

# UNIONE MONTANA DEI COMUNI DEL SANGRO

*"Inerventi di efficienza energetica con produzione di  
energia elettrica/idrogeno in comuni membri dell'Unione  
Montana dei Comuni del Sangro "*  
**PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA**

OGGETTO :

RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA

ELABORATO

02

RG

SCALA

TECNICO PROGETTISTA

ING. MICHELE ROCCO CAROZZA

INDICE

1	PREMESSA .....	2
2	SCOPO DEL DOCUMENTO.....	2
3	DESCRIZIONE DELL’IMPIANTO.....	2
4	CRITERI PER LE SCELTE PROGETTUALI ESECUTIVE.....	2
5	CALCOLO DELLA RADIAZIONE SOLARE RICEVUTA DALL’IMPIANTO .....	3
6	CRITERI DI SCELTA PER IL DIMENSIONAMENTO DEI COMPONENTI PRINCIPALI .....	4
6.1	Moduli Fotovoltaici.....	5
6.2	Gruppi Di Conversione C.C./C.A.....	5
6.3	Centro di trasformazione.....	5
6.4	Energy Storage System .....	5
6.5	Struttura Di Sostegno .....	6
6.6	Quadri E Cavi Elettrici In Corrente Continua.....	6
6.7	Quadri E Cavi Elettrici In Corrente Alternata.....	7
6.8	Sistema di Protezione di Interfaccia .....	7
6.9	Descrizione Quadro Generale FV .....	8
6.10	Protezione Dalle Sovracorrenti.....	8
6.10.1	Lato Corrente Continua.....	8
	Protezione Da Sovraccarico .....	8
	Protezione Da Cortocircuito .....	8
6.10.2	Lato Corrente Alternata .....	8
	Protezione Da Sovraccarico .....	8
	Protezione Da Cortocircuito .....	8
6.11	Protezione Contro I Contatti Diretti.....	9
6.12	Protezione Contro I Contatti Indiretti – Impianto di Terra .....	9
6.13	Protezione Dalle Sovratensioni da fulminazione .....	10
7	PRESCRIZIONI TECNICHE GENERALI RIGUARDANTI L'INSTALLAZIONE .....	10
7.1	Cablaggio Stringhe.....	10
7.2	Scatole Di Derivazione .....	10
7.3	Sistemi Di Giunzione.....	10
7.4	Modalità di Posa dei Cavi Elettrici .....	10
7.5	Tipologia Quadri Elettrici .....	11
7.6	Dispositivi Di Ancoraggio .....	11
8	OPERE PER LA CONNESSIONE.....	11
9	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	11

## **1 PREMESSA**

La presente relazione descrive le opere previste per i lavori di “Interventi di efficienza energetica con produzione di energia elettrica/idrogeno in comuni membri dell’Unione Montana dei Comuni del Sangro” nell’Unione Montana dei Comuni del Sangro.

La presente relazione viene redatta a corredo del progetto di un impianto di generazione elettrica con l’utilizzo della fonte rinnovabile solare attraverso la conversione fotovoltaica e la produzione di idrogeno green utilizzato come accumulo per produrre energia elettrica durante le ore notturne.

La scelta progettuale adottata e descritta nella presente oltre a rappresentare la migliore soluzione emergente dalla valutazione del rapporto qualità/prezzo è quella che si ritiene più valida ad eccezione di eventuali sostanziali variazioni non previste che potranno essere apportate sia in fase di progettazione definitiva/esecutiva che in fase di realizzazione.

La validità delle soluzioni proposte sotto il profilo della sicurezza e della conformità normativa è indissolubilmente vincolata all’impiego di materiali recanti la marcatura CE e/o il marchio IMQ, integri, posati secondo le indicazioni del costruttore e in ogni caso strettamente dipendente dalle condizioni d’uso e di conservazione in efficienza dello stesso; vanno perciò poste in essere le necessarie procedure di manutenzione ordinaria programmata e di verifica periodica, come previsto dalle norme tecniche e di legge, nonché delle indicazioni dei produttori dei componenti stessi.

La mancata o scorretta manutenzione e le operazioni svolte da personale non qualificato possono pregiudicare irrimediabilmente le soluzioni di progetto.

Le installazioni poste in opera dovranno essere verificate con adeguata strumentazione prima dell’entrata in funzione, coerentemente con quanto disposto dalla normativa vigente.

## **2 SCOPO DEL DOCUMENTO**

Scopo del documento è fornire una descrizione illustrativa e tecnica del progetto di fattibilità tecnica economica per la realizzazione di un impianto di generazione elettrica con l’utilizzo della fonte rinnovabile solare attraverso la conversione fotovoltaica e sistema di accumulo ad Idrogeno green.

L’impianto verrà ubicato a terra su immobili siti nel Comune di Montelapiano (CH), uno dei comuni facenti parte dell’Unione Montana dei Comuni del Sangro e l’individuazione potrebbe prevedere l’acquisizione dei terreni da parte dell’ente avviando il procedimento di esproprio.

Si sottolinea che, la produzione di energia da fonte rinnovabile consenta di evitare l’emissione in atmosfera di anidride carbonica (CO<sub>2</sub>), che verrebbe invece liberata in atmosfera qualora la stessa quantità di energia elettrica prodotta dall’impianto in progetto venisse realizzata con i metodi tradizionali (centrali elettriche a gas, a carbone o oli combustibili) determinando un importante beneficio all’ambiente e all’intera collettività.

Inoltre, l’utilizzo del sistema di accumulo ad idrogeno previsto ha un ciclo di vita al 100% rinnovabile. Infatti, partendo dalle polveri di metallo si arriva a realizzare un sistema di accumulo ad idrogeno con celle solide che a fine vita può essere completamente recuperato e ridotto nuovamente a polvere metallica.

## **3 DESCRIZIONE DELL’IMPIANTO**

L’impianto fotovoltaico oggetto del presente progetto è destinato a produrre energia elettrica in parallelo alla rete elettrica di distribuzione di Media Tensione in corrente alternata di proprietà del gestore della rete elettrica.

Al fine di poter massimizzare la captazione della radiazione solare e di conseguenza la produzione di energia elettrica, i moduli fotovoltaici saranno collocati a terra con esposizione di +0° SUD e un tilt di 25°, distribuiti su una superficie globale pari a circa m<sup>2</sup> 10.000,0 di cui circa 4.730 m<sup>2</sup> coperti dai moduli fotovoltaici.

La scelta architettonica così adottata, consentirà da un lato l’utilizzo di buona parte della superficie disponibile, rendendo minima l’ombreggiamento sui moduli, e nel contempo di avere dei passaggi sulla falda stesse che permetteranno di agevolare le fasi di manutenzione.

I moduli fotovoltaici saranno installati su struttura di supporto in alluminio estruso e acciaio inox.

## **4 CRITERI PER LE SCELTE PROGETTUALI ESECUTIVE**

Di seguito si riportano gli accorgimenti adottati nella progettazione:

- Collocamento dei moduli FV verso il Sud geografico (+0° SUD) con una inclinazione rispetto al piano orizzontale di 30°, al fine di massimizzare la captazione della radiazione solare;
- Disposizione ottimale dei moduli sulla superficie di installazione allo scopo di minimizzare gli ombreggiamenti sistematici;

- Utilizzo di moduli fotovoltaici e di gruppi di conversione ad alto rendimento al fine di ottenere una efficienza operativa media del campo fotovoltaico superiore al 90% e un'efficienza operativa media dell'impianto superiore al 80%;
- Utilizzo di moduli fotovoltaici con potenza di resa garantita per il mantenimento dell'85,0% della potenza nominale per un periodo di 30 anni;
- Configurazione ottimale delle stringhe di moduli allo scopo di minimizzare le perdite per mismatching;
- Configurazione impiantistica tale da garantire il corretto funzionamento dell'impianto fotovoltaico nelle diverse condizioni di potenza generata e nelle varie modalità previste dal gruppo di condizionamento e controllo della potenza (accensione, spegnimento, mancanza rete del distributore, ecc...) nel pieno rispetto delle prescrizioni della normativa CEI 0-16 per i produttori allacciati in Media Tensione;
- Predisposizione per la misura dell'energia elettrica generata dall'impianto fotovoltaico, all'uscita dei gruppi di conversione;
- Utilizzo di cavi per il trasporto dell'energia progettati specificatamente per l'impiego nelle applicazioni fotovoltaiche per le sue caratteristiche elettriche- termiche- meccaniche e chimiche. Tali cavi presentano, infatti, un'ottima resistenza alla corrosione, all'acqua, all'abrasione, agli agenti chimici (oli minerali, ammoniaca, sostanze acide ed alcaline) ed un buon comportamento in caso di incendio (bassa emissione di fumi, gas tossici e corrosivi).

## 5 CALCOLO DELLA RADIAZIONE SOLARE RICEVUTA DALL'IMPIANTO

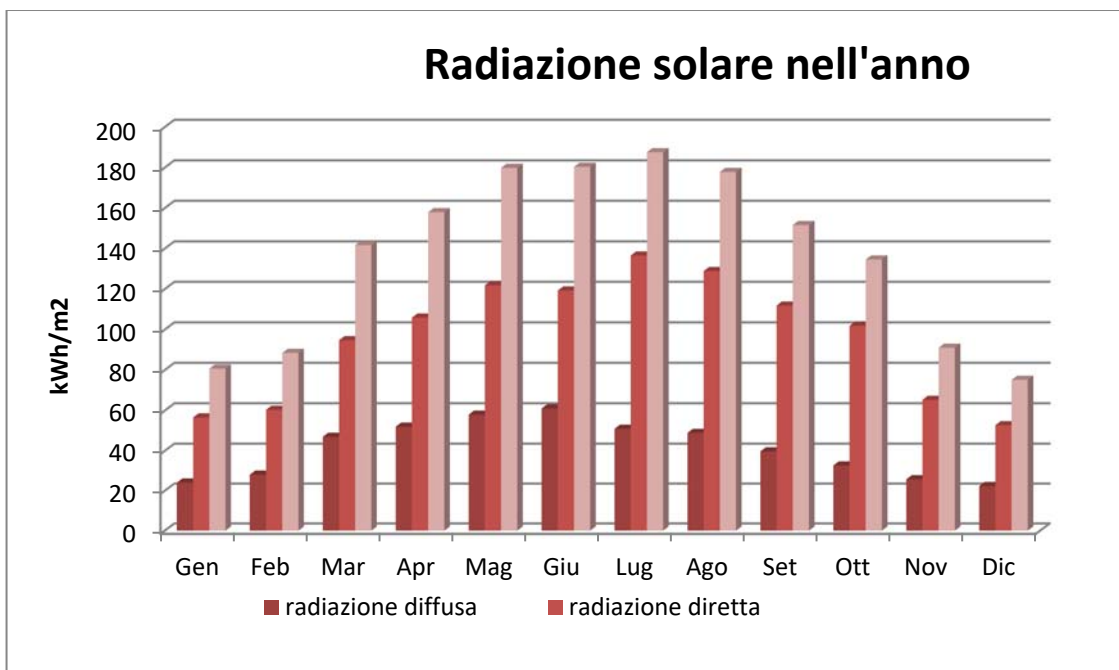
Il calcolo della radiazione solare incidente sui pannelli fotovoltaici è effettuato utilizzando i dati radiometrici di progetto DB ENEA e la norma UNI 8477 che ne illustra il metodo di calcolo. Di seguito vengono riportati i calcoli per entrambe le sezioni di impianto:

- Località: Montelapiano (CH)
- Latitudine: 41° 57' N
- Longitudine: 14° 20' E
- Fattore di Albedo: 0,2
- Angolo di azimuth: +0° gradi Sud
- Angolo di tilt: 30°

I risultati dell'elaborazione sono i seguenti:

Radiazione solare												
	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
radiazione solare mensile diffusa Hd	24,11	28,07	47,03	52,06	58,00	61,07	51,01	48,99	39,78	32,69	25,74	22,37
radiazione solare mensile diretta Hb	56,63	60,41	94,72	105,92	121,87	119,33	136,60	128,90	111,89	101,91	65,32	52,81
radiazione globale mensile	80,74	88,48	141,76	157,98	179,88	180,40	187,61	177,89	151,67	134,61	91,05	75,18
radiazione solare annuale							1647,24		kWh/m2			

Dalla quale si ottiene il seguente grafico:



## 6 CRITERI DI SCELTA PER IL DIMENSIONAMENTO DEI COMPONENTI PRINCIPALI

Scheda di sintesi descrittiva dell'impianto fotovoltaico oggetto della presente relazione.

Caratteristiche campo fotovoltaico	
Potenza Nominale Pn [kWp]	800,12 kWp
N° tot stringhe	109
N° tot moduli	1928
Tipologia modulo	RISEN Solar Technology – RSM144-6-415M
Tipologia inverter 1	HUAWEI – SUN2000-60KTL-M0
Tipologia inverter 2	HUAWEI – SUN2000-36KTL
Tipologia collegamento elettrico	Trifase – mono inverter
Ore equivalenti produzione [h]	1.267

Il sistema di produzione di energia mediante conversione fotovoltaica è costituito dai seguenti componenti principali:

- Moduli fotovoltaici;
- Gruppo di conversione CC/CA;
- Struttura di sostegno;
- SPI per interfaccia con la rete del Distributore Locale;
- Trasformatore MT/BT;
- Cabina Utente;
- Cabina di misura;
- Cabina Ente gestore della rete;
- Cabina HY2MIDI per sistema di accumulo ad idrogeno.

Viene di seguito fornita una descrizione dettagliata delle caratteristiche tecniche e delle funzioni svolte da tali componenti.

Attraverso lo schema elettrico multifilare dell'impianto fotovoltaico, allegato alla presente, è possibile individuare i principali componenti che costituiscono il sistema di produzione di energia mediante conversione fotovoltaica; viene di seguito fornita una descrizione dettagliata delle caratteristiche tecniche e delle funzioni svolte da tali componenti.

## 6.1 Moduli Fotovoltaici

Il modulo fotovoltaico proposto (di potenza pari a 545 Wp) è costituito da 144 celle di **silicio monocristallino** collegate in serie utilizzando sottili nastri metallici elettrosaldati.

Le cellule sono incapsulate con vetro temperato e un film modificato di etilene-vinilacetato (EVA). Questo foglio di supporto è costituito da diversi strati, ciascuno con una funzione specifica, adesione, isolamento elettrico o resistenza agli agenti atmosferici.

La scatola di giunzione avrà un grado di protezione minimo di IP65, che garantisce l'isolamento contro l'umidità e gli agenti atmosferici. Le scatole di giunzione soddisferanno tutti i requisiti della classe di sicurezza II (TUV), in termini di flessibilità, nonché di doppio isolamento e di elevata resistenza ai raggi UV. Tutto questo li rende adatti per applicazioni all'aperto.

Il robusto profilo in alluminio anodizzato garantisce un'elevata resistenza al vento e sarà progettato per facilitare il montaggio sulla struttura di supporto. I moduli solari saranno installati su un sistema di struttura fissa con struttura in acciaio zincato.

## 6.2 Gruppi Di Conversione C.C./C.A.

Il Gruppo di conversione (di seguito indicato anche come “Inverter”) permette la conversione dell’energia elettrica da corrente continua prodotta dai moduli fotovoltaici a corrente alternata. Essendo tensione e frequenza imposti dalla rete elettrica (230/400V e 50 Hz), l’inverter deve sincronizzarsi con quest’ultima e comportarsi come un generatore pressoché ideale di corrente alternata.

Gli inverter sono costituiti da un convertitore CC/AC ad onda quadra basato su tecnologia a commutazione forzata, con tecnologia PWM, in grado di operare in modo completamente automatico e di inseguire il punto di massima potenza (MPPT) del generatore fotovoltaico.

Sono meccanicamente protetti da urti ed hanno un grado di protezione IP65 che ne consente l’installazione all’aperto, sono provvisti di una logica di controllo e segnalazione per l’acquisizione degli stati, delle grandezze monitorate e di comunicazione degli eventuali allarmi.

Gli inverter progettati per questo impianto sono prodotti dalla Huawei Technologies, modello SUN2000-215KTL-H0 o altri con caratteristiche simili.

## 6.3 Centro di trasformazione

Il centro di trasformazione è un container prefabbricato per ospitare le apparecchiature responsabili della concentrazione, della trasformazione ed elevazione della tensione dell'energia generata negli impianti fotovoltaici.

Nel nostro caso il centro di trasformazione è la stessa cabina utente e sono inclusi i seguenti elementi:

- Trasformatore di potenza BT/MT
- Cella MT
- Quadro LV pane

**Trasformatore di potenza:** Il trasformatore sarà a secco, trifase più neutro, sigillato ermeticamente con raffreddamento ad olio, secondo la norma IEC 60076-11.

**Celle di Media Tensione (MT):** Per la Cabina Utente saranno installate una cella di linea e una cella di protezione (L+V) con isolamento SF6, con caratteristiche elettriche 24kV e 16 kA.

Per la Cabina di Consegna saranno installate le celle richieste dal progetto Enel: in questo caso, una cella di misura di tipo DY808/1 e una cella di tipo DY802/1 per il collegamento utente-consegna e la connessione alla rete.

## 6.4 Energy Storage System

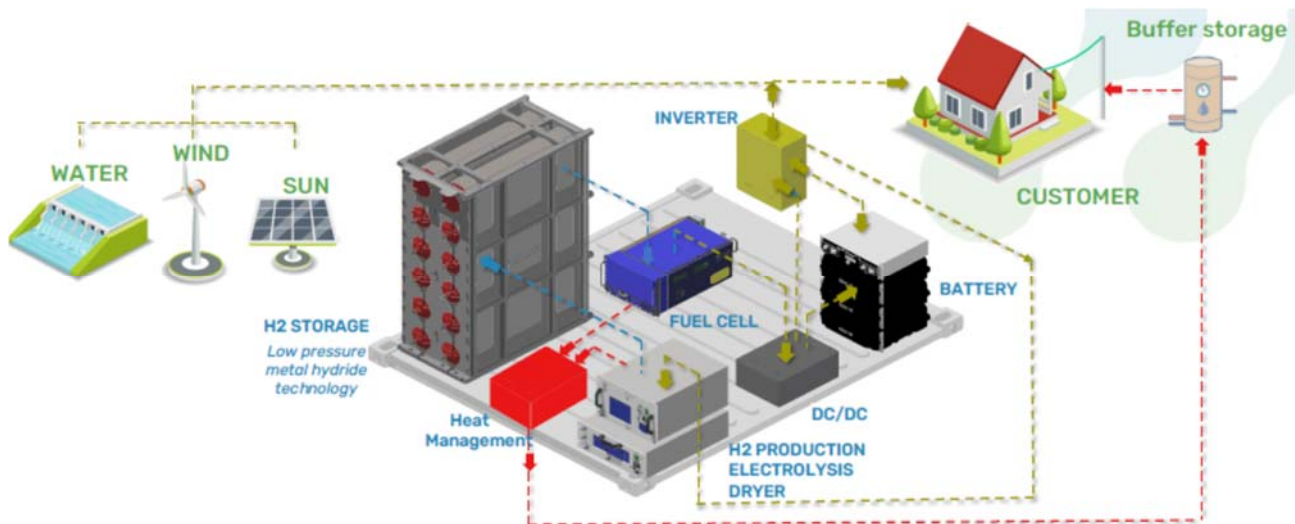
In un’ottica di efficientamento degli impianti e degli investimenti, il progetto prevede la realizzazione di un sistema di accumulo ad idrogeno con una Fuel Cell di potenza pari a 40/50 kW, capacità di accumulo di 4MWhdc per una produzione di 240 kg di idrogeno green.

Il sistema di accumulo collegato alla rete consente l'integrazione di grandi quantità di energia rinnovabile intermittente nella rete pubblica garantendo al contempo la massima stabilità della rete.

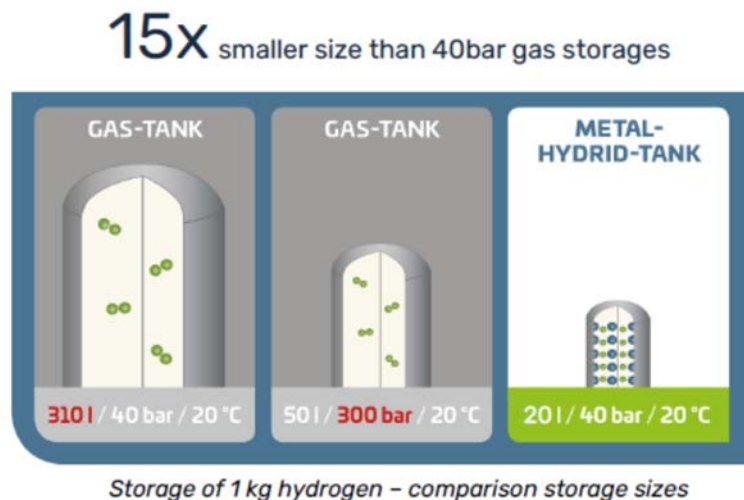
Sono progettati per compensare le fluttuazioni della generazione di energia solare e per offrire servizi completi di gestione della rete, ad esempio il controllo automatico della frequenza.

I sistemi di accumulo sono, alloggiati in container standard ISO 20’.

Sono collegati agli inverter lato DC per essere caricati dall’impianto di produzione.



La particolarità del sistema di accumulo dell’idrogeno è che trattandosi di idrogeno solido richiede dei serbatoi di accumulo a basse pressioni rispetto ai serbatoi necessari per i sistemi di accumulo di idrogeno tradizionali.



Inoltre tutto il sistema viene gestito e monitorato da remoto.

## 6.5 Struttura Di Sostegno

I moduli solari saranno montati su strutture in acciaio inox. Le strutture di supporto saranno fissate al terreno mediante il sistema di palo battuto o in alternativa mediante zavorre in blocchi di CLS Vibrato.

## 6.6 Quadri E Cavi Elettrici In Corrente Continua

Per i collegamenti di tutti i componenti dell’impianto fotovoltaico, ed in particolare per la realizzazione delle stringhe e la connessione delle stesse all’inverter, verranno utilizzati idonei connettori e cavo solare del tipo H1Z2Z2-K, unipolare flessibile per impianti fotovoltaici e solari con isolanti e guaina in mescola reticolata senza alogeni, testato per durare più di 25 anni. Saranno impiegati cavi solari da 4/6mm<sup>2</sup> (0,6/1 kV), conformi a CEI 20-91 con guaina esterna non propagante la fiamma e a basso sviluppo di fumi, gas tossici e corrosivi e resistenti ai raggi UV. Tali cavi sono progettati specificatamente per l’impiego nelle applicazioni fotovoltaiche per le sue caratteristiche (elettriche, termiche, meccaniche e chimiche) e presentano un’ottima resistenza alla corrosione, all’acqua, all’abrasione, agli agenti chimici (oli minerali, ammoniaca, sostanze acide ed alcaline) ed un buon comportamento in caso di incendio (bassa emissione di fumi, gas tossici e corrosivi). Si impiegheranno, inoltre, connettori solari conformi a CEI 61730-1 per sistemi fino a 1000 V DC.

Sul lato corrente continua, il sezionamento e la protezione delle stringhe avverranno direttamente all’interno dell’inverter, provvisto di scaricatori di sovratensione lato CC (scaricatori integrati di classe II) e di dispositivi di sezionamento sottocarico.

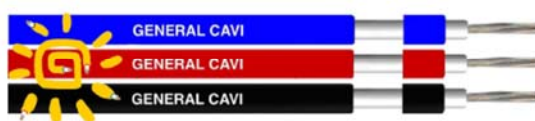
Inoltre secondo la Guida CEI 20-67 art. 2.3.1, nei circuiti in corrente continua la tensione nominale del sistema non deve superare 1,5 volte la tensione nominale dei cavi, per cui dovrà essere verificata la relazione (metodo accurato secondo la CEI EN 61829) secondo la quale

$$U_0 * 1,5 \geq V_{OC,max}$$

Per quanto attiene i calcoli relativi alla sezione del cavo: dovrà essere sufficiente a limitare le cadute di tensione, nel tratto compreso tra moduli ed inverter.

I cavi verranno posati sotto i pannelli e fissati con fascette per evitare il contatto con il manto di copertura, nei tratti di collegamenti e nei tratti per collegare gli inverter verranno utilizzate tubazioni o guaine in PVC.

(Conforme alla direttiva BT 2014/35/UE - Direttiva 2011/65/EU (RoHS 3))	(Accordingly to the standards BT 2014/35/UE- 2011/65/EU (RoHS 3))
<b>Norme di riferimento</b>	<b>Standards</b>
	CEI EN 50618
	EN 50575:2014 + EN 50575/A1:2016



Isolamento mescola speciale reticolata LS0H	LS0H special compound isolation reticulated
Guaina mescola speciale reticolata Senza Alogeni	Halogen Free Sheath cross-linked special compound
Conduttore a corda flessibile classe 5 di rame STAGNATO ricotto.	Flexible conductor TINNED copper, class 5.

<i>Tensione nominale U<sub>0</sub></i>	1000V(AC) 1500V(DC)	<i>Nominal voltage U<sub>0</sub></i>
<i>Tensione nominale U</i>	1000V(AC) 1500V(DC)	<i>Nominal voltage U</i>
<i>Tensione di prova</i>	6500 V AC	<i>Test voltage</i>
<i>Tensione massima U<sub>m</sub></i>	1200V(AC) 1800V(DC Anche verso Terra)	<i>Maximun voltage U<sub>m</sub></i>
<i>Temperatura massima di esercizio</i>	+90°C +120°C sul conduttore	<i>Maximun operating temperature</i>
<i>Temperatura massima di corto circuito</i>	+250°C/5s	<i>Maximun short circuit temperature</i>
<i>Temperatura minima di esercizio (senza shock meccanico)</i>	-40°C	<i>Min. operating temperature (without mechanical shocks)</i>
<i>Temperatura minima di installazione e maneggio</i>	-40°C to +90°C	<i>Minimum installation and use temperature</i>

## 6.7 Quadri E Cavi Elettrici In Corrente Alternata

Sul lato corrente alternata, a valle di ciascun inverter sarà predisposto un interruttore automatico magnetotermico differenziale, conforme alla norma CEN EN 60898 opportunamente dimensionato. Tutti questi interruttori faranno successivamente capo ad un unico interruttore conforme CEN EN 60898. Il parallelo alla rete elettrica dello stabilimento verrà effettuato nel quadro generale di bassa tensione con l'utilizzo di un ulteriore interruttore magnetotermico opportunamente dimensionato, conforme CEN EN 60898. In corrente alternata si impiegheranno cavo FG16OR16, con isolante in gomma HEPR ad alto modulo conforme a CEI 20-11 e CEI 20-34 e guaina in PVC di qualità, ed in particolare:

- Per il collegamento delle uscite in corrente alternata degli inverter sino al quadro di parallelo inverter un cavo di sezione opportunamente dimensionato.

Sul lato corrente alternata, il sezionamento e la protezione da sovracorrenti avverranno per mezzo degli interruttori magnetotermici prima descritti e la protezione da sovratensioni avverrà direttamente all'interno degli inverter, dotati di scaricatori e diodi di blocco, in conformità alla normativa vigente.

Per quanto attiene i calcoli relativi alla sezione dei cavi: dovrà essere sufficiente a limitare le cadute di tensione, ed al dimensionamento dei dispositivi di protezione da sovracorrenti (sovraccarico e cortocircuito).

## 6.8 Sistema di Protezione di Interfaccia

Il sistema di protezione di interfaccia (S.P.I.) è il dispositivo previsto dalla norma CEI 0-16 per garantire il funzionamento dell'impianto nel rispetto dei requisiti tecnici previsti dal distributore di rete locale.



In ottemperanza alle prescrizioni previste dalla normativa di riferimento (CEI 0-16) verrà installato un Sistema di Protezione di Interfaccia (SPI), idoneo per l’applicazione in MT, adeguato alla CEI 0-16, con opportuni TA per la misura delle correnti e TV installati nella cella MT per la misura delle tensioni e collegati al SPI tramite un cavo armato, come previsto dalla normativa di riferimento (CEI 0-16).

## 6.9 Descrizione Quadro Generale FV

Il quadro generale fotovoltaico sarà installato sul tetto in prossimità degli inverter e conterrà i seguenti dispositivi:

- Dispositivo di Interfaccia (DDI)
- Sistema Protezione di Interfaccia (SPI)
- Interruttore di protezione delle linee provenienti dall’inverter, di tipo magnetotermico differenziale
- Scaricatore da sovratensioni
- Smart meter

## 6.10 Protezione Dalle Sovracorrenti

Di seguito vengono descritte le prescrizioni normative adottate per le protezioni dalle sovracorrenti lato dell’impianto in corrente continua (cc), dai moduli sino al gruppo di conversione, e lato di impianto in corrente alternata.

### 6.10.1 Lato Corrente Continua

#### Protezione Da Sovraccarico

La protezione contro i sovraccarichi è stata omessa sui cavi delle stringhe FV, dei moduli FV e del cavo principale FV, in accordo con quanto prescritto dal paragrafo 712.433.1 della parte settima della Norma CEI 64-8/7, ovvero quando la portata dei cavi sia eguale o superiore a  $1,25 \text{ volte } I_{SC,STC}$  dove  $I_{SC,STC}$  rappresenta la corrente di cortocircuito del generatore fotovoltaico a STC.

#### Protezione Da Cortocircuito

Per la parte dell’impianto in corrente continua la protezione contro il cortocircuito è assicurata dalla caratteristica di generazione tensione-corrente dei moduli fotovoltaici che limita la corrente di cortocircuito ad un valore noto e di poco superiore alla corrente massima erogabile in MPPT (punto di funzionamento a massima potenza). Quindi non è necessario prevedere alcun dispositivo di protezione.

### 6.10.2 Lato Corrente Alternata

#### Protezione Da Sovraccarico

Sul lato dell’impianto in corrente alternata, la protezione da sovraccarico viene realizzata in ottemperanza a quanto previsto dalla norma CEI 64-8/4, mediante l’utilizzo di cavi e dispositivi di protezione magnetotermici con caratteristiche tali da garantire le seguenti due condizioni:

- a)  $I_b \leq I_n \leq I_z$
- b)  $I_f \leq 1,45 I_z$

dove:

- $I_b$  = corrente di impiego del circuito;
- $I_z$  = portata in regime permanente della conduttura;
- $I_n$  = corrente nominale del dispositivo di protezione;
- $I_f$  = condizione che assicura l’effettivo funzionamento del dispositivo di protezione

#### Protezione Da Cortocircuito

Per la parte dell’impianto in corrente alternata, la protezione contro il cortocircuito è assicurata dalla presenza di un dispositivo di interruzione magnetotermico che proteggerà il cavo di alimentazione che collega i terminali in c.a. dell’inverter con il circuito di distribuzione dell’impianto elettrico. In ottemperanza a quanto previsto dalla norma CEI 64-8/7, tale dispositivo di protezione sarà installato nel punto di connessione dell’impianto fotovoltaico al circuito dell’impianto elettrico. La stessa norma prevede che nella scelta e messa in opera di dispositivi di sezionamento e di interruzione da installare tra l’impianto PV e l’alimentazione pubblica,

l’alimentazione pubblica deve essere considerata come la sorgente e l’impianto PV come il carico (712.536.2.2.1 della parte settima della norma CEI 64/8). Pertanto nel dimensionamento di tale interruttore dovranno essere verificate le seguenti condizioni:

- a)  $S^2$
- b)  $I_b \leq I_n \leq I_z$
- c)  $I_f \leq 1,45 I_z$
- d)  $PA > ICC$
- e)  $PC > I_{cresta}$

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

Dove le prime PA e PC rappresentano rispettivamente il potere di apertura e chiusura dell’interruttore magnetotermico, ICC è la corrente di cortocircuito presunta nel punto di installazione, valutata tenendo conto dei dati forniti dal gestore della rete di distribuzione. La verifica dell’ultima relazione garantisce che l’energia specifica passante lasciata passare dall’interruttore durante il cortocircuito non superi la massima energia sopportabile dal cavo protetto.

## 6.11 Protezione Contro I Contatti Diretti

Ogni parte elettrica dell’impianto, sia in corrente alternata che continua, è da considerarsi in bassa tensione.

La protezione contro i contatti diretti è assicurata dall’utilizzo dei seguenti accorgimenti:

1. utilizzo di componenti dotati di marchio CE (Direttiva CEE 73/23);
2. utilizzo di componenti aventi un idoneo grado di protezione alla penetrazione di solidi e liquidi, secondo quanto prescritto dalla norma CEI 64-8;
3. collegamenti effettuati utilizzando cavi rivestiti con guaina esterna protettiva, idonei per la tensione nominale utilizzata e alloggiato in condotto portacavi (canale o tubo a seconda del tratto) idonei allo scopo. L’installazione dei componenti e il relativo cablaggio saranno effettuati in ottemperanza a quanto riportato nella norma CEI 64-8.

## 6.12 Protezione Contro I Contatti Indiretti – Impianto di Terra

La protezione dai contatti indiretti in generale, in ottemperanza a quanto prescritto dalla norma CEI 64-8, viene realizzata mediante il coordinamento dei dispositivi di interruttori differenziali con la messa a terra delle masse metalliche.

Il lato in corrente continua sarà del tipo flottante e pertanto assimilabile ad un sistema elettrico IT: il campo fotovoltaico non presenterà alcun polo connesso a terra e ciascun gruppo di conversione sarà in grado di interrompere il funzionamento del convertitore qualora la resistenza di isolamento tra la polarità +, o la polarità - e la terra dovesse scendere al di sotto di 1MOhm. Per ciò che concerne il lato in corrente alternata la protezione dai contatti indiretti sarà realizzata grazie al coordinamento dell’impianto di terra con l’interruttore differenziale presente nel dispositivo generale posto all’interno del quadro elettrico generale dell’impianto. Per quanto riguarda invece la messa a terra di protezione, tutte le masse facenti parte di apparecchiature di classe I, le strutture metalliche di sostegno dei moduli e l’involucro metallico dell’inverter di funzionamento dei circuiti e degli apparecchi devono essere messe in protezione effettuando il collegamento delle parti interessate a un impianto di terra, che si consiglia unico (in particolare, per gli impianti di bassa tensione, la **Norma CEI 64-8** suggerisce normalmente l’impianto di terra unico).

Tutte le parti di impianto e tutte le messe a terra di funzionamento dei circuiti e degli apparecchi, saranno quindi collegate al nodo equipotenziale di impianto mediante un conduttore di protezione PE di colore giallo-verde di sezione opportuna.

In fase di installazione, è richiesto all’installatore di verificare il valore della resistenza di terra  $R_T$  in maniera tale sia verificata la relazione:

**per i sistemi TT:**

$$R_E I_{dn} \leq U_L$$

con:

- $R_E$  Resistenza di terra
- $I_{dn}$  corrente differenziale di intervento
- $U_L = 50 V$  per gli impianti utilizzatori a corrente alternata con tensione nominale fino a 1000 V, in ambienti ordinari ed esenti da maggiori rischi in caso di contatto;
- $U_L = 25 V$  per gli impianti utilizzatori a corrente alternata con tensione nominale fino a 1000 V, in ambienti ed applicazioni particolari.

**per i sistemi TN:**

$$Z_S I_a \leq U_0$$

con:

- $Z_S$  è l'impedenza dell'anello di guasto che comprende la sorgente, il conduttore attivo fino al punto di guasto e il conduttore di protezione tra il guasto e la sorgente (in ohm)
- $I_a$  è la corrente di intervento
- $U_0$  è la tensione nominale verso terra in c.a. o in c.c.;

Per l'impianto di terra in esame verranno impiegati cavi di terra di colore giallo/verde FS17 – 450/750V opportunamente dimensionati.

### 6.13 Protezione Dalle Sovratensioni da fulminazione

La modalità per effettuare la stima del *rischio di fulminazione* dovuto a tutti i possibili effetti del **fulmine** su una struttura e/o su un impianto è descritta nella norma **CEI EN 62305-2 (CEI 81-10/2)** e prevede una specifica procedura di calcolo. Nella presente relazione si è proceduto ad osservare le prescrizioni di tale norma ed i suggerimenti riportati nella Guida CEI 81-28 "Guida alla protezione contro i fulmini degli impianti fotovoltaici" - Ed. Luglio 2013.

## 7 PRESCRIZIONI TECNICHE GENERALI RIGUARDANTI L'INSTALLAZIONE

### 7.1 Cablaggio Stringhe

In fase di progettazione si è posta particolare attenzione quando possibile, in accordo con le indicazioni della **guida CEI 82-25** ad effettuare il cablaggio dei moduli che compongono ciascuna stringa di moduli, realizzando due anelli nei quali la corrente circoli in senso opposto.

In questo modo, si realizzeranno due spire nelle quali le sovratensioni indotte si compenseranno almeno parzialmente, riducendo quindi il valore della sovratensione risultante ai terminali della stringa.

Nel caso in cui non sia possibile provvedere alla creazione di due anelli ad induzione invertita, si raccomanda, in fase di installazione, un percorso di cablaggio delle stringhe tale da minimizzare l'area della spira equivalente creata dal circuito delle celle e dei collegamenti tra i moduli fotovoltaici.

### 7.2 Scatole Di Derivazione

Le cassette di derivazione in relazione alla classificazione degli ambienti saranno:

Scatole in materiale plastico autoestinguente, con coperchio in materiale plastico antiurto fissato con viti, esecuzione con grado di protezione non inferiore IP 54 per posa esterna.

### 7.3 Sistemi Di Giunzione

Le giunzioni all'interno delle scatole sono state eseguite con appositi dispositivi di connessione (morsetti con o senza vite).

La misura delle scatole da installare, inoltre, dovrà risultare tale da ospitare un numero di cavi il cui volume all'interno della cassetta stessa, non dovrà essere superiore al 50% (CEI 64-8/5).

### 7.4 Modalità di Posa dei Cavi Elettrici

In relazione al tipo di posa, i conduttori saranno protetti meccanicamente tramite:

- Tubazioni in PVC, rigido, autoestinguente, per posa a parete, conformi alle norme CEI 23/54;
- Guaine spiralate flessibili in PVC, conforme alla norme CEI EN 50086-1 (CEI 23-39) e CEI EN 50086-2-4/A1 (CEI 23-46-V1), per posa

Le dimensioni interne dei tubi protettivi e dei relativi accessori dopo la messa in opera devono essere tali da permettere di infilare e tirare agevolmente i cavi.

La norma CEI 64-8 raccomanda pertanto che sia garantita la sfilabilità dei cavi.

A tal fine il diametro interno dei tubi protettivi di forma circolare deve essere almeno 1,5 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio di cavi che devono contenere con un minimo di 16 mm.

All’interno delle derivazioni e dei quadri elettrici di distribuzione, dovranno essere marchiati ed identificati da terminali in materiale plastico colorato e da fascette numerate per contraddistinguere i vari circuiti e le funzioni di ogni conduttore.

## 7.5 Tipologia Quadri Elettrici

I quadri elettrici dovranno essere realizzati secondo le prescrizioni tecniche delle norme CEI EN 61439-1 (CEI 17-113) e CEI EN 61439-2 (CEI 17-114) ed in particolare si rispetteranno i seguenti requisiti:

La carpenteria del quadro, il sistema di chiusura delle portelle, il tipo e il montaggio degli apparecchi sulle portelle assicureranno un grado di protezione minimo:

- IP 54 per posa all’esterno;
- IP 40 per posa in locali interni.

Opportune predisposizioni e modalità esecutive saranno adottate perché il grado di tenuta sopradescritto sia assicurato anche in seguito al collegamento al quadro di tutte le linee elettriche e l’innesto in esso delle canalizzazioni di protezione delle predette linee.

## 7.6 Dispositivi Di Ancoraggio

Al fine di assicurare l’accesso, il transito e l’esecuzione in sicurezza delle operazioni di manutenzione ordinaria e straordinaria, per l’intera vita utile dell’impianto, verrà predisposto un insieme di ancoraggi posti in quota sulla copertura interessata dall’impianto fotovoltaico alla quale si potranno agganciare gli operatori tramite imbracature e relativi cordini. Gli ancoraggi saranno del tipo in acciaio inox o in acciaio con zincatura a caldo, per garantire un’elevata resistenza agli agenti climatici. L’installazione avverrà in conformità a quanto previsto dal Decreto legislativo del 9 aprile 2008, n. 81 - "Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro"- Art. 115 "Sistemi di protezione contro le cadute dall'alto". Vista l’ampiezza della copertura interessata dall’impianto fotovoltaico, e al fine di assicurare l’accesso alle superfici interessate in piena sicurezza, saranno installati n°1 ancoraggi semplificati in acciaio inox A2 di classe A1.

## 8 OPERE PER LA CONNESSIONE

Trattandosi di impianto di potenza pari a 800,120 kW, la connessione dello stesso è prevista alla rete di Media Tensione del distributore locale (Enel). Sarà realizzata una cabina elettrica per la trasformazione dell’energia elettrica BT/MT dove saranno installate le apparecchiature di trasformazione e protezione della rete così come previsto dalla normativa di riferimento CEI 99-4, CEI 0-16, CEI EN 62271-200 e dalle caratteristiche della rete, che saranno comunicate dal distributore di energia con il preventivo di connessione alla rete dell’impianto fotovoltaico.

Il cavo di media tensione previsto è costituito da un conduttore di alluminio 3 x (1x185) 12/20 kV con isolamento dielettrico a secco, composto da: conduttore in alluminio compatto a sezione circolare di classe 2, schermo sul conduttore della miscela di semiconduttori, isolamento in polietilene reticolato (XLPE), schermo sull’isolamento della miscela di semiconduttori, nastro longitudinale in alluminio e rivestimento in polietilene.

## 9 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

### Normativa di carattere generale

**Decreto Ministeriale del Ministero dello Sviluppo Economico di concerto con il Ministero dell’Ambiente e della Tutela e del Territorio e del Mare del 05 Maggio 2011**

Criteri e Modalità per incentivare la produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica da fonte solare in attuazione dell’art. 7 del decreto legislativo 29 dicembre 2003, num. 387.

**Delibera n. 28/06 dell’Autorità per l’energia elettrica e il gas (GU n. 55 del 7-3-2006)**

Disciplina delle condizioni tecnico-economiche del servizio di scambio sul posto dell’energia elettrica prodotta da impianti fotovoltaici con potenza nominale non superiore a 20 kW ai sensi dell’articolo 6 del decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387;

**Delibera n. 88/07 dell’Autorità per l’energia elettrica e il gas (G.U. n. 97 del 27 aprile 2007)**

Disposizioni in materia di misura dell’energia elettrica prodotta da impianti di generazione

**Delibera n. 89/07 dell’Autorità per l’energia elettrica e il gas (G.U. n. 97 del 27 aprile 2007)**

condizioni tecnico economiche per la connessione di impianti di produzione di energia elettrica alle reti elettriche con obbligo di connessione di terza tensione nominale minore o uguale ad 1 kV”.

***Delibera n. 90/07 dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas (G.U. n. 97 del 27 aprile 2007)***

Attuazione del decreto del Ministro dello Sviluppo Economico, di concerto con il Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare 19 febbraio 2007, ai fini dell'incentivazione della produzione di energia elettrica mediante impianti fotovoltaici

***Decreto Ministeriale 22 gennaio 2008, n. 37***

"Regolamento concernente l'attuazione dell'art. 11 – quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici"

***Legge 9 gennaio 1991 n. 9 (G.U. n. 13 Serie generale del 16 gennaio 1991)***

Norme per l'attuazione del nuovo Piano energetico nazionale: aspetti istituzionali, centrali idroelettriche ed elettrodotti, idrocarburi e geotermia, autoproduzioni e disposizioni fiscali.

***Legge 9 gennaio 1991 n. 10 (G.U. n. 13 Serie generale del 16 gennaio 1991)***

Norme per l'attuazione del nuovo Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia.

***Decreto 19 luglio 1996 (G.U. n. 172 Serie generale del 24 luglio 1996)***

Modificazioni ai provvedimenti CIP in materia di contributi di allacciamento, di cassa congruaggio per il settore elettrico e di sovrapprezzo per i nuovi impianti da fonti rinnovabili ed assimilate.

**Normativa riguardante la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere civili asservite all'impianto fotovoltaico**

***Decreto 7 gennaio 1956 n. 164 (G.U. n. 78 del 31 marzo 1956)***

Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro nelle costruzioni.

***Legge 25 novembre 1962 (allegato)***

Elenco delle località sismiche di prima e seconda categoria, aggiornate con le successive modifiche ed integrazioni.

***Legge 5 novembre 1971 n. 1086***

Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica.

***Legge 2 febbraio 1974 n. 64***

Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.

***Circolare Ministero LL.PP. 14 febbraio 1974 n. 11951***

Applicazione delle norme sul cemento armato L. 5/11/71 n. 1086.

***Decreto 14 febbraio 1992***

Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.

***Decreto 19 settembre 1994 n. 626 (G.U. n. 265 del 12 novembre 1994)***

Attuazione delle direttive 89/391/CEE, 89/654/CEE, 89/655/CEE, 89/656/CEE, 90/269/CEE, 90/270/CEE, 90/394/CEE e 90/679/CEE riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro.

***Decreto 9 gennaio 1996***

Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.

***Decreto 16 gennaio 1996***

Norme tecniche relative ai "Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi".

***Decreto 16 gennaio 1996***

Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche.

***Decreto 19 marzo 1996 n. 242 (G.U. n. 104 del 6 maggio 1996)***

Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 19 settembre 1994, n. 626, recante attuazione di direttive comunitarie riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro.

***Circolare Ministero LL.PP. 4 luglio 1996 n. 156AA.GG./STC.***

Istruzione per l'applicazione delle "Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi" di cui al Decreto Ministeriale 16 gennaio 1996

***Decreto 14 agosto 1996 n. 493 (G.U. n. 223 del 14 agosto 1996)***

Attuazione della direttiva 92/58/CEE concernente le prescrizioni minime per la segnaletica di sicurezza e/o di salute sul luogo di lavoro

***Decreto 14 agosto 1996 n. 494 (G.U. n. 223 del 23 settembre 1996)*** e successive modifiche ed integrazioni.

Attuazione della direttiva 92/57/CEE concernente le prescrizioni minime di sicurezza e di salute da attuare nei cantieri temporanei o mobili.

***Circolare Ministero LL.PP. 10 aprile 1997 n. 65/AA.GG.***

Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche" di cui al decreto ministeriale 16 gennaio 1996.

**Normativa riguardante la progettazione, l'esecuzione e il collaudo dell'impianto fotovoltaico**

**UNI 10349** per il dimensionamento del generatore fotovoltaico.

**CEI 0-16** Regole tecniche di connessione (RTC) per utenti attivi e passivi alle reti AT e MT delle imprese distributrici di energia elettrica.

**CEI 0-21** Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica

**Guida ENEL** Guida per la connessione alla rete elettrica di ENEL distribuzione, Ed. Marzo 2015

**CEI 64-8 – settima edizione – Giugno 2012** Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua.

**CEI 11-20 - Quarta edizione -Agosto 2000** Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria

**CEI 82-12** Moduli fotovoltaici (FV) a film sottili per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo (EN 61646)

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

**CEI 82-25 – Terza Edizione – Dicembre 2010**  
Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alla rete elettrica di Media e Bassa Tensione

**CEI 82-25; V1 –Ottobre 2011**  
Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alla rete elettrica di Media e Bassa Tensione

**CEI 82-25; V2 –Ottobre 2011**  
Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alla rete elettrica di Media e Bassa Tensione

**CEI 82-27** Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) – Parte 1: Prescrizioni per la costruzione (EN 61730-1).

**CEI 82-28** Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) – Parte 2: Prescrizioni per le prove (EN 61730-2)

**Guida CEI 81-28** - "Guida alla protezione contro i fulmini degli impianti fotovoltaici"

**IEC 1646:**Thin-film terrestrial photovoltaic (PV) modules - Design qualification and type approval

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

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

**CEI 82-4 (EN 61173)** Protezioni contro le sovratensioni dei sistemi fotovoltaici (FV) per la produzione di energia - Guida

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

**CEI 22-7 (EN 60146-1-1)** "Convertitori a semiconduttore - Prescrizioni generali e convertitori commutati dalla linea - Parte 1-1: Specifiche per le prescrizioni fondamentali"

**CEI 22-8 (EN 60146-1-3)** "Convertitori a semiconduttore - Prescrizioni generali e convertitori commutati dalla linea - Parte 1-3: Trasformatori e reattori"

**CEI 22-9 (EN 50091-2)** "UPS - Parte 2: Prescrizioni di compatibilità elettromagnetica (EMC)"

**CEI 74-4 (EN 50091-1)** "UPS - Parte 1: Prescrizioni generali e di sicurezza", che stabiliscono i requisiti nei confronti della sicurezza dei prodotti in bassa tensione in conformità alle prescrizioni della direttiva CEE n. 73/23.

**CEI 110-31 (EN 61000-3-2) del 4/1995**, per i limiti delle armoniche in rete

**CEI 110-28 (EN 61000-3-3) del 10/1995**, per le fluttuazioni di tensione

**CEI 110-1; CEI 110-6; CEI 110-8**, per la compatibilità elettromagnetica e la limitazione delle emissioni in RF.

**CEI EN 60904-1:** Dispositivi fotovoltaici Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche tensione-corrente;

**CEI EN 60904-2:** Dispositivi fotovoltaici - Parte 2: Prescrizione per le celle fotovoltaiche di riferimento;

**CEI EN 60904-3:** Dispositivi fotovoltaici - Parte 3: Principi di misura per sistemi solari fotovoltaici per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento;

**CEI EN 61730-1:** Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici - Prescrizioni per la sicurezza;

**CEI EN 61730-2:** Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici - Prescrizioni per le prove;

**CEI EN 61727:** Sistemi fotovoltaici (FV) – Caratteristiche dell'interfaccia di raccordo con la rete;

**CEI EN 60555-1:** Disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili- Parte 1: Definizioni;

**CEI EN 60445:** Individuazione dei morsetti e degli apparecchi e delle estremità dei conduttori designati e regole generali per un sistema alfanumerico;

**CEI EN 60529:** Gradi di protezione degli involucri (codice IP);

**CEI EN 61730-1:** Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici - Prescrizioni per la sicurezza;

**CEI EN 61730-2:** Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici - Prescrizioni per le prove;

**CEI EN 60099-1-2:** Scaricatori;

**CEI 20-19:** Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V;

**CEI 20-20:** Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V;

**CEI EN 62305-1 (CEI 81-10/1)** - "Protezione contro i fulmini. Parte 1: Principi generali" - Febbraio 2013;

**CEI EN 62305-2 (CEI 81-10/2)** - "Protezione contro i fulmini. Parte 2: Valutazione del rischio" - Febbraio 2013;

**CEI EN 62305-3 (CEI 81-10/3)**- "Protezione contro i fulmini. Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone" - Febbraio 2013;

**CEI EN 62305-4 (CEI 81-10/4)-** "Protezione contro i fulmini. Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture" - Febbraio 2013;  
**Guida CEI 82-28** "Guida alla protezione contro i fulmini degli impianti fotovoltaici" - Luglio 2013;  
**CEI 0-2:** Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici;  
**CEI 0-3:** Guida per la compilazione della documentazione per la legge n. 46/1990;  
**UNI 10349:** Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici.;  
**CEI EN 61724:** Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici. Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati;  
**IEC 60364-7-712:** Electrical installations of buildings - Part 7-712: Requirements for special installations or locations Solar photovoltaic (PV) power supply systems.  
**T.U.A. Testo unico delle Accise**, approvato con decreto legislativo 26 ottobre 1995, num. 504 e aggiornato con D.lgs. num. 26 del 02/02/2007 e s.m.i  
**Legge 133/99, articolo 10, comma 7**, per gli aspetti fiscali: il comma prevede che l'esercizio di impianti da fonti rinnovabili di potenza non superiore a 20 kW, anche collegati alla rete, non è soggetto agli obblighi della denuncia di officina elettrica per il rilascio della licenza di esercizio e che l'energia consumata, sia autoprodotta che ricevuta in conto scambio, non è sottoposta all'imposta erariale e alle relative addizionali.  
**Nota DCPREV prot n. 1324 del 7 febbraio 2012:** Guida per l'installazione degli impianti fotovoltaici - Edizione Anno 2012;  
**Nota prot. n. 6334 del 4 maggio 2012:** Chiarimenti alla nota prot. DCPREV 1324 del 7 febbraio 2012 "Guida per l'installazione degli impianti fotovoltaici - Edizione 2012".

I riferimenti di cui sopra possono non essere esaustivi, pertanto sono da intendersi puramente indicativi. Ulteriori disposizioni di legge, norme e deliberazioni in materia, anche se non espressamente richiamati, si considerano applicabili. Qualora le sopra elencate norme tecniche, o i decreti, siano modificate o aggiornate, si applicano le norme più recenti, e le relative varianti, pubblicate in G.U. ed in vigore al momento della realizzazione dell'impianto. Si applicano inoltre, per quanto compatibili con le norme sopra elencate, i documenti tecnici emanati dalle società di distribuzione di energia elettrica riportanti disposizioni applicative per la connessione di impianti fotovoltaici collegati alla rete elettrica.