMENTO		POSA		EPR		13		EPR								
		SEZIONE FASE-N-PE/PEN [mmq]		1x2,5		1x2,5		1x2,5		EPR								
		Ib [A]		1z [A]		4,3		37		0								
		Un [V]		P [kW]		230		0,9		400								
FONDO LINEA		Icc min [kA]		Icc max [kA]		0,9		2										
		LUNGHEZZA [m]		dV TOTALE [%]		1		1,1										
NOTE		FG16M16-0,6/1 kV		Cca=1b,d1,a1														




# Multimetro Digitale Serie PM32xx

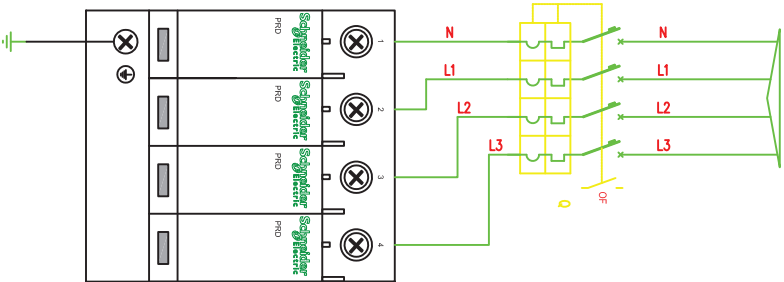
Multimetro digitale con misura di I, V, E, P e Q, f, THD su corrente e tensione e PF.

Adatto per circuiti monofase e trifase (con o senza neutro) e garantisce la misura di energia attiva, sia prodotta che consumata, con precisione in classe 0.5S in conformità alla norma CEI EN 62053-22 e CEI EN 61557-12 PMD/Sx/K5/0.5.

### Caratteristiche tecniche:

- Dotato di uscita Modbus RS485,
- 2 ingressi digitali,
- 2 uscite digitali programmabili.
- Dispositivo multitariffa, dotato di memoria interna.
- Tensione di alimentazione da 100/173 a 277/480 V CA con frequenza da 45 a 65 Hz; da 100 a 300 V CC.
- n. 3 TA XXX/5A

		Istituto Professionale per l'Industria e Artigianato "IPSIA" di Boccigliero		FILE	progettobocchigliero_Q011_IAGI.dwg		
CLIENTE	ARCHIVIO	-		DATA	08/10/2020	REVISIONE	R01
	DISEGNATORE	-		PAGINA	5	SEGUE	
IMPIANTO	Impianto elettrico		TAVOLA	—————			
—————							



CLIENTE		Istituto Professionale per l'Industria e Artigianato "IPSIA" di Bocchigliero		FILE	progettobocchigliero_[001]_[QG].dwg	
IMPIANTO		ARCHIVIO	-	DATA	08/10/2020	REVISIONE R0.0
		DISEGNATORE	-	PAGINA	6	SEQUE
		TAVOLA				
				Schneider Electric		

COMMITTENTE:

CARATTERISTICHE QUADRO

IMPIANTO A MONTE				
[QG]				
TENSIONE [V]	400	FREQ. [Hz]	50	
CORRENTE NOM. DEL QUADRO [A]				
Icc PRES. SUL QUADRO [kA]	3,6			
SISTEMA DI NEUTRO	TT			
DIMENSIONAMENTO SBARRE				
In [A]	Icc [kA]			
CARPENTERIA	METALLICA			
CLASSE DI ISOLAMENTO	IP			

COMMESSA:

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

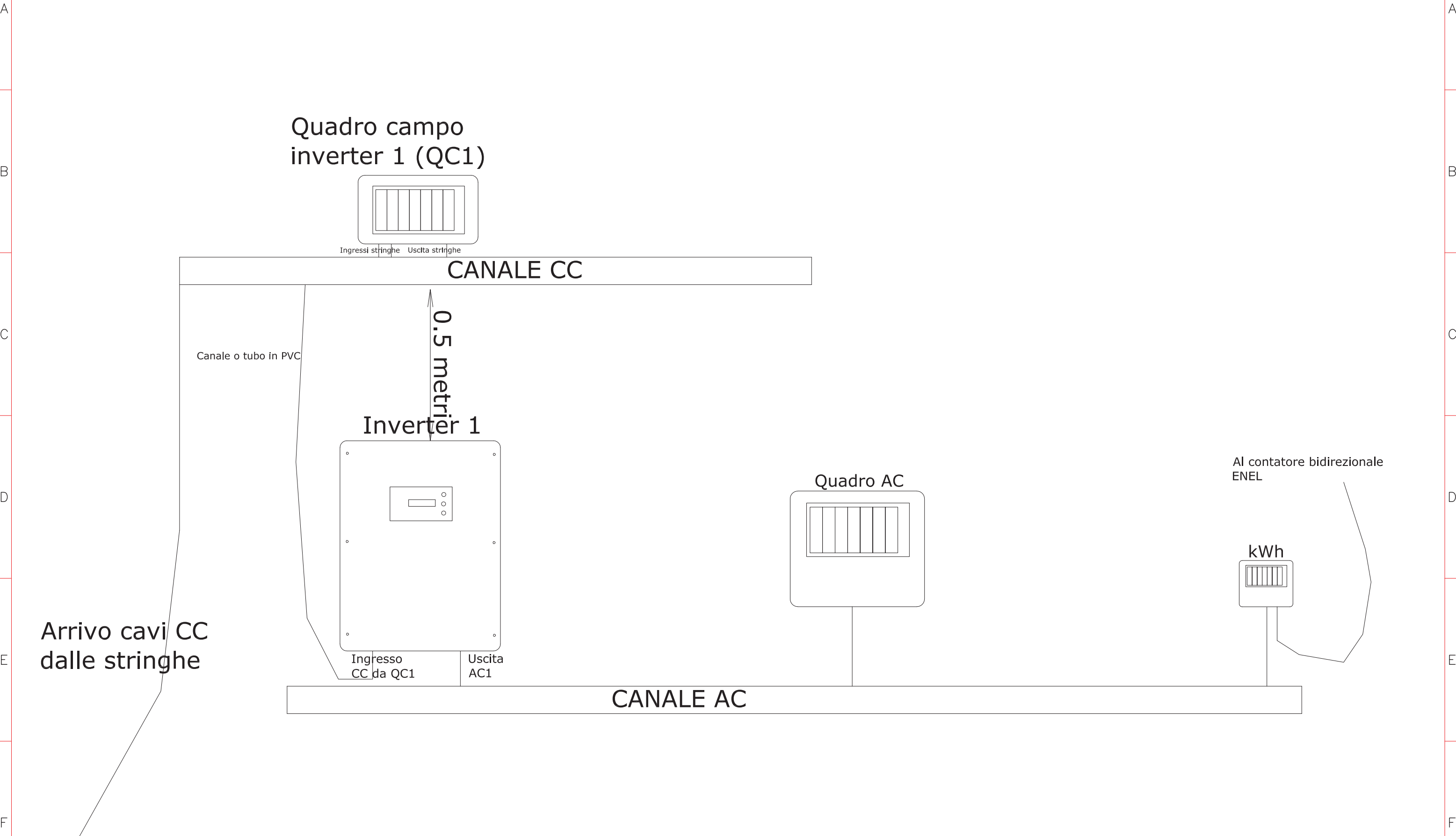
INTERRUTTORI SCATOLATI	<input checked="" type="checkbox"/> — CEI EN 60947-2
INTERRUTTORI MODULARI	<input type="checkbox"/> — CEI EN 60947-2
	<input type="checkbox"/> — CEI EN 60898
CARPENTERIA	<input checked="" type="checkbox"/> — CEI EN 61439-2
	<input type="checkbox"/> — CEI 23-48 - CEI EN 60670-1
	— CEI 23-49 - CEI EN 60670-24
	— CEI 23-51

QUADRO:

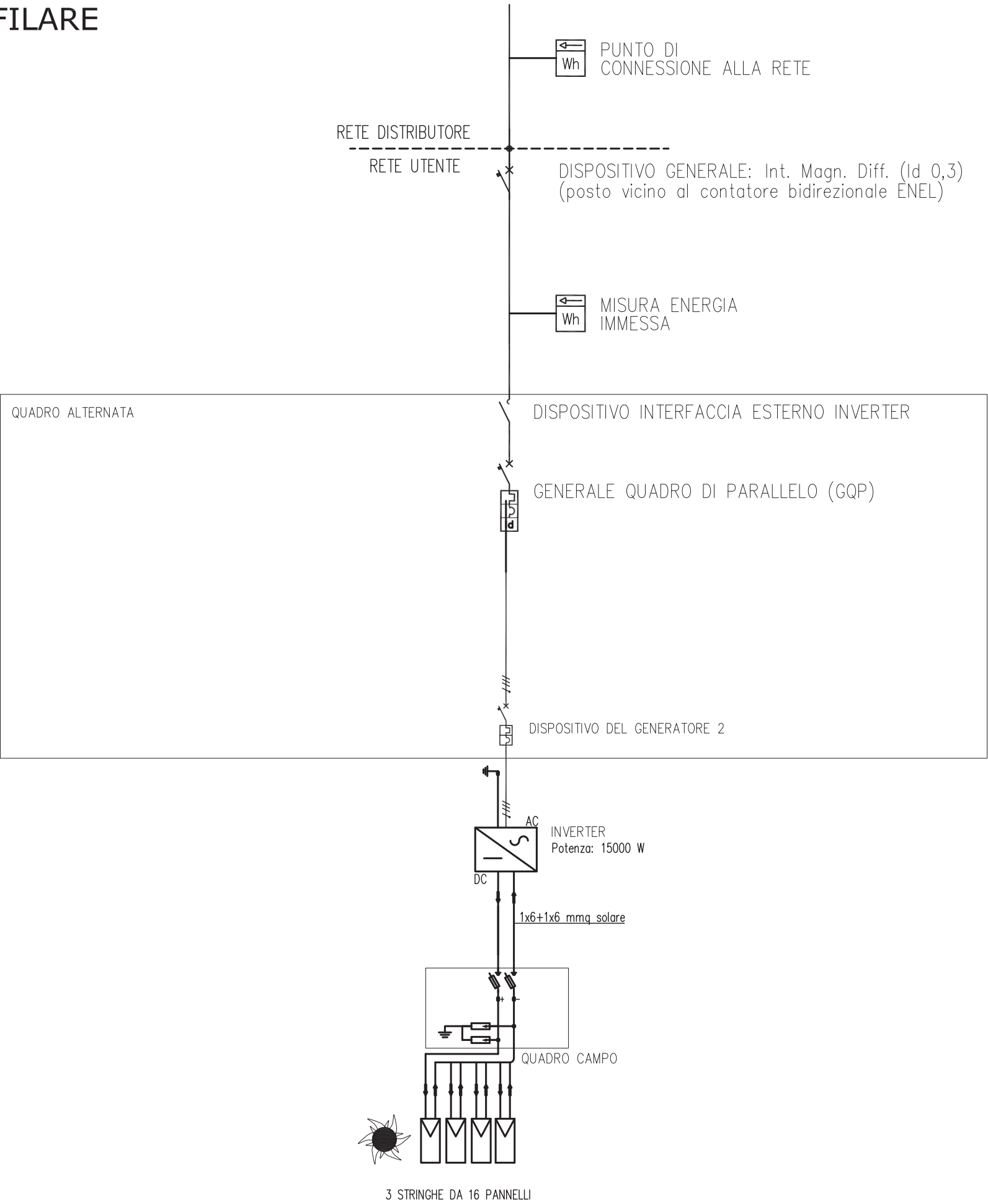
Quadro Piano Primo



LAYOUT E CONNESSIONI INVERTER E QUADRI



SCHEMA ELETTRICO UNIFILARE



QUADRO DI INTERFACCIA

SCHEMA ELETTRICO

