



**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI
PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE
DELLA POTENZA DI 3.996,33 kWp
SUDDIVISO IN DUE STRALCI PROGETTUALI:**

“FV SERRE 1” DA DELLA POTENZA DI 1.998,18 kWp

“FV SERRE 2” DA DELLA POTENZA DI 1.998,18 kWp

Ubicazione: Contrada Cerratina – LANCIANO (CH)

IMPIANTO FOTOVOLTAICO CONNESSO ALLA RETE MT ENEL DISTRIBUZIONE S.p.A.

RELAZIONE TECNICO – ILLUSTRATIVA



28.11.2009

STUDIO TECNICO

Ing. LUIGI BORRIELLO

SOMMARIO

1	SCOPO	4
2	DESCRIZIONE GENERALE DELL'IMPIANTO.....	6
3	DATI E CRITERI DI PROGETTO	8
4	NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO PER GLI IMPIANTI E I COMPONENTI	12
5	RADIAZIONE SOLARE E PRODUCIBILITÀ DELL'IMPIANTO DI GENERAZIONE.....	19
5.1	PRODUCIBILITÀ ATTESA DALL'IMPIANTO	19
5.2	PVGIS estimates of solar electricity generation	20
6	COMPONENTI DELL'IMPIANTO	22
6.1	Moduli fotovoltaici	22
7	IL CAMPO FOTOVOLTAICO	26
8	VERIFICHE.....	31
9	Convertitore statico cc/ac (inverter)	34
9.1	Interruttori uscita inverter	37
9.2	Quadro di misurazione fiscale dell'energia prodotta	37
10	Cavi	38
10.1	Collegamenti ai quadri di campo.....	38
10.2	Collegamenti tra i moduli fotovoltaici	38
10.3	CANALIZZAZIONI E PASSERELLE PORTACAVI.....	39
11	CASSETTE DI CONNESSIONE	40
12	DESCRIZIONE DELLE MISURE DI PROTEZIONE	41
12.1	Misure di protezione contro i contatti diretti	41
12.2	Misure di protezione contro i contatti indiretti	42
12.3	Lato c.a.: Sistema TN-S.....	43
12.4	Protezione contro il corto circuito.....	43

12.5	Protezioni contro sovraccarichi	44
12.6	Misure di protezione sul collegamento alla rete elettrica	45
12.7	Dispositivi del generatore	46
12.8	Dispositivo di interfaccia	46
12.9	Dispositivo generale	48
12.10	Impianti di protezione da fulminazione e impianto di terra	48
12.11	Fulminazione indiretta	48
13	CRITERI DI SICUREZZA PER INTERVENTI DEL PERSONALE ADDETTO SULL'IMPIANTO	49
14	Piano di manutenzione	51
14.1	Sistema di riciclo	52

1 SCOPO

La presente Relazione si prefigge di fornire una descrizione tecnica generale del progetto di un impianto di generazione elettrica, ottenuta attraverso la conversione fotovoltaica.

Il progetto è realizzato nell'ambito del decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387 *"Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità"* e del Decreto del D.M. del Ministero dello Sviluppo Economico 19 febbraio 2007 meglio noto come *"NUOVO CONTO ENERGIA"*.

Il soggetto attuatore dell'iniziativa è la Società **ECOLOGICA SANGRO S.p.A.** con Sede legale in Contrada Cerratina, nel Comune di Lanciano (CH), che intende accedere al tariffe incentivanti previste dal decreto di cui sopra.

Il progetto prevede la realizzazione di due impianti fotovoltaici della potenza totale di **3.996,33 kWp**, destinato ad operare in parallelo alla rete elettrica di distribuzione **MT 20kV** di ENEL DISTRIBUZIONE S.p.A.

I due campi fotovoltaici, sono costituiti da 22.202 moduli fotovoltaici da 180Wp/cd (potenza misurata in condizioni standard STC secondo CEI-IEC 61215), sarà installato su strutture fisse su terreno, su una area agricola in contrada Cerratina, nel Comune di Lanciano (CH).

La superficie captante dei moduli è in totale pari a circa 28.418 mq.

Gli inverter, saranno collocati sulle linee perimetrali di confine dell'area del campo FV.

I moduli saranno disposti a terra su ancoraggi specifici, rientrando l'impianto così realizzato nella tipologia “ **impianto non integrato**”.

La rete in uscita del quadro di parallelo degli inverter andrà ad innestarsi sulla rete MT del Gestore di Rete (Enel Distribuzione SpA), in regime di cessione.

Il sito per l'installazione è individuato in catasto terreni del Comune di Lanciano al foglio di mappa n. 56 ed interessa la particella 4044, 4046, 4045, 4047 per una superficie complessiva di circa 10 ettari.

2 DESCRIZIONE GENERALE DELL'IMPIANTO

L'impianto oggetto della presente Relazione si propone di conseguire un significativo risparmio energetico.

L'applicazione della tecnologia fotovoltaica consente:

- la produzione di energia elettrica senza alcuna emissione di sostanze inquinanti nell'ambiente;
- il risparmio di combustibile fossile;
- nessun inquinamento acustico;
- soluzioni di progettazione del sistema compatibili con le esigenze di tutela architettonica o ambientale;
- il possibile utilizzo per l'installazione dell'impianto di superfici marginali (tetti, solai, terrazzi, ecc.).
- elevata affidabilità, in quanto non vi sono organi in movimento e fenomeni di usura minimi;
- costi di manutenzione ridotti al minimo.

L'energia prodotta viene inviata, attraverso i quadri di campo a 12 gruppi di conversione (inverter) PVI CENTRAL 300 che provvedono a trasformare la corrente continua in corrente alternata. I tipi di convertitori statici (inverter) utilizzati sono in grado di seguire il punto di massima potenza del proprio campo fotovoltaico sulla curva I-V caratteristica (funzione MPPT) e costruiscono l'onda sinusoidale in uscita con la tecnica PWM, così da contenere l'ampiezza delle armoniche entro valori ammissibili.

Le uscite a.c. a 300 V degli inverter confluiscono verso un quadro elettrico generale (di bassa tensione) di parallelo, protezione, manovra e interfaccia (CEI 0-16) dove vengono collegati successivamente alla rete pubblica mediante sistema d'interfaccia.

Tale sistema è costituito dal pannello di protezione d'interfaccia (PI) THYTRONIC SVF 5740 (collocato all'interno del quadro generale di parallelo inverter) e dal dispositivo d'interfaccia realizzato con interruttore automatico (DI).

La corrente alternata viene successivamente elevata a 20 kV per mezzo di due 4 trasformatori elevatori di potenza in resina, da 1250 kVA/cd ed immessa in rete tramite il quadro di media tensione 20kV.

I Quadri MT, i trasformatori elevatori, il quadri BT, il quadri parallelo inverter sono alloggiati in un due appositi manufatti, contenente anche le cabini di consegna ENEL ed il locali "Misure", il tutto come da prescrizioni dell'AEEG e della Regola Tecnica CEI 0-16.

Gli inverter saranno invece alloggiati entro appositi manufatti prefabbricati (schelcers), all'interno dei campi FV.

3 DATI E CRITERI DI PROGETTO

I dati di seguito riportati risultano strutturati e suddivisi secondo quanto riportato nella guida CEI 0-2.

Modulo 1- Dati di progetto di carattere generale

Pos.	Dati	Valori stabiliti	Note
1	Committente	ECOLOGICA SANGRO SpA	
1.1	Soggetto Responsabile	ALESSANDRO DI FRANCESCO	
1.2	Scopo del lavoro	Realizzazione di n.2 impianti fotovoltaici collegati alla rete elettrica MT di ENEL distribuzione	
1.3	Vincoli progettuali da rispettare	interfacciamento alla rete consentito nel rispetto delle norme CEI.	
1.4	Informazioni di carattere generale	Sito di impianto in area agricola	

Modulo 2 – Dati di progetto relativi all'utilizzazione dell'insediamento

Pos.	Dati	Valori stabiliti	Note
2.1	Destinazione d'uso	Agricolo	Norma CEI 0-2
2.2	Barriere architettoniche	Non presenti	

Modulo 3 – Dati di progetto relativi alle influenze esterne

Pos.	Dati	Valori stabiliti	Note
3.1	<u>Temperatura:</u> min/max all'interno dell'edificio min/max all'aperto media del giorno più caldo media delle massime mensili media annuale	-10 + 40	Norma UNI 10349
3.2	Radiazione solare		Vedi tabella
3.3	Formazione di condensa	Possibile	
3.4	Presenza di corpi solidi estranei Presenza di polvere	NO SI	Protezione quadri da insetti ed utensili
3.5	Presenza di liquidi: -tipo di liquido: -trascurabile -Possibilità di stillicidio -Esposizione alla pioggia -Esposizione agli spruzzi -Possibilità di getti d'acqua	SI Acqua NO SI SI NO NO	Dati relativi al posizionamento delle apparecchiature elettriche in esterno
3.6	Condizioni del terreno	Non applicabili	

3.7	<u>Ventilazione dei locali</u> -naturale -artificiale -naturale assistita da ventilazione artificiale -numero di ricambi	Locale cabina MT/BT SI	Dati riferiti al posizionamento della cabina MT/BT e Q parallelo inverter
-----	--	-------------------------------	---

Modulo 4 – Dati di progetto relativi alla rete di collegamento

Pos.	Dati	Valori stabiliti	Note
4.1	Tipo di intervento richiesto - nuovo impianto - trasformazione - ampliamento	SI	
4.2	Dati del collegamento elettrico -descrizione della rete di collegamento -punto di consegna -tensione nominale (Un) -potenza disponibile -corrente di corto circuito presunta nel punto di consegna	20kV 12,5kA Sistema TN-S	

	-stato del neutro		
4.3	Misura dell'energia	Contatori per la misura dell'energia incentivata locale Quadri inverter Contatori MT entro locale Misure	
4.4	Gestore di rete	ENEL DISTRIBUZIONE SpA	

Modulo 5 – Dati di progetto relativi all'impianto fotovoltaico

Pos.	Dati	Valori stabiliti	Note
5.1	Caratteristiche aree di installazione	Terreno agricolo	
5.2	Posizione quadri campo	Nei campi FV	
5.3	Posizione inverter	Entro contenitori stagni nel campo FV	
5.4	Quadro parallelo	Cabine elevazione BT/MT	

4 NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO PER GLI IMPIANTI E I COMPONENTI

Per la progettazione, preliminare ed esecutiva, e la realizzazione di impianti fotovoltaici si prendono a riferimento le seguenti leggi e normative da rispettare:

- **Il D.M. 22-01-2008 n.37** (G.U. n.61 del 12.03.2008) recante "*Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma13, 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*".
- **il Decreto Legislativo n.81 del 9 aprile 2008** recante " Attuazione dell'art.1 della legge 3 agosto 2007, n.133, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro e s.m.i.
- **Legge 186/68**. Disposizioni concernente la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici;
- **DM 16 gennaio 1996** Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi.
- **CEI 0-2** : Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici;
- **CEI 0-3** : Guida per la compilazione della dichiarazione di conformità e relativi allegati per la legge n. 46/1990;
- **CEI 0-16**: Regole tecniche di connessione per Utenti attivi ed Utenti passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica
- **CEI 64-8 e V1**: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata a 1500V in corrente continua. Parte 7, sezione 712 : Sistemi fotovoltaici solari (PV) di alimentazione.

- **CEI 11-20 e V1**: 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 ed irraggiamento spettrale di riferimento ;
- **CEI EN 61215** (CEI 82-8): Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto ed omologazione del tipo;
- **CEI EN 61727** (CEI 82-9): Sistemi fotovoltaici (FV) – Caratteristiche di interfaccia con la rete;
- **CEI EN 61646** (CEI 82-12): Moduli fotovoltaici (FV) a film sottile per usi terrestri. Qualifica del progetto ed omologazione del tipo;
- **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 EN 50380** (CEI 82-22): Fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaici;
- **CEI EN 62093** (CEI 82-24): Componenti di sistemi fotovoltaici- moduli esclusi (BOS) – Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali;
- **CEI EN 82-25**: 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 < 16 A per fase)
 - **CEI 13-4** : Sistemi di misura dell'energia elettrica – Composizione, precisione e verifica;
 - **CEI EN 62053 -21** (CEI 13-43): Apparatati per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari – Parte 21: Contatori statici di energia attiva (Classe 1 e 2);
 - **CEI EN 62053 -23** (CEI 13-45): Apparatati per la misura dell'energia elettrica (c.a.) –
 - **CEI EN 60439** (CEI 17 -13): Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT); serie composta da:
 - **CEI EN 60439-1** (CEI 17 -13/1): Apparecchiature soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature parzialmente soggette a prove di tipo (ANS);
 - **CEI EN 60439-2** (CEI 17 -13/2): Prescrizioni particolari per i condotti sbarre;
 - **CEI EN 60439-3** (CEI 17 -13/3): Prescrizioni particolari per apparecchiature assiegate di protezione e di manovra destinate ad essere installate in luoghi dove personale non addestrato ha accesso al loro uso -. Quadri di distribuzione (ASD);
 - **CEI EN 60445-2** (CEI 16 -12): Principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, marcatura ed identificazione - Individuazione dei morsetti e degli apparecchi e delle estremità dei conduttori designati e regole generali per un sistema alfanumerico;
 - **CEI EN 60099-1** (CEI 37-1): Scaricatori – Parte 1: Scaricatori a resistori non lineari con spinterometri per sistemi a corrente alternata;

- **CEI EN 60529** (CEI 70 -1): Gradi di protezione degli involucri (codice IP);
- **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 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** (CEI 81-10) +V1: Protezione contro i fulmini;

serie composta da:

- **CEI EN 62305-1** (CEI 81-10/1): Principi generali;
- **CEI EN 62305-2** (CEI 81-10/2): Valutazione del rischio;
- **CEI EN 62305-3** (CEI 81-10/3): Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone;
- **CEI EN 62305-4** (CEI 81-10/4): Impianti elettrici ed elettronici interni alle strutture;
- **CEI 81-3**: Valori medi del numero di fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato;
- Prescrizioni particolari – Parte 23: Contatori statici di energia reattiva (Classe 2 e 3);

Inoltre vanno rispettate:

- **D.MAP 28.07.2005** "Criteri per l'incentivazione della produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare e s.m.i.;

- **D.MAP 06.02.2006** "Criteri per l'incentivazione della produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare e s.m.i.;
- **D.GSE 19.02.2007** "Criteri e modalità per incentivare la produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare, in attuazione dell'art.7 del D.Lgvo n. 387 del 29.12.2003".

Per quanto riguarda il collegamento alla rete e l'esercizio dell'impianto, le scelte progettuali sono conformi alle seguenti normative e leggi:

- **Direttiva Enel Dicembre 2008 "Guida per le connessioni alla rete elettrica di Enel Distribuzione"**.

DELIBERE AEEG

- Deliberazione n. 224/2000 dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas del 6 dicembre 2000, per gli aspetti tariffari: l'utente può optare per il regime di scambio dell'energia elettrica con il distributore; in tal caso, si applica la "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 (Deliberazione 224/2000)";
- deliberazione n. 88/2007 " Disposizioni in materia di misura dell'energia elettrica prodotta da impianti di generazione";
- deliberazione n. 89/2007 " Condizioni tecnico-economiche per la connessione di impianti di produzione di energia elettrica alle reti elettriche con obbligo di connessione di terzi a tensione nominale minore o uguale a 1 kV";

- deliberazione n. 90/2007 " Attuazione del decreto del Ministro dello sviluppo economico, di concerto con il Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio 19.02.2007, ai fini dell'incentivazione della produzione di energia elettrica mediante impianti fotovoltaici".
- Delibera n.280/2007 "Modalità e condizioni tecnico-economiche per il ritiro dell'energia elettrica ai sensi dell'art.13, commi 3 e 4, del Decreto Lgvo n.387/2003 e del comma 41 della Legge n. 239/2004".
- Delibera n. Arg/ELT/08 dell'AEEG recante in Allegato A il "Testo Integrato Connessioni Attive" (TICA).
- Delibera ARG/elt 1/09 Attuazione dell'articolo 2, comma 153, della legge n. 244/07 e dell'articolo 20 del decreto ministeriale 18 dicembre 2008, in materia di incentivazione dell'energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili tramite la tariffa fissa onnicomprensiva e di scambio sul posto
- UNI 10349: Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici;
- UNI/ISO per le strutture meccaniche di supporto e di ancoraggio dei moduli fotovoltaici

Qualora le sopra elencate norme siano modificate o aggiornate nel corso dei lavori, si applicano le norme in vigore.

Si applicano, inoltre, per quanto compatibili con le norme sopra indicate, i documenti tecnici emanati dalle Società di distribuzione di energia elettrica riportanti disposizioni applicative per la connessione di impianti fotovoltaici collegati alla rete elettrica.

Nella fase di installazione sarà assicurata la presenza del contrassegno dell'Istituto del Marchio Italiano di Qualità (IMQ) per i materiali ed apparecchiature per i quali è previsto e il rispetto di tutte le eventuali ulteriori disposizioni e/o aggiornamenti che verranno emanati prima dell'esecuzione dell'impianto (per i cavi è richiesto il marchio IMQ). Dovranno inoltre essere rispettati gli obblighi derivanti dal recepimento delle Direttive Europee (marchio CE) per quanto in vigore al momento della consegna dell'apparecchiatura.

I lavori saranno eseguiti nel pieno rispetto delle norme del Comitato Elettrotecnico Italiano (CEI) in vigore alla data di esecuzione dei lavori. I materiali impiegati risponderanno inoltre alle norme UNI e alle tabelle CEI-UNEL.

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.

5 RADIAZIONE SOLARE E PRODUCIBILITÀ DELL'IMPIANTO DI GENERAZIONE

5.1 PRODUCIBILITÀ ATTESA DALL'IMPIANTO

Per determinare la produzione di energia elettrica dell'impianto è necessario tenere conto di alcuni fattori intrinseci quali:

- *Perdite per effetto dell'ombreggiamento*: tiene conto dell'ombreggiamento reciproco delle stringhe di moduli, funzione pertanto della disposizione del campo fotovoltaico e degli ostacoli posti all'orizzonte
- *Perdite per effetto della temperatura*: sono dovute allo scostamento del regime di funzionamento dei moduli rispetto alle condizioni di targa. All'aumentare della temperatura i moduli fotovoltaici diminuiscono le prestazioni elettriche;
- *Perdite per effetto "mismatching"*: se si parzializza il campo fotovoltaico in più sottocampi e questi sottocampi non sono omogenei dal punto di vista del funzionamento elettrico si incorre in tali perdite;
- *Perdite nei quadri*: perdite di cablaggio locale e globale;
- *Perdite negli inverter*: anche tali perdite sono funzione dell'architettura elettrica;
- *Perdite per "polluzione"*: sono funzione delle condizioni meteo nel sito di installazione del sistema fotovoltaico: siti a maggior piovosità hanno perdite minori;
- *Perdita dell'efficienza annuale*: tiene conto dell'invecchiamento del sistema fotovoltaico, dai moduli all'inverter alla componentistica di cablaggio.

Nel considerare tali perdite si assume cautelativamente un rendimento di impianto pari al 80%.

5.2 PVGIS estimates of solar electricity generation

Per il calcolo della radiazione solare e della producibilità è stato utilizzato il metodo del PVGIS europeo.

Location: 42°13'59" North, 14°23'28" East, Elevation: 252 m a.s.l.,

Nominal power of the PV system: 3996.3 kW (crystalline silicon)

Estimated losses due to temperature: 10.1% (using local ambient temperature)

Estimated loss due to angular reflectance effects: 2.6%

Other losses (cables, inverter etc.): 11.0%

Combined PV system losses: 22.1%

Fixed system: inclination=32°, orientation=0°				
Month	E_d	E_m	H_d	H_m
Jan	8100.00	251000	2.43	75.4
Feb	10400.00	292000	3.18	89.0
Mar	14000.00	434000	4.35	135
Apr	17400.00	522000	5.51	165
May	17800.00	551000	5.82	181
Jun	18700.00	562000	6.25	188
Jul	19300.00	597000	6.50	201
Aug	18100.00	560000	6.06	188
Sep	16400.00	491000	5.34	160
Oct	13400.00	416000	4.26	132
Nov	8880.00	266000	2.73	81.8
Dec	6620.00	205000	2.01	62.5
Yearly average	14100	429000	4.54	138
Total for year		5150000		1660

E_d : Average daily electricity production from the given system (kWh)

E_m : Average monthly electricity production from the given system (kWh)

H_d : Average daily sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m²)

H_m : Average sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m²)

6 COMPONENTI DELL'IMPIANTO

I componenti dell'impianto sono:

- strutture di supporto dei moduli
- moduli fotovoltaici
- convertitori statici corrente continua/alternata (Inverter)
- quadro elettrici di sottocampo in corrente continua
- quadro parallelo AC e interfaccia
- cavi di cablaggio
- cabina BT/MT e quadro parallelo Enel MT a Norma CEI RTC 0-16
- impianto di terra.

6.1 Moduli fotovoltaici

I moduli fotovoltaici sono di marca ILB ELIOS mod. AFV 180, costituiti da 72 celle in silicio monocristallino collegate elettricamente in serie ed incapsulate tra un vetro temperato dello spessore minimo di 4 mm ed un foglio di plastica sottostante (Tedlar) eventualmente rinforzato con altri materiali.

Il vetro sarà ad altissima trasmittanza in modo da non pregiudicare il rendimento complessivo del modulo, sarà resistente agli urti provocati da grandine di grossa dimensione e dovrà essere calpestabile da una persona senza apprezzabile deformazione.

Tra il vetro e le celle fotovoltaiche è applicato un sottile strato sigillante di EVA (vinilacetato di etilene) contenente additivi tali da ritardare l'ingiallimento dovuto ai raggi ultravioletti.

Un analogo foglio di EVA sarà posto tra la parte posteriore delle celle ed il pannello di plastica sottostante per evitare il contatto diretto tra i due componenti.

I due fogli di EVA saranno poi chiusi in un telaio in alluminio anodizzato così da permettere l'irrigidimento di tutto il complesso. Perimetralmente alla cornice sarà applicato un idoneo sigillante.

Ciascun modulo sarà dotato, sul retro, di una scatola di giunzione a tenuta stagna IP65 (J-box), contenente tutti i terminali elettrici, i diodi di by-pass ed i relativi contatti per la realizzazione dei cablaggi.

Le caratteristiche costruttive e funzionali sono rispondenti alle Normative CEE, qualificati alle prove effettuate dal Joint Research Centre di Ispra (Va) secondo le specifiche 101 503 Rev. 2, IEC 61215 e certificati dal TUV alla classe II o similari e conformi al marchio CE.

Le strutture di sostegno dei moduli saranno dimensionate adeguatamente ai carichi statici e dinamici prevedibili. Le specifiche elettriche, tecniche e dimensionali dei singoli pannello, documentate da attestati di prova e conformi ai suddetti criteri, sono le seguenti:

CARATTERISTICHE TECNICHE DEI MODULI FOTOVOLTAICI

Nome del Costruttore		ILB ELIOS 180
Tipo di celle		Silicio monocristallino
N° celle in silicio monocristallino (125x125) per modulo		72 (6x12)
Potenza nominale (o massima o di picco)	P_m (W)	180 Wp
Tensione nominale MPP (alla max potenza)	V_{pm}	36,2 V
Tensione a vuoto	Voc	43,8V
Tensione massima di sistema	V_{dc}	1000V
Corrente nominale (al punto di massima potenza MPP) I_{pm}		4,97 A
Corrente di corto circuito	I_{sc}	5,48 A
Temperatura nominale di lavoro della cella NOCT		46,4
Scatola di collegamento per diodo di by-pass e cavo con connettore MC		
Garanzia rendimento		80% dopo 25 anni
Certificazione secondo normativa IEC 61215 - CE e TUV		
Dispositivo con grado isolamento II		Classe II
Dimensione dei pannelli e peso		1581x 809 x 40

	mm – 15,5 kg
Coefficienti di temperatura:	
Corrente di corto circuito I_{sc}:	0,1055 mA/°C
Tensione a circuito aperto V_{oc}:	-0,345 V/°C
Massima potenza V_{pm}:	-0,4667W/°C
Tipo di cornice	Alluminio anodizzato con cassetta terminazione e diodo di by- pass
Garanzia produttore	2 anni

7 IL CAMPO FOTOVOLTAICO

I due impianti fotovoltaici sono suddivisi ognuno in 6 sottocampi aventi le seguenti caratteristiche:

CAMPO FV. N1

n.6 QUADRI DI CAMPO ognuno con 18 stringhe.

Ogni stringa è formata da 17 moduli in serie

Totale moduli FV: 1836

Potenza generata: 330,48 kW

n.1 inverter trifase PVI CENTRAL 300

CAMPO FV. N2

n.6 QUADRI DI CAMPO di cui N.5 con 18 stringhe N.1 con 19 stringhe.

Ogni stringa è formata da 17 moduli in serie.

Totale moduli FV: 1853

Potenza generata: 333,54 kW

n.1 inverter trifase PVI CENTRAL 300

CAMPO FV. N3

n.6 QUADRI DI CAMPO di cui N.5 con 18 stringhe N.1 con 19 stringhe.

Ogni stringa è formata da 17 moduli in serie.

Totale moduli FV: 1853

Potenza generata: 333,54 kW

n.1 inverter trifase PVI CENTRAL 300

CAMPO FV. N4

n.6 QUADRI DI CAMPO di cui N.5 con 18 stringhe N.1 con 19 stringhe.

Ogni stringa è formata da 17 moduli in serie.

Ogni stringa è formata da 17 moduli in serie.

Totale moduli FV: 1853

Potenza generata: 333,54 kW

n.1 inverter trifase PVI CENTRAL 300

CAMPO FV. N5

n.6 QUADRI DI CAMPO di cui N.5 con 18 stringhe N.1 con 19 stringhe.

Ogni stringa è formata da 17 moduli in serie.

Ogni stringa è formata da 17 moduli in serie.

Totale moduli FV: 1853

Potenza generata: 333,54 kW

n.1 inverter trifase PVI CENTRAL 300

CAMPO FV. N6

n.6 QUADRI DI CAMPO di cui N.5 con 18 stringhe N.1 con 19 stringhe.

Ogni stringa è formata da 17 moduli in serie.

Ogni stringa è formata da 17 moduli in serie.

Totale moduli FV: 1853

Potenza generata: 333,54 kW

n.1 inverter trifase PVI CENTRAL 300

Ogni stringa avrà una corrente di 4,97 A e una tensione di 710,72 V (44,42x16) a circuito aperto.

Tutte le stringhe saranno protette da un diodo di blocco contro l'inversione della polarità.

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

dove:

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

Tale condizione deve essere verificata per $I > 600 W/m^2$.

Dalle curve tensione-corrente si desume che la condizione sopra indicata è soddisfatta.

Condizioni standard di prova (STC) e cioè:

I	=	1.000 W/m^2	Irraggiamento;
t	=	25 °C + 2°C	Temperatura di cella;
AM	=	1,5	Spettro di radiazione.

La potenza di ogni singolo modulo deve avere una tolleranza max del $\pm 3\%$ misurata in accordo alle Norme CEE 503 e la resa deve essere garantita per il mantenimento del 90% della potenza dichiarata, in un periodo di anni 12 e dell' 80% per un periodo di anni 25 dalla installazione.

Il Costruttore fornirà un certificato che comprende la garanzia di prodotto e la garanzia di prestazioni. In esso il Costruttore garantisce che i propri prodotti ottemperano alle relative specifiche tecniche e normative sulla qualità e che gli stessi sono di nuova fabbricazione.

Il campo FV è elettricamente un sistema IT, ovvero con nessun polo connesso a terra.

8 VERIFICHE

Caratteristiche Modulo FV ILB HELIOS

- Coefficiente termico della tensione $V_{OC} - 0,345 \text{ \%}/K$
- Tensione a vuoto $V_{OC} \text{ 43,8 V}$
- Tensione STC $V_{mpp} \text{ 35,6V}$

Coefficiente effettivo V_{oc} $0,345 \times 0,438 = 0,151$

- Tensione MPP massima modulo ($-10^{\circ}C$) $35,6 + 0,151 (25+10) = 35,6 + 5,28 = \text{40,88V}$
- Tensione MPP minima modulo ($+70^{\circ}C$) $35,6 + 0,151 (25-70) = 35,6 - 6,79 = \text{28,81V}$

INVERTER PVI CENTRAL 300- IT n.1 - 2 - 3 - 4 - 5

Dati caratteristici

Tensione a vuoto campo	900V
Range tensione FV	465 -850V
Corrente	IDC = 738A
INGRESSI	6
Fusibili DC per ingresso	125A/1000V

Per ogni PVI Central n. 6 Quadri di campo

Caratteristiche quadro di campo SB1 –SB2 – SB3 – SB4 – SB5

18 stringhe da 17 moduli/cd 306 moduli 55,08kW

Tensione stringa STC: $36,2 \times 17 = 615,4V$ compresa tra 465 – 850V

Corrente totale = 89,46A

Tensione di stringa a $-10^{\circ}C$ $40,88 \times 17 = \mathbf{694,96V}$

Tensione di stringa a $70^{\circ}C$ $28,81 \times 17 = \mathbf{489,77V}$

Verificato: I valori di tensione alle varie temperature di funzionamento (minima, massima e die servizio) rientrano nle range di accettabilità ammessi dall'inverter.

Corrente totale dai 6 quadri di campo:

$I_t = 6 \times 89,46 = 536,76A < 738A$

Verificato

INVERTER PVI CENTRAL 300- IT n.6 – 7 – 8 – 9

Dati caratteristici

Tensione a vuoto campo	900V
Range tensione FV	465 -850V
Corrente	$I_{DC} = 738A$
INGRESSI	6
Fusibili DC per ingresso	125A/1000V

Per ogni PVI Central n. 6 Quadri di campo

Caratteristiche quadri di campo SB6 – SB7 –SB8 – SB9

20 stringhe da 17 moduli/cd 340 moduli 61,2kW

Tensione stringa STC: $36,2 \times 17 = 615,4V$ compresa tra 465 – 850V

Corrente totale = 99,4A

Tensione di stringa a $-10^{\circ}C$ $40,88 \times 17 = \mathbf{694,96V}$

Tensione di stringa a $70^{\circ}C$ $28,81 \times 17 = \mathbf{489,77V}$

Verificato

Corrente totale dai 6 quadri di campo:

$I_t = 6 \times 99,4 = 596,4A < 738A$

Verificato

9 Convertitore statico cc/ac (inverter)

INVERTER PVI CENTRAL-300 IT

Specifiche elettriche lato DC – INGRESSO	
Tensione massima a vuoto del campo Vdc	900V DC
Potenza di picco campo FV	354 kW
Campo di variazione MPPT (Vdc)	465-850V
Numero ingressi	6 canali MPPT
Corrente nominale di ingresso	738A
Specifiche elettriche lato AC – USCITA	
Tensione di uscita:	3x400 V AC
Corrente nominale di uscita:	486A
Potenza nominale di uscita:	330kW
Frequenza di uscita	50/60 Hz
Rendimento massimo:	95,5%
Rendimento europeo:	94,5%
Fattore di distorsione della corrente di uscita:	< 2%
Fattore di potenza:	>0,99

Raffreddamento:	forzato
Temperatura di funzionamento:	da -10 a + 50°C
Peso	1700 kg
Dim.	1250x62100x810 mm
Grado di protezione	IP20
Garanzia standard	60 mesi

Conforme alle normative europee di sicurezza, CEI 11-20, ENEL DK5940.

Da essi si desume un grado di efficienza superiore al 97%, valore che soddisfa la condizione prescritta dal DM 28/07/2005:

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

dove

- **P_{ca}** è la potenza attiva in corrente alternata misurata all'uscita del gruppo di conversione della corrente continua in corrente alternata, con precisione migliore del 2%;
- **P_{cc}** è la potenza in corrente continua misurata all'uscita del generatore fotovoltaico, con precisione migliore del $\pm 2\%$;

Le tensioni in ingresso sono compatibili con i campi di tensione DC degli inverter.

Gli inverter prescelti sono in grado di inseguire il punto di massima potenza sulla curva caratteristica I-V (funzione MPPT) del generatore fotovoltaico e costruiscono l'onda sinusoidale in uscita con la tecnica PWM così da contenere l'ampiezza delle armoniche entro i valori stabiliti dalle norme

9.1 Interruttori uscita inverter

All'uscita degli inverter sarà installato un quadro di parallelo inverter.

9.2 Quadro di misurazione fiscale dell'energia prodotta

All'uscita del quadro di parallelo inverter sarà installato da ENEL DISTRIBUZIONE il contatore GSE di misurazione dell'energia prodotta sottoposto al controllo del GSE, che è l'Ente che erogherà l'incentivo in virtù dell'energia prodotta.

10 Cavi

10.1 Collegamenti ai quadri di campo

Saranno realizzati i collegamenti elettrici fra le scatole di giunzione stringhe ed il quadro di parallelo stringhe, con cavi bipolari di sezione 2x4 mm² posati entro canalizzazioni di acciaio zincato ed ove necessario entro tubazioni in PVC.

Caratteristiche dei cavi:

- HEPR Tecsun - Radox;
- flessibile in rame isolato con gomma sotto guaina protettiva in policloroprene;
- tensione di isolamento U₀/U 450/750V;
- conforme alle norme: CEI 20-22; CEI 20-13; IEC 502; IEC 332.3; UNEL 35377.

Installazione in classe di isolamento II

I cavi saranno infilati a seconda dei casi entro canalizzazioni, cavidotti in polietilene ed in tubazioni flex pesanti in PVC.

10.2 Collegamenti tra i moduli fotovoltaici

I pannelli fotovoltaici sono dotati di scatola di giunzione stagna e non apribile; in uscita dalla scatola sono collegati i cavi di lunghezza opportuna, terminanti con spine tipo MULTI-CONTACT. I collegamenti elettrici della singola stringa sono realizzati utilizzando questi stessi cavi, già in dotazione ai moduli. I cavi tra i moduli a formare le stringhe saranno posati opportunamente e fissati tramite fascette.

10.3 CANALIZZAZIONI E PASSERELLE PORTACAVI

Tutte le condutture di bassa tensione saranno realizzate con canalizzazioni o con passerelle portacavi a norme :

CEI 2354 "Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche".

CEI 2331 "Sistemi di canali metallici e loro accessori ad uso portacavi e porta apparecchi".

I tubi e i condotti saranno realizzati in :

Tubo rigido in PVC, per tutti i percorsi in vista che non presentino pericolo di danneggiamento meccanico;

Tubo rigido TAZ in metallo zincato o passerella metallica zincata o verniciata, per tutti i percorsi in vista che presentino pericolo di danneggiamento meccanico;

Tubo flessibile in PVC serie pesante, per tutti i percorsi sottotraccia a parete o a pavimento protetti con scudo di malta;

Guaina flessibile in PVC, per tutti i percorsi non lineari a vista per il raccordo di cassette, quadri elettrici o utenze elettriche;

Guaina flessibile armata, per tutti i percorsi non lineari a vista per il raccordo di cassette, quadri elettrici o utenze elettriche ove vi sia la presenza di pericoli di danneggiamento meccanico;

Il diametro delle tubazioni non sarà mai inferiore a 1,3 volte quello del cerchio circoscritto ai cavi in esso contenuti, con un minimo di 16mmq, in conformità alle Norme CEI.

La sezione dei canali portacavi occupata dai cavi non dovrà eccedere il 50% della sezione totale del canale stesso.

Dovranno essere utilizzati tutti gli accessori necessari per il mantenimento del grado di protezione (CEI 701) richiesto per il tipo di ambiente d'installazione.

11 CASSETTE DI CONNESSIONE

Le cassette di connessione e rompitratte, saranno in materiale isolante autoestinguento, certificate secondo CEI 2348 e di dimensioni tali da alloggiare comodamente tutti i conduttori ed i morsetti necessari; permetteranno una rapida e sicura identificazione di tutti i conduttori per successivi interventi.

Saranno del tipo da incasso o a vista, in materiale plastico o in metallo dove esista pericolo di danneggiamento meccanico. Dovranno essere utilizzati tutti gli accessori necessari per il mantenimento del grado di protezione (CEI 70.1) richiesto per il tipo di ambiente d'installazione.

12 DESCRIZIONE DELLE MISURE DI PROTEZIONE

12.1 Misure di protezione contro i contatti diretti

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

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

- utilizzo di componenti dotati di marchio CE (Direttiva CEE 73/23);
- utilizzo di componenti aventi un idoneo grado di protezione alla penetrazione di solidi e liquidi;
- collegamenti effettuati utilizzando cavo rivestito con guaina esterna protettiva, idoneo per la tensione nominale utilizzata ed alloggiato in condotto portatavi (canale o tubo a seconda del tratto) idoneo allo scopo.

12.2 Misure di protezione contro i contatti indiretti

La protezione dai contatti indiretti per l'impianto fotovoltaico sarà realizzata tenendo in considerazione che i sistemi di collegamento del neutro e delle masse sono diversi per il lato c.c. e il lato c.a. dell'impianto.

Lato c.c.: Sistema IT

Il sistema in corrente continua costituito dalle stringhe di moduli FV e dai loro collegamenti agli inverter è un sistema che non presenta alcun punto connesso elettricamente a terra (flottante).

Non vi sono parti metalliche che possono andare in tensione per effetto del cedimento dell'isolamento principale e quindi da considerarsi masse, secondo CEI 64.8, in quanto i moduli sono in classe II e le reti presentano un isolamento in classe II. Le misure di protezione di rincalzo sono adottate sono: controllo dell'isolamento del generatore fotovoltaico da parte dei singoli inverter (in caso di cedimento dell'isolamento nella parte cc si crea una debole corrente di primo guasto che fluisce attraverso l'inverter. La protezione interna all'inverter rileva l'abbassamento del livello di isolamento dell'impianto cc e genera un allarme ottico sul pannello dell'inverter), trasformatore di isolamento che impedisce la chiusura dell'anello di guasto sia nel caso di contatti diretti che indiretti, dispositivo differenziale sul generale della linea trifase.

12.3 Lato c.a.: Sistema TN-S

L'inverter e quanto contenuto nel quadro elettrico c.a. fanno parte del sistema elettrico TN-S dell'intero impianto elettrico..

La protezione contro i contatti indiretti è, in questo caso, assicurata dal seguente accorgimento:

- collegamento al conduttore di protezione PE di tutte le masse, ad eccezione degli involucri metallici delle apparecchiature di classe II;
- verifica, da seguire in corso d'opera o in fase di collaudo, che i dispositivi di protezione inseriti nel quadro elettrico generale B.T., intervengano in caso di primo guasto verso terra con un ritardo massimo di 0,4 secondi, oppure che intervengano entro 5 secondi ma la tensione sulle masse entro tale periodo non superi i 50 V.

PROTEZIONE DELLE CONDUTTURE ELETTRICHE

12.4 Protezione contro il corto circuito

Per la parte di circuito in corrente continua, la protezione contro il cortocircuito è assicurata dalla caratteristica tensione-corrente dei moduli fotovoltaici che limita la corrente di corto circuito degli stessi a valori noti e di poco superiori alla loro corrente nominale. Per ciò che riguarda il circuito in corrente alternata, la protezione contro il corto circuito è assicurata dal dispositivo limitatore contenuto all'interno dell'inverter. L'interruttore magnetotermico posto a valle dell'inverter agisce quindi da ricalzo all'azione del dispositivo di protezione interno agli inverter stessi.

La protezione delle condutture contro il cortocircuito, sarà garantita dalle apparecchiature di protezione poste a monte di ogni circuito, che possiedono un Potere di Interruzione nominale (P_n) superiore al valore di corrente di cortocircuito presunta sul punto di installazione, che trattandosi di impianto con fornitura in BT, è come previsto dalle Norme, non superiore a 6kA (sistema trifase).

La protezione contro le sovracorrenti che si fossero verificate in ogni punto delle condutture, sono affidate alle apparecchiature automatiche magnetotermiche installate a monte di ogni circuito, scelte in funzione della seguente relazione:

$$I_2 t > K^2 S^2$$

dove:

$I_2 t$ = energia specifica lasciata passare dall'interruttore di protezione

$K^2 S^2$ = energia specifica sopportata dal conduttore, dove $K = 115$ per isolamento in PVC, 135 per isolamento in gomma e 143 per il butile, mentre S è la sezione dei conduttori.

12.5 Protezioni contro sovraccarichi

Le condutture saranno protette dai sovraccarichi, mediante l'utilizzo di apparecchiature di tipo automatico magnetotermici o termici, poste a monte di ogni linea e coordinate secondo le seguenti relazioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_f \leq 1,45 I_z$$

dove:

I_b = corrente di impiego del circuito;

I_z = portata in regime permanente della conduttura

I_n = corrente nominale del circuito di protezione

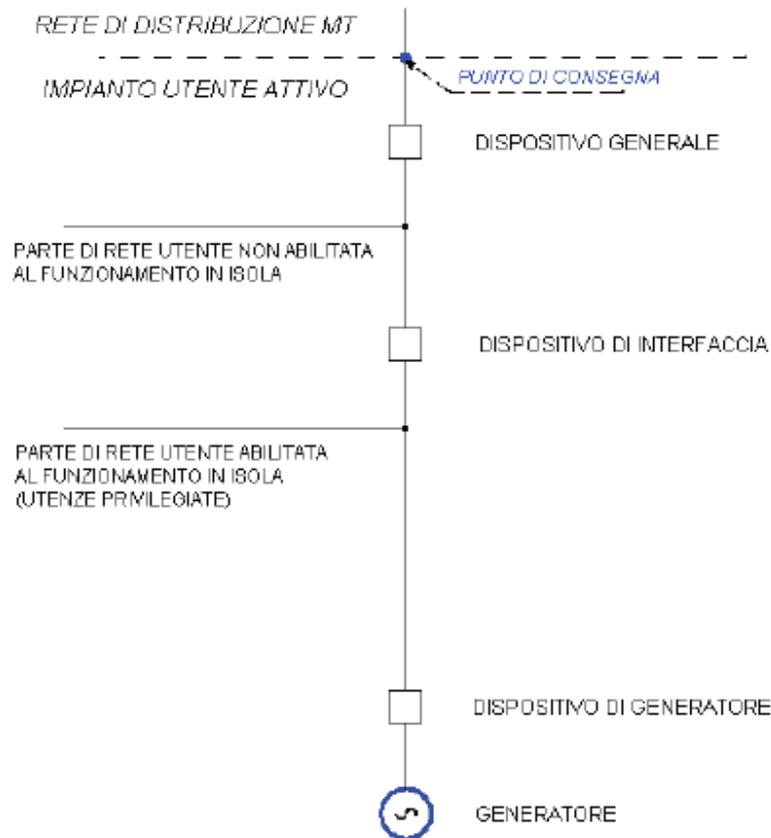
I_f = corrente che assicura l'effettivo funzionamento del dispositivo di protezione entro il tempo convenzionale in condizioni definite.

12.6 Misure di protezione sul collegamento alla rete elettrica

La protezione del sistema di generazione fotovoltaica nei confronti sia della rete autoproduttore che della rete di distribuzione pubblica è realizzata in conformità a quanto previsto dalla norma CEI 11-20 +V1, con riferimento anche a quanto contenuto nel documento ENEL " *Guida per le connessioni alla rete elettrica di Enel Distribuzione*" Ed.I – Dic.2008 e alla Norma CEI 0-16 II ed.

Il regime di parallelo dovrà interrompersi immediatamente ed automaticamente ogniqualvolta manchi l'alimentazione della rete MT da parte dell'ENEL DISTRIBUZIONE SPA.

Gli impianti di utenza per la connessione saranno collegati alla rete come nello schema allegato (CEI 0-16) seguente.



12.7 Dispositivi del generatore

Gli inverter sono internamente protetti contro il cortocircuito ed il sovraccarico. Il riconoscimento della presenza di guasti interni provoca l'immediato distacco dell'inverter dalla rete elettrica. L'interruttore magnetotermico sull'uscita di ogni inverter agisce come protezione di ricalzo.

12.8 Dispositivo e protezione di interfaccia

Deve provocare il distacco dell'intero sistema di generazione in caso di guasto sulla rete elettrica. Il riconoscimento di eventuali anomalie avviene considerando come anomali le condizioni di funzionamento (DK5740) che fuoriescono da una determinata finestra di tensione e frequenza così caratterizzata:

- massima tensione: 1,2 Vn con tempo di intervento di 0,1 sec;
- minima tensione: 0,8 Vn con tempo di intervento di 0,8 sec;
- massima frequenza: 50,3 Hz senza ritardo;
- minima frequenza 49,7 Hz senza ritardo;

Le protezioni interfaccia da installare sono:

- minima frequenza;
- massima frequenza;
- minima tensione;
- massima tensione.

La protezione offerta dal dispositivo di interfaccia impedisce, tra l'altro, che gli inverter continuino a funzionare anche in nel caso di interruzione del servizio elettrico. Questo fenomeno, detto funzionamento in isola, deve essere evitato perché può tradursi in condizioni di pericolo per il personale addetto alla ricerca e alla riparazione di guasti.

Oltre ai dispositivi di interfaccia interni ai singoli inverters, è prevista anche un relè di protezione THYTRONIC DK5740.

12.9 Dispositivo generale

Ha la funzione di salvaguardare il funzionamento della rete nei confronti di guasti nel sistema di generazione. A norma del documento DK 5740, l'organo di interruzione è un interruttore.

Il dispositivo generale ha la funzione di salvaguardare il funzionamento nei confronti dei guasti nel sistema di generazione elettrica.

12.10 Impianti di protezione da fulminazione e impianto di terra

Il sistema di terra comprende la maglia e i collegamenti equipotenziali per la protezione dai contatti indiretti. L'impianto di terra consiste in una dorsale corrente lungo l'impianto fotovoltaico in corda di rame nudo elettrolitico da 50 mmq a cui vengono collegati i ferri della piastra di sostegno della cabina prefabbricata, e di picchetti in dispersori a crociera in acciaio zincato da 150 cm. Le strutture di supporto dei moduli sono rese equipotenziali mediante collegamento tramite tratti di cavo da 16 mmq corredati di capicorda alle estremità. La struttura in alluminio verrà messa a terra mediante cavo N07V-K 1x16 mmq. Anche i quadri di parallelo stringhe saranno messi a terra con cavo N07 V-K 1x16 mmq.

12.11 Fulminazione indiretta

L'abbattersi di scariche atmosferiche in prossimità dell'impianto può provocare il concatenamento del flusso magnetico associato alla corrente di fulminazione con i circuiti dell'impianto fotovoltaico, così da provocare sovratensioni in grado di mettere fuori uso i componenti tra cui, in particolare, gli inverter. Saranno allo scopo inseriti come protezione degli SPD a varistori sulla sezione c.c. dell'impianto in prossimità dei generatori fotovoltaici.

13 CRITERI DI SICUREZZA PER INTERVENTI DEL PERSONALE ADDETTO SULL'IMPIANTO

La progettazione dell'impianto in questione, alla luce degli interventi di installazione, manutenzione, verifica del gruppo di misura dell'energia prodotta e/o di sigillatura di impianti di generazione incentivati, è stata condotta in ottemperanza a quanto prescritto in materia di prevenzione degli infortuni e di igiene sul lavoro, in particolare si è tenuto conto:

- della norma CEI 11-27;
- del D.Lgs. n.81/2008 e s.m.i.

In ottemperanza alle suddette prescrizioni il Cliente produttore fornirà al personale ENEL DISTRIBUZIONE SPA dettagliate informazioni sui rischi specifici esistenti nell'ambiente in cui tale personale sarà destinato ad operare e sulle misure di prevenzione e di emergenza adottate in relazione alla propria attività.

A tale scopo il Cliente produttore individuerà una propria persona quale *Riferimento tecnico* (RIF) per la sicurezza per il proprio ambiente e per le azioni da adottare in caso di situazioni di emergenza, incidente o infortunio; tale persona assicurerà l'assistenza nel sito, collaborerà alla programmazione delle attività in accordo con il personale ENEL DISTRIBUZIONE SPA e curerà i rapporti tra tutti i Responsabili di eventuali altre Imprese presenti promuovendo il coordinamento e la cooperazione tra gli stessi. Altresì il Cliente produttore indicherà il nominativo di una propria persona quale *Responsabile Impianto* (RI) incaricato all'esecuzione della individuazione, messa in sicurezza e consegna delle installazioni elettriche su cui il personale ENEL DISTRIBUZIONE SPA sarà destinato ad operare. Il RIF e il RI, qualora ne abbiano le caratteristiche ed i requisiti normativi, potranno coincidere.

Il RIF comunicherà ad ENEL DISTRIBUZIONE SPA, tramite compilazione di apposita scheda da quest'ultimo predisposta e rilasciata al momento del sopralluogo propedeutico all'allacciamento, i rischi specifici eventualmente presenti nell'ambiente nel quale il personale ENEL DISTRIBUZIONE SPA sarà destinato ad operare nonché le misure di prevenzione e di emergenza adottate in relazione alla propria attività di protezione. Tale allegato verrà restituito ad ENEL DISTRIBUZIONE SPA debitamente compilato e in anticipo rispetto alla data convenuta per l'esecuzione della prima installazione del gruppo di misura dell'energia prodotta.

Il RIF potrà:

- sottoporre e far firmare l'eventuale ulteriore documentazione inerente la sicurezza nel sito;
- programmare le attività previste in accordo con il personale ENEL DISTRIBUZIONE SPA;
- contribuire alla cura dei rapporti con Responsabili di eventuali altre Imprese operanti in sito.

La compilazione e l'invio ad ENEL DISTRIBUZIONE SPA della predetta scheda non sarà necessario in occasione di interventi lavorativi del personale ENEL DISTRIBUZIONE SPA successivi alla prima installazione del gruppo di misura dell'energia prodotta, qualora il RIF non rilevi alcuna variazione dei rischi specifici presenti nell'ambiente rispetto a quanto originariamente dichiarato all'atto della attivazione. In questo caso il RIF predisporrà la sola dichiarazione di messa in sicurezza, individuazione e consegna dell'impianto, da scambiare con il tecnico ENEL DISTRIBUZIONE SPA predisposto ai lavori.

Il Cliente, al fine di consentire ad ENEL DISTRIBUZIONE SPA la messa in parallelo dell'impianto di produzione, renderà inoltre disponibile la documentazione di fine lavori per l'attivazione dell'impianto, redigendo e sottoscrivendo apposito Regolamento di Esercizio.

Il RI d'altro canto dovrà provvedere ad informare il personale ENEL DISTRIBUZIONE SPA dell'avvenuta messa in sicurezza dell'impianto nel quale è destinato ad operare utilizzando l'apposita modulistica.

La restituzione della modulistica al RI da parte del personale ENEL DISTRIBUZIONE SPA in attestazione della conclusione delle attività svolte costituirà a tutti gli effetti il benessere alla messa in esercizio dell'impianto.

14 Piano di manutenzione

Il piano di manutenzione consiste in verifiche periodiche da effettuarsi con una cadenza di 6 mesi, salvo condizioni particolari.

In dette verifiche, si dovrà procedere con i seguenti esami:

- Verifica dello stato di usura della costruzione e del buon fissaggio dei moduli fotovoltaici alla stessa.
- Ispezione visiva dei moduli fotovoltaici per accertarsi di eventuali delaminazioni, danneggiamenti o accumulo sui vetri di copertura.
- Controllo delle cassette di terminazione dei moduli FV al fine di accertare: deformazioni, presenza di umidità interna, stato dei contatti elettrici e dei diodi di bypass, corretto serraggio dei morsetti.
- Controllo delle parti elettriche, della segnalazione di eventuali guasti sugli inverter, dello stato degli interruttori e delle protezioni.

- Per le operazioni di controllo e manutenzione sugli inverter, si deve far riferimento al relativo manuale di uso e manutenzione.
- Controllo dello stato delle cassette di derivazione. Una volta all'anno le cassette andranno aperte per verificare che i cavi e le giunzioni siano in ordine e che non vi siano ristagni di acqua.
- Controllo di cavi e cavidotti interni ed esterni.

14.1 Sistema di riciclo

Al termine della vita utile di un impianto fotovoltaico, ove non sia possibile riutilizzare i pannelli presso altri impianti, i moduli vengono prelevati da operatori ambientali che si occupano di separare i materiali riciclabili da quelli inerti non riutilizzabili.

I principali componenti di un pannello sono:

- Silicio;
- Vetro;
- metalli (cornice e contatti);
- componenti elettrici

Circa il 95% del modulo (in peso) è quindi composto da materiali "nobili" che possono essere riciclati per altri utilizzi.

Il resto è formato da rifiuti inerti che sono smaltiti presso una comune discarica. I pannelli possono essere prelevati sul sito da un soggetto specializzato pubblico o privato specializzato in ambito di recupero materiali, che potrà agevolmente sottoporre i pannelli ad un processo di riciclo e smaltimento strutturato nelle seguenti macrofasi:

1. Separazione e lavaggio dei vetri (invio dei vetri presso le industrie del settore);
2. Separazione dei componenti metallici del modulo
3. Purificazione dei metalli riutilizzabili per il riciclo
4. Smaltimento degli inerti rimanenti presso una discarica

Il processo di smaltimento, data l'assenza di materiali pericolosi o inquinanti tra i componenti del pannello, non necessita di particolari competenze e può essere gestito da uno dei numerosi operatori ambientali che agiscono sul territorio.

TERMINOLOGIA

Cella fotovoltaica: Generatore elementare ottenuto da una sottile piastra di silicio "drogato" capace di convertire direttamente la luce solare in energia elettrica.

Modulo fotovoltaico: Insieme di celle fotovoltaiche unite elettricamente in serie incapsulate tra un vetro molto ad alta trasparenza nella parte superiore e da un pannello in plastica o similare nella parte inferiore. Il dato di targa sulla potenza di un modulo fotovoltaico è espresso in kWp, ove la "p" sta ad indicare una potenza di picco. La potenza di picco è riferita alle condizioni standard (STC: Standard Test Condition) che prevedono un irraggiamento pari a 1000 W/m² con distribuzione dello spettro solare di riferimento AM = 1.5 e temperatura di funzionamento delle celle pari a 25°C, secondo le norme CEI EN 904/1-2-3.

Stringa fotovoltaica: Moduli fotovoltaici collegati elettricamente con disposizione in serie, mediante un cavo unipolare in rame. La tensione resa disponibile dalla stringa è data dalla somma delle tensioni fornite dai singoli moduli che compongono la stringa.

Campo fotovoltaico: Gruppo di stringhe fotovoltaiche collegate in parallelo che eroga l'energia elettrica in corrente continua.

Inverter: Convertitore di energia elettrica da continua ad alternata (cc/ca).

Radiazione: Quantità di energia che il sole invia sotto forma di onde elettromagnetiche. Questa radiazione in parte viene assorbita dal suolo, in parte viene riflessa dal suolo, in parte viene assorbita dall'atmosfera, in parte viene diffusa nell'atmosfera, in parte viene riflessa dall'atmosfera.

Irraggiamento: Quantità di energia solare incidente su un metro quadrato di suolo in un giorno.