

RELAZIONE TECNICA
IMPIANTO FOTOVOLTAICO
“CERCHIO_2”

Indice

1	OGGETTO.....	3
2	NORMATIVA TECNICA DI RIFERIMENTO.....	3
3	CRITERI ADOTTATI PER LE SCELTE PROGETTUALI	5
4	DEFINIZIONI	5
5	DATI DI PROGETTO	6
6	DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI FOTOVOLTAICI	7
6.1	Componenti dell'impianto fotovoltaici	8
6.1.1	Moduli Fotovoltaici	8
6.1.2	Strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici.....	9
6.1.3	Gruppo di Conversione.....	10
6.1.4	Cavi elettrici	10
6.1.5	Canalizzazioni metalliche.....	11
6.1.6	Conessioni e Derivazioni.....	12
6.1.7	Quadri Elettrici	12
6.1.8	Cabina di Trasformazione MT/BT	13
6.1.9	Trasformatore (in resina).....	14
6.1.10	Impianto di Terra.....	15
7	CRITERI DI PROTEZIONE	16
7.1	Misure di protezione contro i contatti diretti.....	16
7.2	Misure di protezione contro i contatti indiretti.....	17
7.3	Protezione dalle sovracorrenti	17
7.4	Misure di protezione sul collegamento alla rete elettrica	19
7.5	Misure di protezione contro gli effetti delle scariche atmosferiche.....	20
8	REQUISITI TECNICI MINIMI DEI COMPONENTI E DEGLI IMPIANTI.....	20
9	CARATTERISTICHE DI PRODUZIONE ENERGETICA ANNUA E STIMA DELL'IMPATTO AMBIENTALE.....	22
10.1	Stima del risparmio energetico e della riduzione dei gas-serra	23
10	PRESCRIZIONI AGGIUNTIVE IN MATERIA DI SICUREZZA.....	24
	ALLEGATI - ELABORATI PROGETTUALI.....	25

1 OGGETTO

Lo scopo del presente documento è di fornire una descrizione tecnica del progetto di realizzazione di un impianto di generazione elettrica con l'utilizzo della fonte rinnovabile solare attraverso la conversione fotovoltaica.

Il progetto descrive la realizzazione di un impianto fotovoltaico con potenza nominale pari a **1995,84kWp** denominato "CERCHIO_2", composto da due generatori fotovoltaici di potenza nominale pari a **997,92kWp** ciascuno, installato su appezzamento di terreno sito in prossimità della strada comunale Circofuncense, univocamente individuato al Catasto Terreni del Comune di Cerchio (AQ) al Foglio 13, Particelle 107, 110. al fine di produrre energia elettrica da immettere nelle rete elettrica nazionale secondo le disposizioni del Decreto del Ministero dello Sviluppo Economico del 19.02.2007 (il cosiddetto Decreto "Nuovo Conto Energia").

L'impianto sarà del tipo grid connected e l'energia elettrica prodotta sarà riversata in rete con allaccio in media tensione in modalità trifase.

Ogni generatore fotovoltaico previsto in progetto sarà in grado di produrre annualmente la seguente energia: **1.532.543,17 kWh/anno**, come sarà illustrato in seguito.

L'impianto fotovoltaico comprensivo dei due generatori avrà una produzione di **3.065.086,34 kWh/anno**.

L'impianto fotovoltaico e i relativi componenti saranno realizzati in piena conformità delle norme tecniche e di sicurezza vigente.

2 NORMATIVA TECNICA DI RIFERIMENTO

Gli impianti fotovoltaici oggetto della presente relazione saranno realizzati in conformità alle vigenti Leggi/Normative tra le quali le seguenti principali:

- *DPR 547/55*: Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro;
- *Legge 186/68*: Disposizione concernente la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici;
- *Legge 46/90*: Norme per la sicurezza degli impianti;
- *DPR 447/91*: Regolamento di attuazione della legge 5 marzo 1990, n.46, in materia di sicurezza degli impianti;
- *D.Lgs 626/94*: Attuazione delle direttive CEE, riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro;
- *D.Lgs 493/96*: Attuazione delle direttiva 92/58/CEE, concernente le prescrizioni minime per la segnaletica di sicurezza e/o di salute sul luogo di lavoro;
- *DM 16 Gennaio 1996*: - Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi;
- *Circolare 4 luglio 1996*: Istruzioni per l'applicazione delle "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 dei documenti secondo la legge 46/90;
- *CEI 11-20*: impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria;

- *CEI EN 60904-1*: 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 61727*: Sistemi fotovoltaici (FV) - Caratteristiche dell'interfaccia di raccordo con la rete;
- *CEI EN 61215*: Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo;
- *CEI 20-19*: Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750V;
- *CEI 20-20*: Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750V;
- *CEI 64-8*: Impianti elettrici utilizzatori a tensione non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500V in corrente continua;
- *CEI 81-1*: Protezione delle strutture contro i fulmini;
- *CEI EN 60099-1-2*: Scaricatori;
- *CEI EN 60439-1-2-3*: Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione;
- *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 61215*: Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo;
- *CEI EN 61646*: Moduli fotovoltaici a film sottile per usi terrestri. Qualifica del progetto e approvazione del tipo;
- *CEI 110-1, 110-6, 110-8*: per la compatibilità elettromagnetica (EMC);
- *CEI EN 61724*: Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici. Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati;
- *Norme UNI/ISO* per lo studio delle strutture meccaniche di supporto e di ancoraggio dei moduli fotovoltaici.

L'impianto è allacciato alla rete di Enel Distribuzione Spa. Le normative tecniche di allacciamento alla rete di Enel Distribuzione Spa:

- DK 5940: Criteri di allacciamento di impianti di produzione alla rete di distribuzione BT di Enel Distribuzione;
- DK 5740: Criteri di allacciamento di impianti di produzione alla rete MT di Enel Distribuzione;

prevedono le seguenti tipologie di consegna in funzione della potenza dell'impianto di generazione:

- Monofase per impianti di potenza fino a 6 kW;
- Trifase in bassa tensione per impianti di potenza > 6 kW e < 50 kW;
- Trifase in media tensione per impianti con potenza > 75 kW;
- Trifase in media o bassa tensione per impianti di potenza > 50 kW e < 75 kW - la decisione è presa dal Gestore di Rete caso per caso a seguito delle risultanze dello studio della rete a cui l'impianto deve allacciarsi.

3 CRITERI ADOTTATI PER LE SCELTE PROGETTUALI

La realizzazione di un impianto fotovoltaico collegato alla rete elettrica di distribuzione ha principalmente lo scopo di iniettare l'energia prodotta in rete contribuendo così a bilanciare l'assorbimento dell'energia necessaria ai fabbisogni elettrici.

In generale, l'applicazione della tecnologia fotovoltaica consente:

- la produzione di energia elettrica senza alcuna emissione di sostanze inquinanti;
- il risparmio di combustibile fossile;
- nessun inquinamento acustico;
- soluzioni di progettazione del sistema compatibili con le esigenze di tutela architettonica o ambientale (es. Impatto Visivo);
- il possibile utilizzo per l'installazione dell'impianto di superfici marginali (tetti, solai, terrazzi, terreni, ecc.)

Le scelte delle varie soluzioni sulle quali è stata basata la progettazione definitiva dell'impianto fotovoltaico sono le seguenti:

- Soddisfazione di massima dei requisiti di base imposti dalla committenza;
- Rispetto delle Leggi e delle normative di buona tecnica vigenti;
- Conseguimento delle massime economie di gestione e di manutenzione degli impianti progettati;
- Ottimizzazione del rapporto costi/benefici ed impiego di materiali componenti di elevata qualità, efficienza, lunga durata e facilmente reperibili sul mercato;
- Riduzione delle perdite energetiche connesse al funzionamento dell'impianto al fine di massimizzare la quantità di energia elettrica immessa in rete.

L'impianto fotovoltaico oggetto della presente, è stato progettato con riferimento a materiali e/o componenti di fornitori primari, dotati di marchio di qualità, di marchiatura o di autocertificazione del Costruttore, attestanti la loro costruzione a regola d'arte secondo la normativa tecnica e la legislazione vigente.

4 DEFINIZIONI

- a. Un impianto fotovoltaico è un sistema di produzione di energia elettrica mediante conversione diretta della radiazione solare in elettricità (effetto fotovoltaico), esso è costituito dal generatore fotovoltaico e dal gruppo di conversione;
- b. Il generatore fotovoltaico dell'impianto è l'insieme dei moduli fotovoltaici, collegati in serie/parallelo per ottenere la tensione/corrente desiderata;
- c. la potenza nominale (o massima, o di picco, o di targa) del generatore fotovoltaico è la potenza determinata dalla somma delle singole potenze nominali (o massime, o di picco o di targa) di ciascun modulo costituente il generatore fotovoltaico, misurate nelle condizioni standard di riferimento;

- d. il gruppo di conversione è l'apparecchiatura elettronica che converte la corrente continua (fornita da generatore fotovoltaico) in corrente alternata per la connessione alla rete;
- e. il distributore è il soggetto che presta il servizio di distribuzione e vendita dell'energia elettrica agli utenti;
- f. l'utente è la persona fisica o giuridica titolare di un contratto di fornitura dell'energia elettrica.

5 DATI DI PROGETTO

Committente		Note
Ragione Sociale	<i>Amministrazione Comunale di Cerchio.</i>	
Indirizzo	<i>Piazza Municipio N.1 - 67044 Cerchio (AQ)</i>	
Sito dell'impianto		Note
Indirizzo	<i>Strada comunale Circofuncense - 67044</i>	
Comune	<i>Cerchio (AQ)</i>	
Indicazioni catastali	<i>Foglio 13 - Part. 107, 110</i>	
Utilizzazione dell'edificio o del terreno		Note
Destinazione d'uso	<i>terreno agricolo</i>	
Accesso all'impianto	<i>Impianto accessibile tramite ausilio di mezzi meccanici</i>	
Prescrizioni particolari in materia di sicurezza	<i>Non esistono prescrizioni particolari dovute alla presenza di materiali esplosivi o pericolosi.</i>	
Generatore FV		Note
Potenza nominale	<i>997,92 kW</i>	
Monofase / Trifase	<i>Trifase</i>	
Vout CA	<i>205 V</i>	
Caratteristiche del sito di ubicazione	<i>Appezamento di terreno agricolo</i>	
Struttura di supporto	<i>Sistemi di inseguimento solare di tipo biassiale..</i>	
Irraggiamento solare	<i>Tipico del luogo in cui l'impianto è istallato.</i>	
Condizioni ambientali di lavoro	<i>Tipiche del luogo in cui l'impianto è installato.</i>	
Vita media stimata	<i>25 anni</i>	
Decadimento prestazioni	<i>Entro il 90% nei primi 10 anni ed entro l'80% dall'undicesimo al ventesimo.</i>	
Allacciamento		Note
BT / MT	<i>In MT</i>	
Utilizzo trafo esistente	<i>Non applicabile</i>	
Nuovo trafo	<i>TR in resina conforme CEI 14-12 - 1.250 kVA</i>	
Impianto elettrico CC		Note
Funzionamento elettrico	<i>TT</i>	
Impianto elettrico CA		Note
Corrente di c.c. lato MT (a monte del trafo) (kA)	<i>0,030kA</i>	
Corrente di c.c. lato BT (a valle del trafo) (kA)	<i>28 kA</i>	
Contributo del generatore fotovoltaico lato BT (kA)	<i>2.2 kA</i>	
Stato del neutro	<i>A terra, impianto TN-S</i>	
Ubicazione del quadro di campo	<i>All'interno del locale tecnico identificato in fase di sopralluogo o in box esterno. (Vedi Tavole di Progetto)</i>	
Ubicazione del quadro di interfaccia	<i>All'interno del locale tecnico identificato in fase di sopralluogo. (Vedi Tavole di Progetto)</i>	
Condizioni in cui l'impianto deve poter operare		Note
Temp. operativa dei moduli	<i>Tmin=-40 °C, Tmax=+85 °C</i>	
Temp. funzionamento inverter	<i>Tmin=-10 °C, Tmax=+50 °C</i>	
Temp. esterna	<i>Tmin=-10 °C, Tmax=+45 °C</i>	

Umidità relativa	Compresa tra 0% e 100%	
------------------	------------------------	--

Il Valore della corrente di corto circuito dell'impianto nel punto di connessione (kA):

Impianto FV "CERCHIO_2" P=0,997920 MVA

Icc ≤ 0,030KA (Vprim = 20.000V / Vsec = 205V)

6 DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI FOTOVOLTAICI

L'impianto è costituito dalle sezioni di: produzione, conversione e trasporto. La produzione di energia elettrica avviene mediante l'utilizzo di un generatore fotovoltaico.

L'impianto è costituito da due generatori fotovoltaici di potenza complessiva di **997,92 kWp**, collegato in parallelo alla rete pubblica di distribuzione elettrica tramite gruppi di conversione DC/AC modulari con consegna trifase in MT.

La Potenza complessiva dell'impianto Fotovoltaico risulterà essere di **1995,84 kWp**

Il collegamento alla rete pubblica è effettuato in conformità alla specifica tecnica Enel Distribuzione Spa DK 5740 Ed. Maggio 2007.

Il generatore fotovoltaico è composto complessivamente da nr. **4.158** Pannelli in silicio monocristallino tipo **ST-Solar ST-240**, installati su opportuni sistemi di inseguimento solare di tipo biassiale.

Il generatore fotovoltaico è suddiviso in 3 campi fotovoltaici ognuno dei quali alimenta gli inseguitori MPPT di ciascun inverter previsto. La suddivisione in campi e stringhe è realizzata in modo da garantire il perfetto bilanciamento delle fasi ed è compiutamente rappresentata nello schema elettrico generale dell'impianto FV ("Schema Elettrico Generale").

La tabella riepilogativa seguente illustra la potenza nominale e il numero totale dei moduli fotovoltaici di ogni singolo campo fotovoltaico previsto.

Nr.	DENOMINAZIONE SOTTO-CAMPO FV	Nr. Moduli FV (240 Wp)	TIPOLOGIA INSTALLAZIONE	POTENZA INSTALLATA (kWp)
1	SCF_1	1.386	INSTALLAZIONE SU SISTEMI AD INSEGUIMENTO SOLARE DI TIPO BIASSIALE	332,64
2	SCF_2	1.386		332,64
3	SCF_3	1.386		332,64
TOTALE		4.158		997,92

La trasformazione dell'energia elettrica da continua ad alternata trifase a **205 V** avviene tramite l'ausilio di nr. **3** inverter DC/AC di tipo trifase. Gli inverter utilizzati in progetto (Nr.3 Elettronica Santerno SUNWAY TG 365/600V) provvisti del trasformatore di isolamento, dotati dei propri dispositivi di sezionamento e protezione, 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 stabiliti dalle norme.

La linea AC in uscita a 205V, sarà attestata sul quadro di interfaccia rete QEG_BT_CA provvisto di dispositivi di sezionamento e protezione (oltre a DK5740) e del sistema di visualizzazione e comunicazione dati per telecontrollo via modem su PC.

L'intera produzione netta di energia elettrica (autoconsumi esclusi) sarà riversata in rete con allaccio in MT a 20.000 V.

CARATTERISTICHE GENERATORE FOTOVOLTAICO			
<i>Numero Moduli</i>	n.	4.158	<i>Modulo FV in silicio Monocristallino SHANGHAI ST-Solar ST-240</i>
<i>Potenza Nominale Modulo FV</i>	W	240	<i>Calcolata nella condizione STC (a 1000W/m² 25°C AM 1,5)</i>
<i>Potenza Nominale Generatore FV</i>	kW	992,97	
<i>Convertitori DC/AC (Inverter)</i>	n.	3	<i>Inverter Trifase Elettronica Santerno Nr. 3 Sunway TG 365/600V</i>
<i>Numero Totale Stringhe</i>	n.	462	<i>n. 462 stringhe da 9 moduli FV</i>
<i>Superficie Totale dei moduli</i>	m ²	7.016,37	
<i>Orientamento Moduli</i>		variabile	<i>Sistema ad inseguimento solare di tipo biassiale</i>
<i>Inclinazione Moduli (TILT)</i>			
<i>Fenomeni di Ombreggiamento</i>		Trascurabili	

La planimetria schematica di installazione dei pannelli fotovoltaici e gli schemi elettrici generali sono illustrati dettagliatamente negli elaborati grafici in allegato.

6.1 Componenti dell'impianto fotovoltaici

L'architettura dell'impianto fotovoltaico collegato in parallelo alla rete è costituita dai seguenti componenti:

- Moduli fotovoltaici;
- Strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici;
- Gruppo di Conversione statico Corrente continua-Corrente alternata;
- Cavi di cablaggio;
- Quadro Elettrico di interfaccia BT con la rete della Società distributrice.
- Gruppo di Misura dell'energia prodotta;
- Cabina di Trasformazione MT/BT.

6.1.1 Moduli Fotovoltaici

Ciascun generatore fotovoltaico sarà composto da moduli da **240 Wp** ognuno dei quali formato da 96 celle al silicio monocristallino. I moduli sono realizzati in esecuzione a doppio isolamento (classe II), completi di cornice in alluminio anodizzato e cassetta di giunzione elettrica in esecuzione IP55 in materiale isolante con diodi di by-pass, alloggiata nella zona posteriore del pannello.

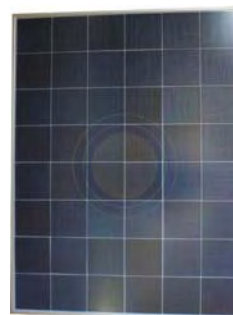
I moduli sono costruiti secondo quanto specificato dalle vigenti norme IEC 61215 in data (certificata dal costruttore) non anteriore a 24 mesi dalla data di consegna dei lavori. I moduli utilizzati saranno coperti da una garanzia di almeno 20 anni che ne deve assicurare il mantenimento delle prestazioni di targa.

La protezione frontale è costituita da un vetro a basso contenuto di sali ferrosi, temprato per poter resistere senza danno ad urti e grandine.

Le celle sono inglobate tra due foglio di E.V.A. (Etilvinile Acetato) laminati sottovuoto e ad alta temperatura; la protezione posteriore del modulo è costituita da una lamina di

TEDLAR, il quale consente la massima resistenza agli agenti atmosferici ed ai raggi ultravioletti.

CARATTERISTICHE MODULO FOTOVOLTAICO SHANGHAI ST SOLAR (STC 1000W/m ² AM 1,5 25°C)		
<i>PARAMETRI ELETTRICI</i>		
Potenza di Picco	Wp	240 (+/- 3%)
Tensione a circuito aperto	Vop	58,0
Tensione alla massima potenza	Vmp	47,0
Corrente di corto circuito Isc	A	5,68
Corrente alla massima potenza Imp	A	5,11
<i>SPECIFICHE TECNICHE</i>		
Massimo voltaggio DC	V	1000
Dimensioni del modulo	mm	1580x1068x40
Peso	kg	19
<i>COEFFICIENTI DI TEMPERATURA</i>		
Coefficiente di variazione corrente Isc	%/°C	+ 0,10
Coefficiente di variazione voltaggio Voc	%/°C	- 0,38
Coefficiente di variazione potenza Pp	%/°C	- 0,47



6.1.2 Strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici

I moduli saranno fissati ad una struttura metallica costituita da profilati trasversali in alluminio anodizzato dotati di un canale integrato per la posa dei cavi di interconnessione tra i moduli. L'utilizzo di materiali ad alta qualità (acciaio inossidabile/alluminio anodizzato) conferiscono alla struttura di sostegno una adeguata resistenza agli agenti atmosferici ed una lunga durata di esercizio. La struttura consente il montaggio e lo smontaggio di ogni singolo modulo, indipendentemente dalla presenza o meno di quelli contigui.

I moduli saranno direttamente montati sulla vela di ciascun inseguitore solare. Il sistema di tracking biassiale di tipo computerizzato espone i moduli fotovoltaici sempre in posizione perpendicolare alla radiazione solare per tutte le ore della giornata. La movimentazione dei tracker è gestita da una unità di controllo elettronico (Controller) che presiede al controllo della movimentazione di gruppi di 10 Tracker. Il sistema computerizzato di movimentazione provvede a muovere i motori del tracker per portare i moduli fv in posizione ortogonale alla direzione del sole. L'intero sistema di supporto moduli sarà dimensionato in modo tale da resistere alle sollecitazioni dovute al vento ed ai carichi di neve previsti dalle normative, nella posizione peggiore e senza l'intervento della elettronica di posizionamento. Il tracker previsto basa la sua meccanica sull'utilizzo di un robusto cuscinetto a sfere (ralla). Il telaio è costituito da profili in lamiera zincata a caldo e unita da punti di "clinciatura". Questa innovativa tecnologia di giunzione consente da un lato di poter conservare integre le protezioni anticorrosione dei materiali e dall'altro di fornire una precisa e certificata garanzia di tenuta della giunzione.

Su ogni inseguitore solare saranno installati nr. 18 moduli fotovoltaici per una potenza complessiva di 4.320Wp. La struttura metallica di sostegno dei moduli sarà costituita da un telaio di tipo modulare. La struttura metallica di sostegno sarà fissata su plinto armato.

6.1.3 Gruppo di Conversione

Il gruppo di conversione è idoneo al trasferimento della potenza dal generatore fotovoltaico alla rete, in conformità ai requisiti normativi tecnici e di sicurezza applicabili. I valori della tensione e della corrente di ingresso del gruppo di conversione sono compatibili con quelli del generatore fotovoltaico, mentre i valori della tensione e della frequenza in uscita sono compatibili con quelli della rete alla quale viene connesso l'impianto. Il gruppo di conversione è basato su inverter a commutazione forzata, con tecnica PWM, ed è privo di clock e/o riferimenti interni, così da contenere l'ampiezza delle armoniche iniettate in rete entro i valori stabiliti dalle norme, ed è in grado di operare in modo completamente automatico e di inseguire il punto di massima potenza (MPPT) del generatore fotovoltaico. Il dispositivo di interfaccia, sul quale agiscono le protezioni, è già integrato nell'inverter. L'inverter, inoltre, è dotato di un display che visualizza la quantità di energia prodotta dall'impianto e le rispettive ore di funzionamento.

Il collegamento del gruppo di conversione alla rete elettrica è effettuato sul quadro elettrico di interfaccia che consegna l'energia prodotta mediante una linea dedicata, opportunamente protetta, sul Quadro elettrico di Consegna dell'Ente Distributore dell'energia per immetterla direttamente in rete. Sono, inoltre, previste tutte le protezioni contemplate dalla normativa vigente.

CARATTERISTICHE Inverter Trifase INV_1 / INV_2 / INV_3 "SUNWAY TG365 600V MT"		
<i>DATI IN INGRESSO</i>		
Potenza di Picco	kWp	345,01
Gamma di tensione MPP	Vdc	315 - 630
Tensione massima in entrata	Vdc	740
Corrente massima in entrata	A	836
<i>DATI IN USCITA</i>		
Potenza nominale	kW	284,5
Potenza massima di uscita	kW	313,0
Tensione di rete/frequenza	V-Hz	3x205 +/- 10% 50 +/- 0,5 %
<i>DATI GENERALI</i>		
Rendimento Massimo	%	98,2
Rendimento Europeo	%	97,4
Distorsione totale della corrente	%	< 3
Grado di protezione	IP	IP44
Temperatura di funzionamento	°C	-10 / +45
Dimensioni (H x L x P)	mm	2270x2600x800
Peso	kg	1340

6.1.4 Cavi elettrici

Data l'esposizione in esterno del sistema elettrico fotovoltaico, la scelta dei cavi di cablaggio è stata fatta per prevenire precoci invecchiamenti dell'isolamento a danno della sicurezza elettrica, e consentire un'elevata resistenza ai raggi UV accompagnata da buone caratteristiche meccaniche.

Tutti i cavi di distribuzione previsti sono del tipo non propagante l'incendio in conformità alle norme CEI 20-22 (N07V-K se unipolari per cablaggio interno oppure FG7(O)R o FG10(O)M1 per cablaggi esterni e H07RN-F per posa mobile e cablaggi esterni).

Le condutture elettriche con posa interrata sono del tipo a doppio isolamento FG7(O)R.

La scelta delle sezioni dei cavi è stata effettuata in base alla loro portata nominale (calcolata in base ai criteri di unificazione e di dimensionamento riportati nelle Tabelle CEI-UNEL), alle condizioni di posa e di temperatura, al limite ammesso dalle Norme per quanto riguarda le cadute di tensione massime ammissibili (inferiori al 4%) ed alle caratteristiche di intervento delle protezioni secondo quanto previsto dalle vigenti Norme CEI 64-8. La portata delle condutture sarà commisurata alla potenza totale da installare. Tutte le connessioni e le derivazioni dei vari circuiti saranno eseguite esclusivamente entro cassette di derivazione e mediante morsetti trasparenti in materiale isolante ed autoestinguente, con serraggio dei cavi tramite vite unica in conformità alle norme CEI.

Sezione dei conduttori di protezione

Il conduttore di protezione, ha una sezione non inferiore a quella indicata dall’art. 543.1.1 della norma CEI 64-8 dalla quale si deduce la seguente formula:

$$S_p = \sqrt{I^2 \cdot t / K}$$

dove:

- S_p sezione del conduttore di protezione (mm²);
- I valore efficace della corrente di guasto che può percorrere il conduttore di protezione per un guasto di impedenza trascurabile (A);
- t tempo di intervento del dispositivo di protezione (s);
- K fattore il cui valore dipende dal materiale del conduttore di protezione, dell’isolamento e di altre parti e dalle temperature iniziali e finali.

La Norma CEI EN 60439-1 definisce un metodo che permette di calcolare rapidamente la sezione del conduttore di protezione in funzione della sezione dei conduttori attivi, a condizione che sia utilizzato lo stesso materiale (rame).

Sezione dei conduttori attivi (mmq)	Sezione minima del PE (mmq)
S <= 16	S
16 <= S < 35	16
35 <= S <= 400	S/2
400 <= S <= 800	200
S <= 800	S/4

Nel caso specifico il conduttore per le connessioni equipotenziali delle strutture di fissaggio dei moduli fotovoltaici, ha una sezione minima pari a 6mmq.

6.1.5 Canalizzazioni metalliche

La posa dei cavi elettrici costituenti l’impianto in oggetto è stata prevista in canalizzazioni (metalliche o in PVC) distinte o comunque dotate di setti separatori interni per quanto riguarda le seguenti tipologie:

- Energia elettrica prodotta;
- Linea dati ausiliaria (segnalazione e telecontrollo).

Le caratteristiche dimensionali ed i percorsi sono riportati negli schemi planimetrici di progetto. Il diametro interno dei tubi sarà maggiore o al limite uguale a 1,4 volte il

diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi in esso contenuti, in ogni caso non inferiore a 16mm.

I cavi avranno la possibilità di essere infilati e sfilati dalle tubazioni con facilità; nei punti di derivazione dove risulti problematico l'infilaggio, saranno installate scatole di derivazione, in metallo o in PVC a seconda del tipo di tubazioni, complete di coperchio fissato mediante viti filettate.

6.1.6 Connessioni e Derivazioni

Tutte le derivazioni e le giunzioni dei cavi saranno effettuate entro apposite cassette di derivazione di caratteristiche congruenti al tipo di canalizzazione impiegata.

Negli impianti saranno utilizzate:

- Cassette da esterno a doppio isolamento in materiale isolante autoestinguente (resistente fino a 650° alla prova del filo incandescente CEI 23-19), con marchio di qualità, in esecuzione IP65, posate a vista a parete/pavimento;
- Cassette da esterno a doppio isolamento in vetroresina, di forma ottagonale, in esecuzione IP54 posate a vista in aree esterne alla cabina.

Tutte le cassette disporranno di coperchio rimovibile soltanto mediante l'uso di attrezzo. Le cassette saranno del tipo modulare, con altezza e metodo di fissaggio uniformi. Per tutte le connessioni verranno impiegati morsetti da trafilato o morsetti volanti a cappuccio con vite isolati a 500V.

6.1.7 Quadri Elettrici

I quadri elettrici sono dotati di sportelli con serratura per impedire manovre ad individui estranei al personale autorizzato e per evitare l'ingresso di corpi estranei.

Quadro di Campo e di Parallelo CC

I quadri suddetti realizzeranno il sezionamento ed il parallelo delle stringhe di moduli fotovoltaici provenienti dai vari campi fotovoltaici. I quadri saranno disposti in posizione rialzata su apposito sostegno, protetti dall'aggressione degli agenti atmosferici e saranno costituiti da un armadio in vetroresina, autoestinguente e resistente ai raggi UV, dotato di elementi componibili preforati o chiusi, barrature di sostegno per le apparecchiature, sportello cieco provvisto di serratura con chiave, pannelli e guarnizioni di tenuta.

Quadro di Interfaccia BT(QEG BT CA)

Il quadro elettrico di interfaccia di rete conterrà tutti i sistemi di protezione, nei confronti sia della rete auto-produttrice che della rete di distribuzione pubblica in conformità a quanto previsto dalla norma CEI 11-20 con riferimento a quanto contenuto nei documenti di unificazione Enel DK5740, DK5940, DV1604 e DV604.

Sul quadro di interfaccia sarà installato un dispositivo generale di protezione del campo fotovoltaico come descritto nella sezione specifica (Misure di protezione sul collegamento alla rete).

Il quadro elettrico di interfaccia, disposto in posizione rialzata su apposito sostegno, sarà protetto dall'aggressione degli agenti atmosferici e sarà costituito da una cassetta stagna in poliestere avente grado di protezione IP65, resistente ai raggi UV, alla corrosione ed alle atmosfere saline, dotato di elementi componibili preforati o chiusi, barrature di sostegno per le apparecchiature, sportello cieco provvisto di serratura con chiave, pannelli e

guarnizioni di tenuta. Il quadro è completo di tutte le apparecchiature di protezione, comando e controllo, come si evince dagli elaborati grafici di progetto.

Tra le apparecchiature principali che costituiscono il quadro di interfaccia ci sono:

- Interruttori differenziali magnetotermici;
- Dispositivo di interfaccia CEI 11-20;
- Altri dispositivi di controllo e comando.

Quadro di Alimentazione degli Inseguitori (QEG AUX)

L' impianto fotovoltaico comprenderà nr. 1 quadro di alimentazione degli inseguitori solari in corrente alternata. Il quadro suddetto, sarà alimentato direttamente dal quadro di interfaccia, sarà installato all'interno del locale Quadri BT, in prossimità del quadro di interfaccia, e sarà costituito da un armadio in lamiera metallica avente grado di protezione IP30, dotato di elementi componibili preforati o chiusi, barrature di sostegno per le apparecchiature, sportello trasparente provvisto di serratura con chiave, pannelli e guarnizioni di tenuta. Il quadro sarà composto di tutte le apparecchiature di protezione, comando e controllo come si evince dagli schemi elettrici unifilari in allegato.

Il quadro di alimentazione degli inseguitori solari comprenderà nr. 24 linee in CA trifase a 400Vca che alimenteranno altrettanti Quadri "Controller", dislocati nelle immediate vicinanze degli inseguitori, deputati ciascuno al controllo e alla gestione della movimentazione di 10 gruppi di inseguitori biassiali. Ciascun Controller, inoltre, raccolgono i dati dagli encoder e le connessioni in remoto.

6.1.8 Cabina di Trasformazione MT/BT

L' impianto fotovoltaico sarà connesso alle rete di distribuzione Enel in Media Tensione a 20 kV, grazie ad una propria cabina di trasformazione MT/BT di nuova realizzazione.

A tal proposito, saranno realizzati dei locali per la consegna e per la misura in MT, secondo le disposizioni di unificazione ENEL DK5600.

Saranno adottate le soluzioni della cabine di trasformazione MT/BT prefabbricate progettate secondo le vigenti normative impiantistiche, di quanto richiesto dalla legge nr. 186 del 1968 inerente alla costruzione a "regola d'arte" e dalle norme antinfortunistiche vigenti. Tali strutture prefabbricate in cemento armato vibrato, sono inoltre conformi alla norma CEI EN 61330 che specifica la realizzazione delle sottostazioni prefabbricate al alta/bassa tensione.

Precisamente, saranno realizzati i seguenti locali:

- *Locale Cabina Enel*: un locale di dim. 3,06x2,30 mt, con accesso diretto da strada pubblica per Enel. L'impianto di consegna sarà costituito dalle apparecchiature di manovra e sezionamento ENEL;
- *Locale Misura Enel*: un locale di dim. 1,20x2,30 mt, con accesso diretto da strada pubblica per Enel e con accesso per il cliente, in cui sono installati i gruppi di misura;
- *Locale Utente Media Tensione*: un locale con accesso diretto da strada, in cui sono installati le unità modulari in MT, equipaggiate d'apparecchiature d'interruzione in SF6, e nr. 1 trasformatore MT/BT da adibire all'alimentazione della rete BT di distribuzione e del quadro di interfaccia dell' impianto fotovoltaico installato;
- *Locali Utente Quadri BT*: un locale con accesso diretto da strada, in cui sono installati i quadri di interfaccia BT e i quadri alimentazione Ausilari;

- *Locale Utente – Inverter Trifase*: un locale con accesso diretto da strada, in cui sono installati i gruppi di conversione (inverter) dell'impianto FV;
- *Locali di Servizio*: nr. 2 locali, con accesso diretto da strada, per sala controllo e rimessaggio attrezzi.

Il particolare costruttivo della Cabina di Trasformazione MT/BT con il layout degli apparati installati è illustrato nell'elaborato grafico di progetto in allegato.

L'energia elettrica di alimentazione, si prevede avrà le seguenti caratteristiche:

- Tensione nominale: 20 kV
- Frequenza nominale: 50 Hz
- Sistema: Trifase
- Potenza presunta di corto circuito sulla rete di alimentazione: 250 MVA
- Corrente convenzionale di guasto a terra: $I_{gmt}=50A$
- Tempo di eliminazione del guasto da parte dell'ente erogatore: $T=>10$ sec

In base a queste caratteristiche sono stati progettati gli impianti dell'Utente a valle dell'alimentazione in MT.

Ogni interruttore in media tensione sarà dotato di apposito relè di media tensione che dovrà provvedere allo sgancio del relativo interruttore con le protezioni indicate sugli elaborati grafici. Le termosonde presenti sui trasformatori dovranno provocare l'apertura del circuito in media tensione di riferimento. Ogni relè sarà dotato di un interfaccia per la telegestione e il telecontrollo. Sarà installato un gruppo di continuità assoluta per l'alimentazione di emergenza di tutti gli accessori. L'esatta descrizione del gruppo di continuità è desumibile dagli schemi elettrici allegati al progetto.

6.1.9 Trasformatore (in resina)

Sarà installato nr.1 trasformatore in resina della potenza nominale di 1.250 kVA

Il trasformatore sarà trifase a due avvolgimenti con isolamento in resina, raffreddato ad aria e calcolato per un servizio continuativo.

Tale trasformatore sarà conforme alle norme CEI 14-12 (e successivi aggiornamenti) ed avrà le caratteristiche meccaniche ed elettriche qui appresso riportate.

Caratteristiche meccaniche:

- strutture in profilati di acciaio dotate di accorgimenti antivibrazioni;
- raffreddamento naturale ed isolamento in resina;
- commutatore primario a tre posizioni (+/- 2 x 2,5%) manovrabile a mano a trasformatore disinserito;
- numero di avvolgimenti secondari: 1;
- collegamento: triangolo - stella (DYn 11) con neutro collegato a terra;
- temperatura dell'ambiente di installazione: massimo 45°C;
- morsetti primari: n.3;
- morsetti secondari : n.3 + N;
- carrello in profilati di acciaio con ruote orientabili e dispositivo di blocco delle ruote stesse;
- morsetti di messa a terra;

- golfari per il sollevamento del trasformatore completo.

Per quanto riguarda il livello di rumore dei trasformatori si porrà la massima cura affinché tale livello non superi i 62 db, misurato secondo le norme DIN.

Caratteristiche elettriche:

- potenza nomin. per servizio continuativo: 1.250 kVA
- frequenza normale: 50 Hz
- tensione nominale del primario: 20.000 V
- tensione nominale del secondario a vuoto: 205 V
- tensione di cto – cto: 6%
- avvolgimento M.T.: triangolo
- avvolgimento B.T.: stella con neutro riportato all'esterno
- gruppo CEI: Dyn 11

I trasformatori saranno equipaggiati con i seguenti accessori:

- 3 isolatori M.T. tipo UNEL;
- 4 isolatori B.T. tipo UNEL;
- morsetto di terra;
- targhette indicatrici delle caratteristiche;
- n. 3 termosonde sui tre nuclei;
- termometro a quadrante;
- termosonda sul nucleo centrale collegata ai relè di media tensione.

I trasformatori saranno posti in opportuni cassoni di contenimento completo di finestre blindate di ispezione, con illuminazione, aperture di aerazione e blocchi a chiave con i relativi interruttori M.T. di protezione.

6.1.10 Impianto di Terra

La cabina di trasformazione dovrà essere dotata di adeguata di una rete di terra a cui saranno collegati:

- il centro stella dell' avvolgimento secondario (neutro);
- le carpenterie metalliche;
- le carcasse dei trasformatori;
- le manopole dei sezionatori;
- i comandi degli interruttori automatici;
- i telai delle finestre e delle porte metalliche;
- i cassoni di contenimento delle apparecchiature.

I suddetti collegamenti faranno capo singolarmente ad un collettore di terra posizionato all'interno della cabina di trasformazione, allo scopo di eseguire le necessarie misurazioni. Saranno montate su bulloni zincati, verniciate in giallo e le connessioni fra le stesse saranno realizzate con saldatura a castorin. Una rete elettro saldata (lato 10x10 diametro 3 mm), posta sotto il pavimento e collegata alla barra di cui sopra, concorrerà a rendere equipotenziale tutto il locale al fine di evitare i rischi di tensione di passo. L'intero sistema di terra soddisferà alle corrispondenti norme C.E.I. (11-1) con particolare riguardo alle tensioni di passo e di contatto.

Il dimensionamento dei componenti dell'impianto sarà eseguito tenendo conto dei valori della corrente di guasto monofase a terra nel punto di consegna e del tempo di intervento delle protezioni dell'Ente erogatore.

I conduttori di protezione, per i collegamenti al nodo di terra unico delle masse metalliche di tutte le apparecchiature/conduzioni elettriche in AC e di tutte le eventuali masse metalliche estranee accessibili, saranno costituiti da corda di rame flessibile, isolata in PVC giallo-verde, di tipo non propagante l'incendio a Norme CEI 20-22. Saranno costituiti da cavi unipolari facenti parte della stessa condotta dei conduttori attivi e da anime di cavi multipolari. I conduttori impiegati per collegamenti equipotenziali avranno sezione minima pari alla metà della sez. del conduttore di protezione principale dell'impianto con il limite inferiore di 6 mmq.

I morsetti di collegamento alle masse metalliche avranno caratteristiche tali da assicurare un contatto sicuro nel tempo.

I conduttori di terra e di protezione avranno sezione adeguata per sopportare le eventuali sollecitazioni meccaniche alle quali potrebbero essere sottoposti in caso di guasti, calcolata e/o dimensionata secondo quanto stabilito dalle norme CEI. La sezione dei conduttori sarà tale che la massima corrente di guasto non provocherà sovratemperature inammissibili per essi. Tutti i conduttori isolati costituenti l'impianto avranno colorazione giallo-verde e la loro destinazione sarà identificata, nei punti principali di connessione, mediante targhette. Detti conduttori in parte saranno contenuti all'interno dei cavi multipolari impiegati per l'alimentazione delle varie utenze, in parte costituiranno dorsali indipendenti comuni a più circuiti. Le giunzioni fra elementi del dispersore devono essere protette contro le corrosioni. Il conduttore di protezione in dorsale, se isolato, non deve essere interrotto ad ogni scatola di derivazione, ma semplicemente liberato dall'isolamento per il tratto corrispondente al morsetto di derivazione; si deve quindi fare uso di morsetti passanti. La sezione del conduttore di protezione principale rimarrà invariata per tutta la sua lunghezza.

7 CRITERI DI PROTEZIONE

Gli impianti fotovoltaici descritti nella presente relazione sono stati progettati e saranno realizzati al fine di assicurare:

- la protezione delle persone e dei beni contro i pericoli ed i danni derivanti da loro utilizzo nelle condizioni previste;
- il suo corretto funzionamento per l'uso previsto.

Saranno quindi adottate le seguenti misure di protezione, relativa alla *Protezione dai contatti diretti*, *Protezione dai contatti indiretti*, *Protezione dalle Sovracorrenti ed al Sezionamento*.

7.1 Misure di protezione contro i contatti diretti

Protezione totale contro i pericoli derivanti da contatti con parti in tensione, realizzata in conformità al cap. 412 della Norma CEI 64-8 mediante:

1. Isolamento delle parti attive, rimovibile solo mediante distruzione ed in grado di resistere a tutte le sollecitazioni meccaniche, chimiche, elettriche e termiche alle quali può essere sottoposto nel normale esercizio;
2. Involucri idonei ad assicurare complessivamente il grado di protezione IP XXB (parti in tensione non raggiungibili dal filo di prova) e, sulle superfici orizzontali superiori a portata di mano, il grado di protezione IP XXD (parti in tensione non raggiungibili dal filo di prova).

A tal fine saranno impiegati cavi a doppio isolamento (o cavi a semplice isolamento posati entro canalizzazioni in materiale isolante) e le connessioni verranno racchiuse entro apposite cassette con coperchio apribile mediante attrezzo.

7.2 Misure di protezione contro i contatti indiretti

Protezione contro i pericoli risultanti dal contatto con parti conduttrici che possono andare in tensione in caso di cedimento dell'isolamento principale, realizzata sul lato a 400 Vac dell'impianto mediante l'interruzione automatica dell'alimentazione secondo il paragrafo 413.1 della norma CEI 64.8, collegando all'impianto generale di terra tutte le masse presenti negli ambienti considerati ed impiegando interruttori automatici, il tutto coordinato in modo da soddisfare la condizione di cui all'art. 413.1.3.3. della norma CEI stessa.

Per quanto riguarda la protezione dei contatti indiretti sul lato corrente alternata, tutti i dispositivi elettrici connessi e quindi anche degli inverter ed i componenti del quadro di interfaccia, fanno parte dello stesso sistema elettrico classificabile come TT.

Quindi la protezione contro i contatti indiretti è assicurata dai seguenti accorgimenti:

- collegamento al conduttore di protezione PE di tutte le masse e le masse estranee dell'impianto;
- utilizzo di dispositivi di protezione a corrente differenziale di tipo "A".

Il coordinamento della protezione dai contatti indiretti avviene tramite la verifica in ogni punto dell'impianto della seguente disequazione:

$$50 \geq I_{\delta n} * R_a$$

dove:

- 50 è la massima tensione di contatto ammissibile;
- $I_{\delta n}$ è la corrente di intervento in 0,03 secondi;
- R_a è il valore che esprime la somma di resistenza di terra al punto di contatto

Gli stessi accorgimenti sopra descritti sono efficaci anche per quanto riguarda la protezione dei contatti indiretti sul lato corrente continua, considerando che la presenza del trasformatore di isolamento tra la sezione c.c. e c.a. negli inverter determina la classificazione del sistema in esame come IT. Nello specifico è stato eseguito, come previsto in fase progettuale, l'interconnessione di tutte le strutture metalliche di fissaggio dei moduli fotovoltaici con un conduttore equipotenziale da 6mmq in modo da poter garantire una continuità elettrica di tutte le masse estranee.

7.3 Protezione dalle sovracorrenti

Protezione contro il riscaldamento anomalo degli isolanti dei cavi e contro gli sforzi elettromeccanici prodotti nei conduttori e nelle connessioni causati da correnti di sovraccarico o di cortocircuito, realizzata mediante dispositivi unici di interruzione (interuttori magneto termici o fusibili) installati all'origine di ciascuna conduttura ed aventi caratteristiche tali da interrompere automaticamente l'alimentazione in occasione di un sovraccarico o di un cortocircuito, secondo quanto prescritto nel Cap. 43 e nella sez.

473 della Norma CEI 64-8 facendo riferimento alle tabelle CEI-UNEL relative alla portata dei Cavi in regime permanente.

Le sezioni dei cavi per i vari collegamenti sono state scelte in modo da assicurare una durata di vita soddisfacente dei conduttori e degli isolanti agli effetti termici causati dal passaggio della corrente elettrica per periodi prolungati in condizioni normali di funzionamento. Tutti gli interruttori automatici magnetotermici e magnetotermici differenziali di tipo "A" previsti a monte di ogni conduttura, sul lato in corrente alternata, sono dimensionati in modo da proteggere i cavi sia dal sovraccarico, che dal cortocircuito. Secondo la normativa CEI 64-8 le caratteristiche di funzionamento del dispositivo di protezione delle condutture elettriche dai sovraccarichi devono rispondere alle seguenti due condizioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z \quad \text{ed} \quad I_f \leq 1,45 * I_z$$

dove:

- I_b è la corrente di impiego;
- I_n è la corrente nominale dell'interruttore;
- I_z è la portata del cavo;
- I_f è la corrente convenzionale di sicuro funzionamento.

Per la parte in corrente continua del sistema non si prevede la protezione dai sovraccarichi in quanto la massima corrente erogabile dal campo fotovoltaico nel punto di massima potenza è approssimabile, come valore, alla massima corrente che il campo è in grado di erogare (corrente di corto-circuito). E' quindi condizione sufficiente alla verifica della protezione dal sovraccarico che

$$I_b \leq I_z$$

dove I_b corrisponde alla massima corrente erogabile dal campo fotovoltaico mentre I_z è la corrente in regime permanente della conduttura elettrica. La seconda condizione risulta verificata utilizzando interruttori magnetotermici commerciali nei quali la corrente convenzionale di intervento I_f = 1,45 I_n.

Per quanto riguarda il corto circuito nella sezione di impianto in corrente continua, come già detto, la protezione è assicurata dalla caratteristica di generazione tensione-corrente dei moduli fotovoltaici che limitano la corrente di corto-circuito ad un valore noto e di poco superiore alla corrente massima erogabile al punto di funzionamento alla massima potenza, con la quale potenza sono state dimensionate le condutture elettriche.

Per gli impianti in corrente alternata occorre proteggere le condutture elettriche dalle correnti di corto-circuito provenienti dalla rete.

Bisognerà quindi verificare la condizione che:

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

dove:

- I² t è l'integrale di Joule per la durata del corto circuito in A² * s cioè lasciata transitare nel cavo dalla corrente di corto-circuito.
- K è la costante dei cavi;
- S è la sezione del conduttore di protezione in mm².

In definitiva, analizzando le curve di intervento del dispositivo di protezione scelto, le sezioni dei cavi adottate, e le correnti di corto-circuito presunte nel punto di consegna

dell'energia dovrà verificarsi che in condizioni di corto-circuito l'energia lasciata transitare dal dispositivo di protezione, prima dell'intervento, non danneggi la conduttura elettrica interessata.

7.4 Misure di protezione sul collegamento alla rete elettrica

La protezione del sistema di generazione fotovoltaica nei confronti sia della rete autoproduttrice che della rete di distribuzione pubblica è realizzata in conformità a quanto previsto dalla norma CEI 11-20 con riferimento a quanto contenuto nei documenti di unificazione Enel DK5740, DV1604 e DV604. L'impianto dovrà essere equipaggiato con un sistema di protezione che si articola su 3 livelli:

- Dispositivo del Generatore;
- Dispositivo di Interfaccia;
- Dispositivo Generale.

- Dispositivo Generatore

L'inverter è internamente protetto contro il cortocircuito ed il sovraccarico; il verificarsi di un guasto interno provocano l'immediato distacco dell'inverter dalla rete elettrica.

L'interruttore automatico magnetotermico differenziale presente sull'uscita di ogni inverter agisce come rinalzo a tale funzione.

- Dispositivo di Interfaccia

Il dispositivo di sicurezza deve provocare il distacco dell'intero sistema di generazione fotovoltaica in caso di guasto sulla rete elettrica. Esso è costituito dal Dispositivo di Interfaccia e dalla Protezione di Interfaccia (omologata DK 5740 Ed. 2.1)

Il riconoscimento di eventuali anomalie sulla rete avviene considerando come anomali le condizioni di funzionamento che fuoriescono da un determinato range di valori di tensione e frequenza così caratterizzati:

- minima tensione $0.8 V_n$;
- massima tensione $1.2 V_n$;
- minima frequenza 49.7 Hz;
- massima frequenza 50.3Hz;
- massima tensione omopolare V_o ;

La protezione offerta dal dispositivo di sicurezza impedisce, tra l'altro, che l'inverter continui a funzionare con particolari configurazioni di carico, anche nel caso di Black-out esterno. Questo fenomeno, detto funzionamento in isola, deve essere evitato assolutamente, perché in grado di provocare situazioni di grave pericolo per il personale addetto alla ricerca e riparazione dei guasti. Il dispositivo di interfaccia è costituito da un interruttore in esecuzione estraibile con sganciatore di apertura a mancanza di tensione.

- Dispositivo Generale

Il dispositivo generale ha la funzione di salvaguardare il funzionamento della rete nei confronti di guasti nel sistema di generazione elettrica. Il dispositivo generale è composto da un interruttore con sganciatore di apertura e sezionatore da installare sul lato rete ENEL dell'interruttore. Per i dettagli si veda la DK5600. Al dispositivo è associato una protezione generale che ha il compito di aprire l'interruttore in modo tempestivo e selettivo rispetto al dispositivo della rete pubblica, onde evitare che i guasti sull'impianto del cliente produttore provichino la disalimentazione di tutta l'utenza sottesa alla stessa linea MT.

7.5 Misure di protezione contro gli effetti delle scariche atmosferiche

Il posizionamento dell'impianto fotovoltaico non modifica il profilo di rischio riducendo di fatto la probabilità che le strutture siano fulminate direttamente. La scelta di realizzare o meno un impianto LPS è demandata a valutazioni successive ed indipendenti dal presente progetto. Nel caso venga deciso di realizzare un LPS si dovrà provvedere all'integrazione delle strutture metalliche dell'impianto FV nel LPS stesso.

Indipendentemente dalla presenza di LPS è stata adottata una strategia di prevenzione e gestione dei danni arrecati dalle fulminazioni indirette.

Per quanto riguarda la fulminazione indiretta, l'abbattersi di scariche atmosferiche in prossimità dell'impianto può provocare il concatenamento del flusso magnetico associato alla corrente di fulmine con i circuiti dell'impianto fotovoltaico, così da provocare sovratensioni in grado di mettere fuori uso i componenti del sistema tra cui in particolare gli inverter. I morsetti degli inverter sono protetti internamente con varistori a pastiglia.

A tal proposito, la protezione contro le fulminazioni indirette è attuata mediante percorsi di cablaggio minimi al di fuori dei canali di protezione, privi di spiri e con i conduttori di andata e ritorno mantenuti raggruppati. Sono inoltre adottate le misure di protezione del quadro elettrico di interfaccia ed in particolare:

- realizzazione dei necessari collegamenti equipotenziali.
- installazione di SPD all'ingresso del quadro di interfaccia rete (c.a.).
- installazione di SPD all'ingresso di ogni quadro CC.

Gli ingressi e le uscite degli inverter sono protette da SPD.

8 REQUISITI TECNICI MINIMI DEI COMPONENTI E DEGLI IMPIANTI

L'impianto fotovoltaico sarà realizzato con componenti che assicureranno le seguenti condizioni:

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

dove:

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

$$P_{ca} > 0,9 \times P_{cc}$$

dove:

- P_{ca} è la potenza attiva in corrente alternata misurata all'uscita del gruppo di conversione della corrente alternata, con precisione maggiore del $\pm 2\%$; Tale condizione sarà verificata per $P_{ca} >$ del 90% della potenza di targa del gruppo di conversione delle corrente continua in corrente alternata.

$$P_{ca} > 0,9 \times P_{nom} \times I/I_{stc}$$

La misura della potenza Pcc e della potenza Pca deve essere effettuata in condizioni di irraggiamento (I) sul piano dei moduli superiore al 600 W/mq. Qualora nel corso di detta misura venga rilevata una temperatura di lavoro dei moduli, misurata sulla faccia posteriore dei medesimi, superiore a 40 °C, è ammessa la correzione in temperatura della potenza stessa. In questo caso la condizione a) precedente diventa:

$$a') \quad P_{cc} > (1 - P_{tpv} - 0,08) * P_{nom} * I/I_{stc}$$

dove:

- Ptpv indica le perdite termiche del generatore fotovoltaico (desunte dai fogli di dati dei moduli), mentre tutte le altre perdite del generatore stesso (ottiche, resistive, caduta sui diodi, difetti di accoppiamento) sono tipicamente assunte pari all'8%.

Nota:

Le perdite termiche del generatore fotovoltaico Ptpv, nota la temperatura delle celle fotovoltaiche Tcel, possono essere determinate da:

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

Oppure, nota la temperatura ambiente Tamb da:

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

Dove:

- γ Coefficiente di temperatura di potenza (parametro, fornito dal costruttore, per moduli in silicio cristallino è tipicamente pari a 0,4:-0,5 %/°C).
- NOCT Temperatura nominale di lavoro della cella (parametro, fornito dal costruttore, è tipicamente pari a 40:-50°C, ma può arrivare a 60 °C per moduli in retrocamera).
- Tamb Temperatura ambiente; nel caso di impianti in cui una faccia del modulo sia esposta all'esterno e l'altra faccia sia esposta all'interno di un edificio (come accade nei lucernai a tetto), la temperatura da considerare sarà la mediatra le due temperature.
- Tcell è la temperatura delle celle di un modulo fotovoltaico; può essere misurata mediante un sensore termo resistivo (PT100) attaccato sul retro del modulo.

Ai fini del rispetto delle condizioni sopra descritte gli impianti fotovoltaici oggetto della presente relazione saranno realizzati utilizzando moduli fotovoltaici ad elevate prestazioni e gruppi di conversione della corrente continua in alternata ad elevata efficienza.

Al termine dei lavori saranno effettuati tutte le verifiche tecnico-funzionali, in particolare:

- continuità elettrica e connessione dei moduli;
- messa a terra di masse e scaricatori;
- isolamento dei circuiti elettrici e delle masse;
- corretto funzionamento dell'impianto fotovoltaico nelle diverse condizioni di potenza generata e nelle varie modalità previste dai gruppi di conversione (accensione spegnimento, mancanza rete).

9 CARATTERISTICHE DI PRODUZIONE ENERGETICA ANNUA E STIMA DELL'IMPATTO AMBIENTALE

Il calcolo della produzione energetica viene effettuato sulla base dei dati radiometrici di cui secondo la norma CEI UNI 10349, assumendo come efficienza operativa media annuale dell'impianto, il 80% dell'efficienza nominale del generatore fotovoltaico. La normativa ci fornisce le direttive per il calcolo dell'irraggiamento medio annuale espresso in kWh/mq/giorno sia su piano orizzontale che su piano inclinato (in funzione del Tilt e Azimut).

Per il calcolo della producibilità totale annua dell'impianto, si è ipotizzato un orientamento azimutale del campo fotovoltaico a 0° rispetto al sud e un'inclinazione rispetto all'orizzontale di 30° (tilt).

Dati di Ingresso del Sito	
Dati solari	UNI 10349 – L'Aquila
Località	Cerchio (AQ)
Albedo	23 % della totale radiazione
Latitudine	42.02° Nord
Longitudine	13.60° Sud
Altitudine	666

Dati del Generatore Fotovoltaico	
Tilt	variabile (base 30°)
Azimut	variabile (base 180°)
Angolo limite	5.0°

Radiazione media giornaliera calcolata [kWh/mq/giorno] (CEI UNI 10349)

Gen	1.75	0.73	0.02	2.50
Feb	2.05	0.98	0.03	3.07
Mar	2.48	1.37	0.04	3.89
Apr	2.43	1.79	0.06	4.28
Mag	3.08	2.07	0.07	5.23
Giu	3.31	2.18	0.08	5.56
Lug	4.32	2.00	0.09	6.40
Ago	4.02	1.81	0.07	5.91
Set	3.68	1.48	0.06	5.22
Ott	2.89	1.09	0.04	4.02
Nov	1.87	0.78	0.02	2.67
Dic	1.56	0.65	0.02	2.22

 Med 2.79 1.41 0.05 4.25

Il calcolo dell'efficienza dell'impianto fotovoltaico deve essere effettuato considerando un fattore di perdita complessiva del sistema (BOS), fattore che tiene conto delle perdite sia sul lato DC che sul lato AC (es.: rendimento del gruppo di conversione, perdite sui

conduttori, perdite relative a componenti di sicurezza, ecc). Questo fattore è stimato al 20% dell'efficienza del campo fotovoltaico.

10.1 Stima del risparmio energetico e della riduzione dei gas-serra per ogni generatore fotovoltaico

Calcolo della producibilità e stima delle emissioni di gas serra evitate		
Potenza pannello (Pm)	240,00	Wp
Nr. pannelli (n)	4.158	pz
Potenza impianto (Pm)	997,92	kW
Irraggiamento giornaliero sul piano dei moduli (I) (UNI 10349)	4,25	kWh/mq/g
BOS (Balance Of Sistem)	80%	
Perdite per ombreggiamento (PO)	1%	
Incremento inseguimento solare (G)	25%	
Produzione energetica media giornaliera (Pg)	4.198,75	kWh
Produzione energetica media annua (Pa)	1.532.543,17	kWh
Produzione energetica media 25 anni (P25)	34.482.221,24	kWh
Rendimento energetico per kW installato (R)	1.535,74	kWh/kW
Risparmio Olio combustibile (1 anno)	364,90	tn
Risparmio Olio combustibile (25 anni)	8.210,10	tn
CO2 non immesso in atmosfera (1 anno)	1.175,20	tn
CO2 non immesso in atmosfera (25 anni)	26.441,00	tn
NOx non immesso in atmosfera (1 anno)	2.603,79	kg
NOx non immesso in atmosfera (25 anni)	58.585,29	kg
LEGENDA		
$Pg = P_{tot} * I * BOS * (1 - PO) * (1 - G)$		
$Pa = Pg * 365$		
$P25 = Pa * 25 * 0,9$		
$R = Pa / P_{tot}$		

Si può a questo punto immaginare come la costruzione di tale impianto oltre a risparmiare il combustibile fossile contribuisca notevolmente alla diminuzione dell'effetto serra.

- (*) per il calcolo del risparmio di olio combustibile si è utilizzato il seguente fattore:
1 kg di olio ogni 4,2 kWh di energia prodotta
- (**) per il calcolo della riduzione di CO2 si è utilizzato il seguente fattore:
bassa tensione 766,8 gCO2/kWh
- (***) per il calcolo della riduzione di NOx si è utilizzato il seguente fattore:
bassa tensione 1,699 gNOx/kWh

N.B. I fattori sopra riportati fanno riferimento ai dati elaborati dall'ETH Zurich, Institut fur Verfahrens und Kaltetechnik (IVUK) Switzerland.

10 PRESCRIZIONI AGGIUNTIVE IN MATERIA DI SICUREZZA

Al termine dei lavori l'Impresa esecutrice dovrà rilasciare la dichiarazione di conformità ai sensi dell'art. 9 della Legge 5 marzo 1990 n° 46 e dell'art. 7 del DPR 6 dicembre 1990 n° 447; inoltre per le diverse tipologie di impianto, dovranno essere eseguite le verifiche e le prove sotto menzionate, al fine di accertare la rispondenza degli impianti alle varie prescrizioni, nonché la piena ed ottimale funzionalità.

Tutte le verifiche e le prove eseguite dovranno essere effettuate con metodologia rigorosamente scientifica e secondo i criteri stabiliti dalle Norme CEI.

Le verifiche che dovranno essere effettuate prima della messa in servizio dell'impianto sono le seguenti:

- Esame a vista delle apparecchiature e dei macchinari;
- Verifica congruenza degli schemi elettrici dell'impianto;
- Verifica congruenza delle caratteristiche dell'impianto di generazione fotovoltaica;
- Verifica congruenza delle caratteristiche del dispositivo/i di interfaccia e dispositivo generale di protezione,
- Verifiche congruenza delle caratteristiche delle protezioni di interfaccia e delle tarature delle stesse con apposita strumentazione;
- Verifica con impianto in tensione del regolare funzionamento in chiusura ed in apertura del dispositivo di interfaccia e dell'apertura dello stesso per mancanza di tensione,
- Verifica funzionale di eventuali dispositivi di interblocco;
- Rilievo caratteristiche di eventuali dispositivi non richiesti dall'ente distributore ma installati dal committente, che possono essere di interesse per il servizio.(es. dispositivi di richiusura automatica linee , reinserzione di gruppi generatori, ecc.).

Le verifiche periodiche che devono essere eseguite sono le seguenti:

- Tutte le verifiche di prima installazione sopra elencate;
- Eventuali modifiche ai valori di taratura delle protezioni che si rendono necessarie per inderogabili esigenze dell'ente distributore. Tali modifiche saranno successivamente ufficializzate con l'aggiornamento delle modalità di esercizio e/o dalle prescrizioni tecniche;
- Verifiche conseguenti a modifiche delle modalità di esercizio e/o delle prescrizioni tecniche che si rendono necessarie in seguito a nuove normative in materia o in seguito ad innovazioni tecnologiche.

ALLEGATI

ELABORATI PROGETTUALI

INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Impianto Fotovoltaico

“CERCHIO_2”

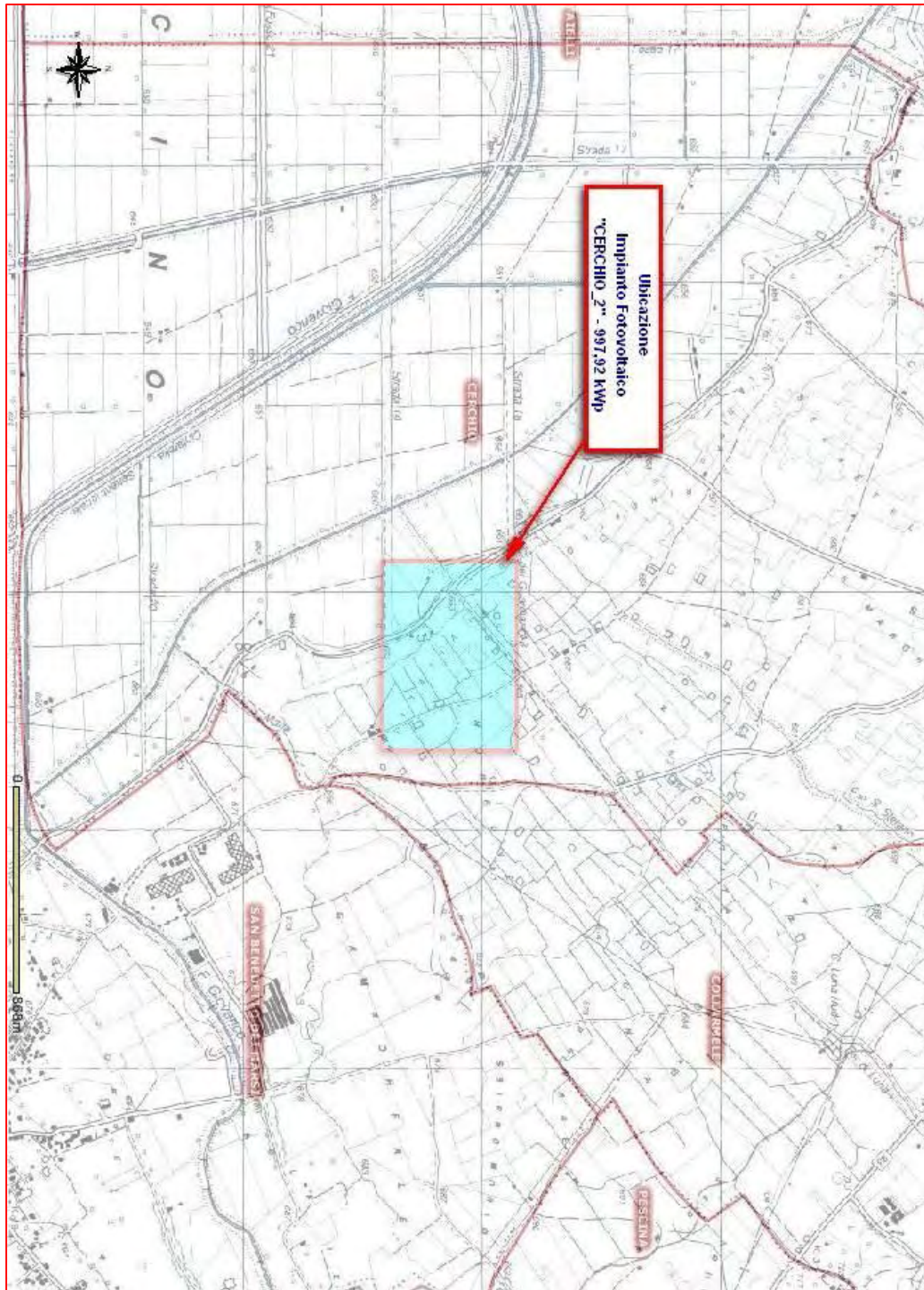
Pot. 997,92 kW

1.	PLANIMETRIA CATASTALE	3
2.	STRALCIO PLANIMETRIA IGM 1:25.000.....	4
3.	PLANIMETRIA GENERALE ORTOFOTO.....	5

1. PLANIMETRIA CATASTALE

- COMUNE DI CERCHIO (AQ)
FOGLIO 13 – P.LLE 107, 110

2. STRALCIO PLANIMETRIA IGM 1:25.000



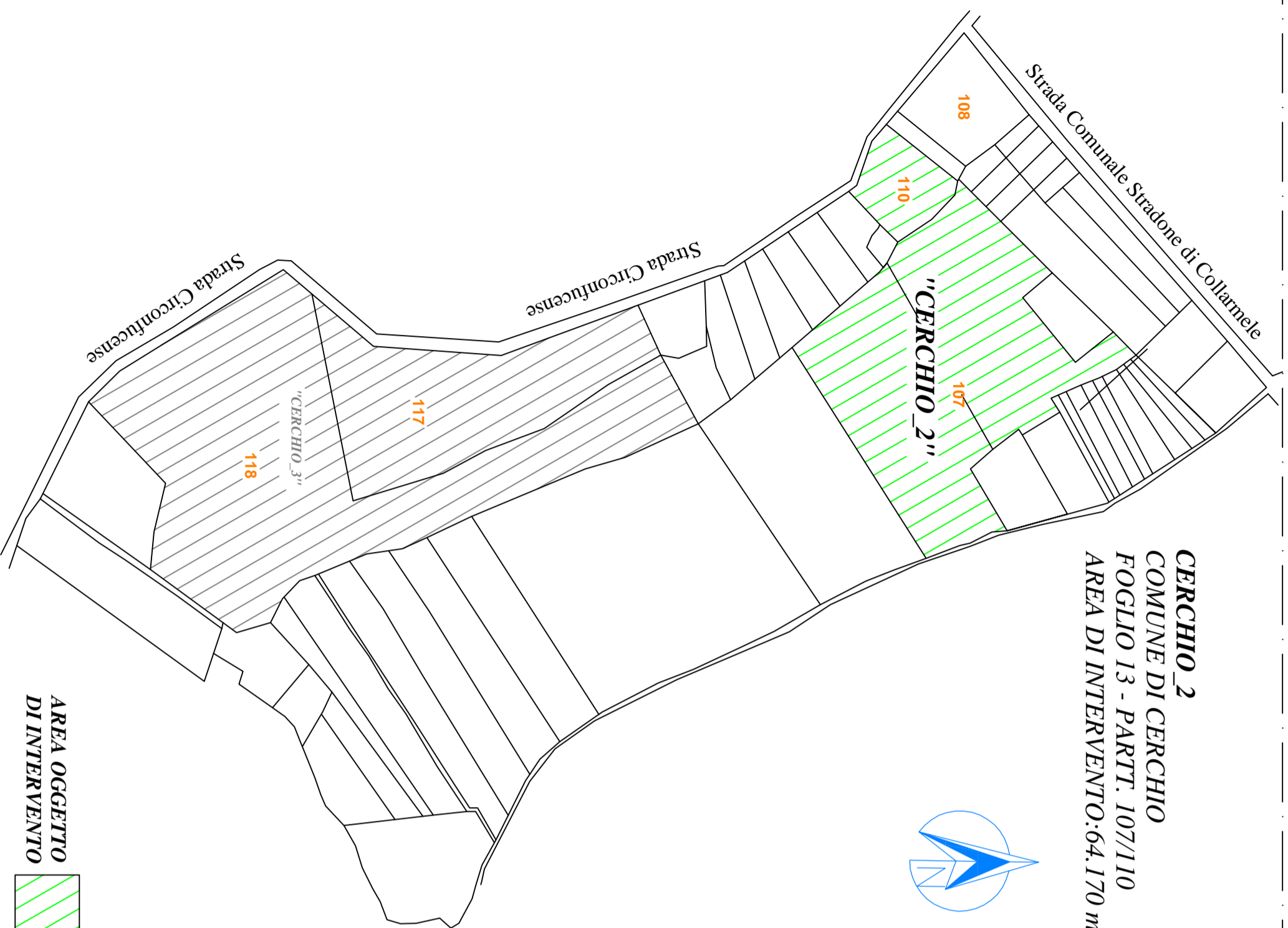
3. PLANIMETRIA GENERALE ORTOFOTO

(Fonte: www.maps.google.it)

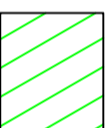


STRALCIO PLANIMETRIE MAPPE CATASTALI (SCALA 1:5000)

CERCHIO 2
COMUNE DI CERCHIO
FOGLIO 13 - PARTT. 107/110
AREA DI INTERVENTO: 64.170 mq

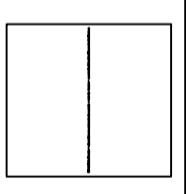


**AREA OGGETTO
DI INTERVENTO**



PROGETTAZIONE

COORDINAMENTO PROGETTAZIONE:
E. Labor. SIT S.r.l.
Engineering Laboratory SIT
Corso della Libertà n. 61 - 67051 Avezzano (Aq)
Legale rappresentante
Geom. Mario CIALONE



COMMITTENTE

AMMINISTRAZIONE COMUNALE
DI CERCHIO
Piazza S. Pertini, 1
67044 - CERCHIO (AQ)

OGGETTO

**REALIZZAZIONE DI IMPIANTO FOTOVOLTAICO PER LA PRODUZIONE
DI ENERGIA ELETTRICA DENOMINATO "CERCHIO_2" INSTALLATO
A SUOLO SU APPEZZAMENTO DI TERRENO UNIVOCAMENTE DISTINTO AL
C.T. DEL COMUNE DI CERCHIO AL FG. 13 PARTT. 107/110**

COMUNE: CERCHIO

PROVINCIA: L'AQUILA (AQ)

**PROGETTO DEFINITIVO
IMPIANTO FOTOVOLTAICO**

Descrizione
elaborato:

PLANIMETRIE CATASTALI
Indicazione dell' area di intervento
"CERCHIO_2"

Eseguito	Dott. Ing. V. Ferroni	FIRMA		
Eseguito	Dott. Ing. D. Subrizi	FIRMA	SCALA	-:-
			TAVOLA	F2
				Febbraio 2009
Codice File	8F06_F2_V01			DATA

PROGETTAZIONE:

Dott. Ing. Vittorio Ferroni
Dott. Ing. Dario Subrizi

IMPRESA

PROGETTISTI

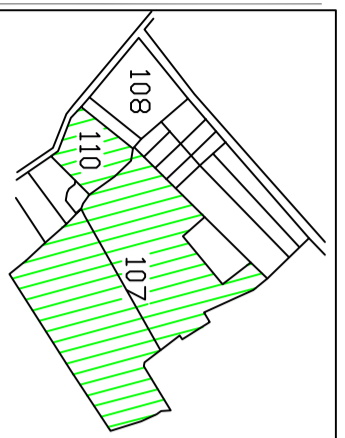
COMMITTENTE



ORTOFOTO SATELLITARE - COMUNE DI CERCHIO
- UBICAZIONE IMPIANTO FV " CERCHIO_2 " -

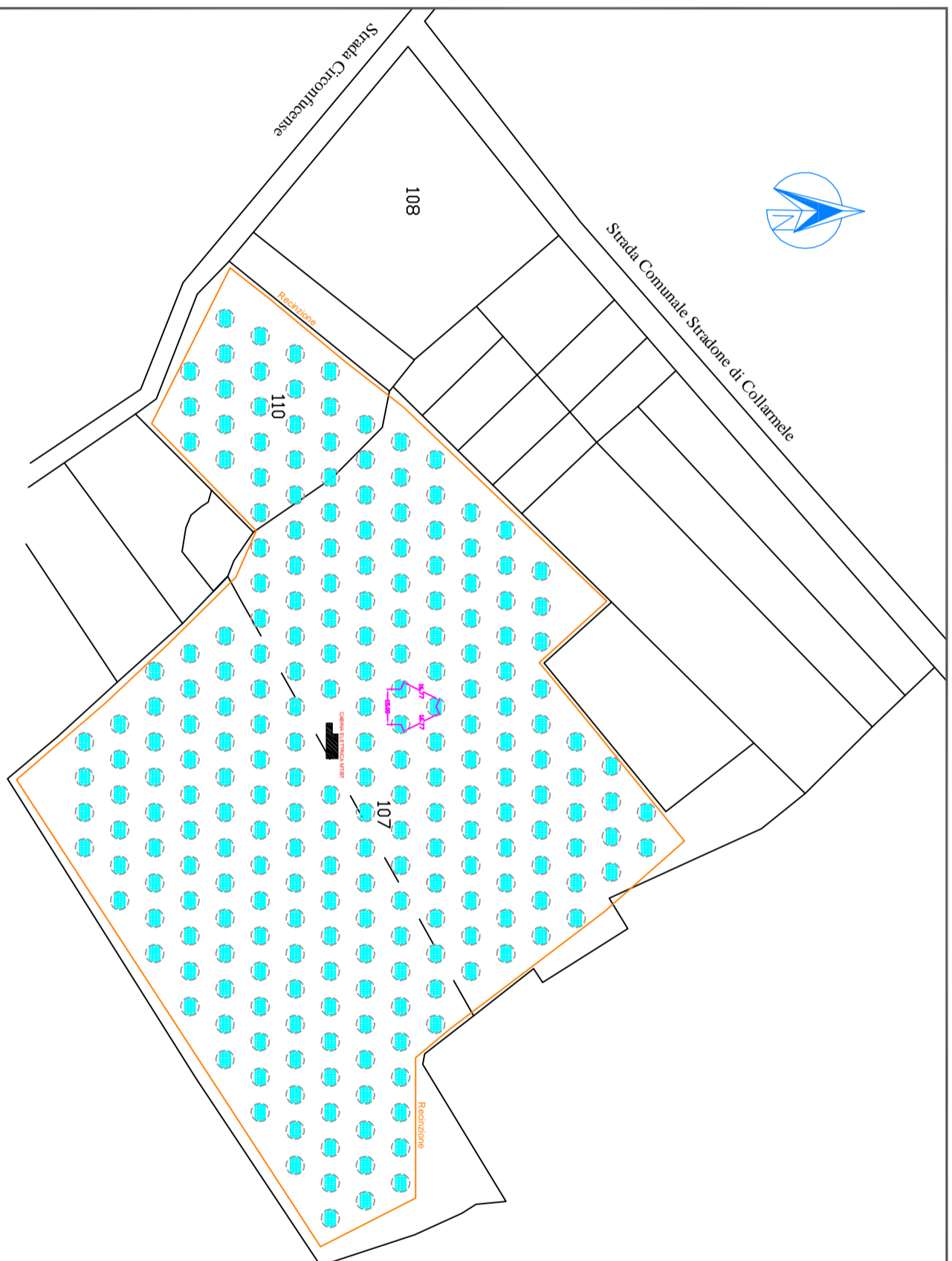
Ortofoto - Satellitare

PLANIMETRIA CATASTALE - COMUNE DI CERCHIO
- IMPIANTO FV " CERCHIO_2 " -



Planimetria catastale - Foglio 13 - Part. 107/110

PIANO DI INSTALLAZIONE
Comune di Cerchio - Provincia de L'Aquila
Foglio 13 - Part. 107/110
Potenza nominale: 997,92 kWp
Superficie Impianto: 57.114 mq



CONFIGURAZIONE INVERTER "CERCHIO_2"					
N° INVERTER	N° STRINGHE	N° MODULI	TOTALE MODULI	MARCHIO PANNELLO	TOTALE POTENZA (kWp)
INV_1	154	9	1.386	332,64	332,64
INV_2	154	9	1.386	332,64	332,64
INV_3	154	9	1.386	332,64	332,64
				997,92	997,92

IMPIANTO FOTOVOLTAICO "CERCHIO_2"	
POTENZA SPORADICA	240
CONGIUNTI MODULI	1580x 1068 x 40
MODULI	4.158
STRINGHE	402
INVERTER	311
TOTALE POTENZA	997,92kW

LEGENDA	
	PANNELLI FOTOVOLTAICI MONOCRISTALLINI PER SOLARE
	INVERTER SOLARE (MONOFASICI)

COMUNE DI:
CERCHIO
Provincia di L'AQUILA

PROGETTO DEFINITIVO

REALIZZAZIONE DI IMPIANTO FOTOVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DENOMINATO "CERCHIO_2" INSTALLATO A SUOLO SU APPREZZAMENTO DI TERRENO UNIVOCAMENTE DISTINTO AL C.1. DEL COMUNE DI CERCHIO AL FG. 13 PART. 107/110



COORDINAMENTO PROGETTAZIONE:
E. LABARO S.P.A.
Via Abate di Cerchio (AQ) 67044 Cerchio (AQ)
0862 900000

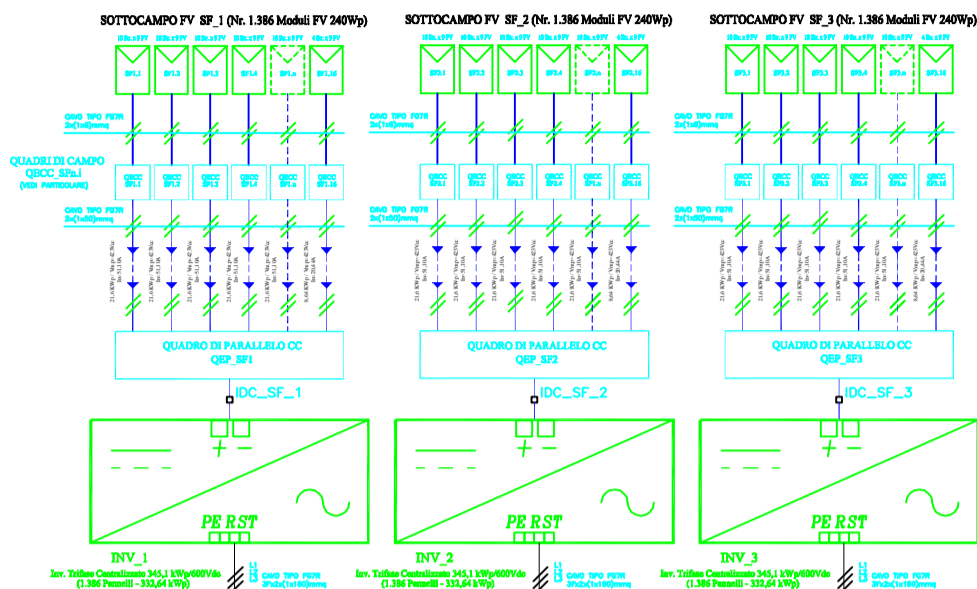
PROGETTISTI:
Dott. Ing. Vito Ferroni
Dott. Ing. Denis Siberti



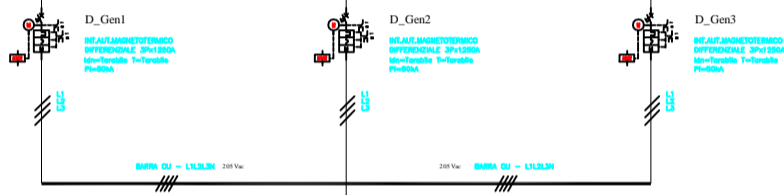
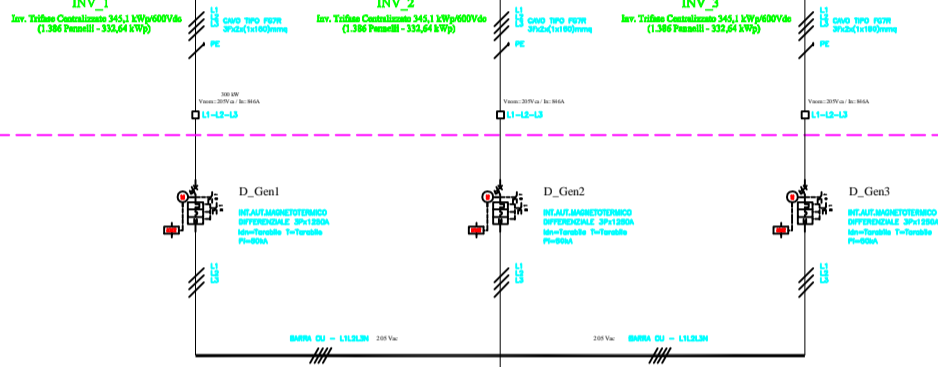
COMUNE DI CERCHIO (AQ)
Piazza Municipio N.1
67044 Cerchio (AQ)

TITOLO OPERA:
PIANO DI INSTALLAZIONE

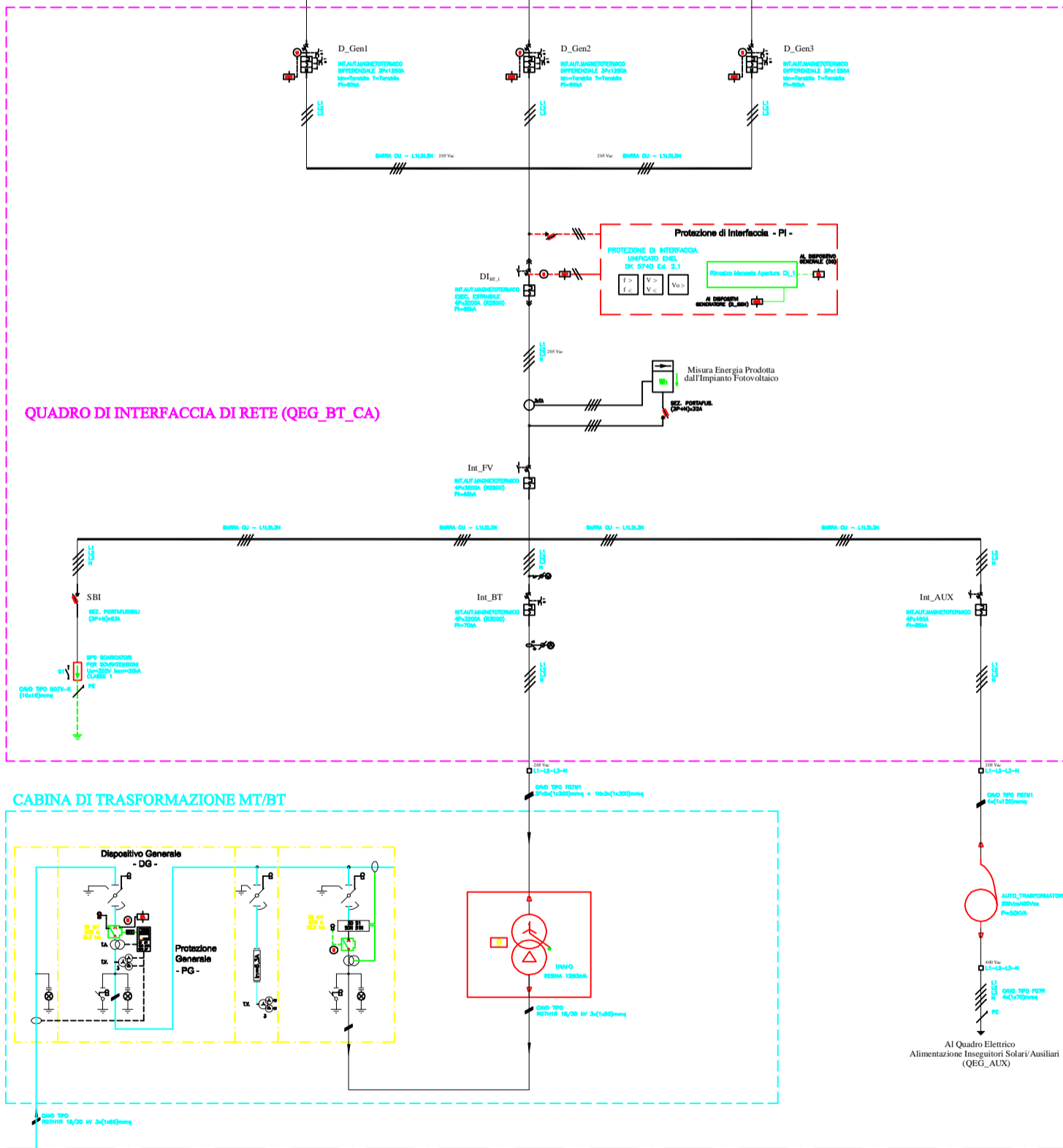
PRODOTTORE	MODELLO	TECNOLOGIA	COEFF. DI RENDIMENTO
F2/B	81F016	TWV/F2/B	



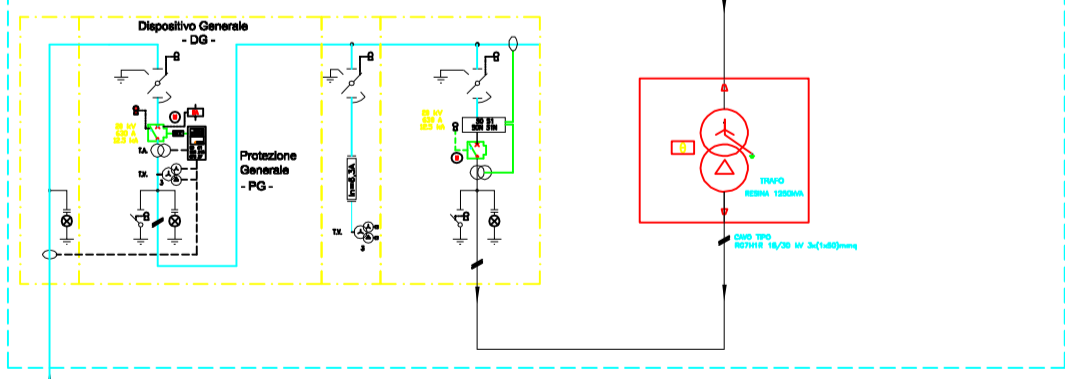
IMPIANTO FOTOVOLTAICO "CERCHIO_2"	
POTENZA MODULO	Watt 340
DIMENSIONI MODULO FV	mm 1580 x 1088 x 40
MODULO FV	Pezzi 4.158
STRINGHE	N° 462
INSEGUITORI	N° 231
TOTALE POTENZA	kWp 997,02 kW



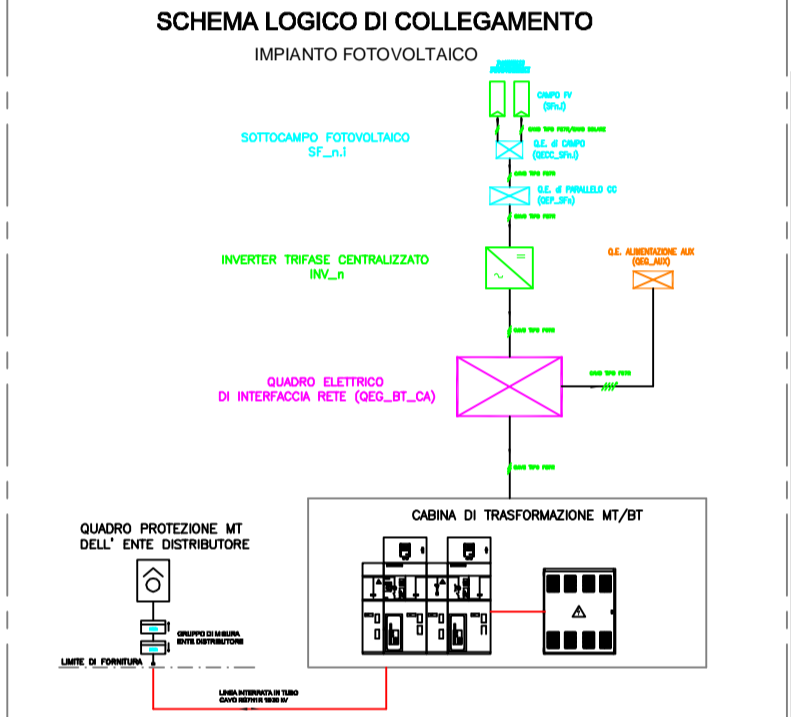
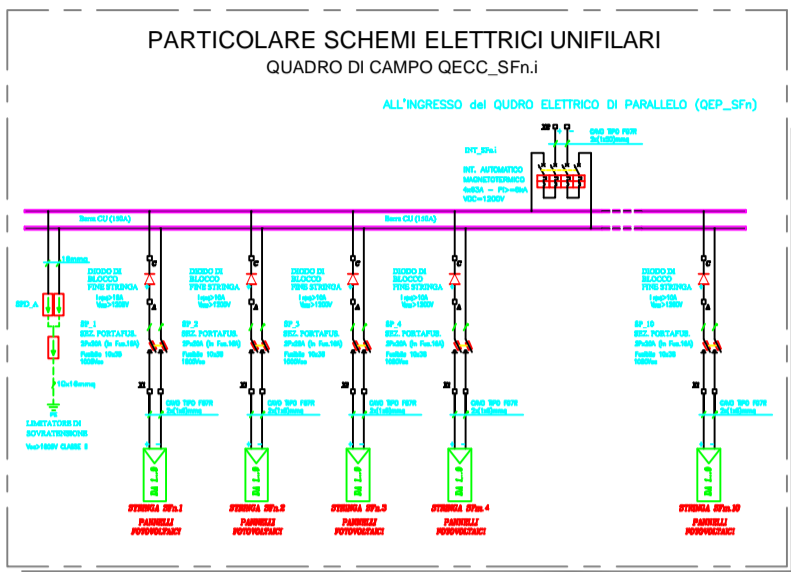
QUADRO DI INTERFACCIA DI RETE (QEG_BT_CA)



CABINA DI TRASFORMAZIONE MT/BT



LIMITE DI FORNITURA



CONFIGURAZIONE INVERTER "CERCHIO_2"						
NR. INVERTER	NR. STRINGHE	NR. MODULI FV X STRINGA	TOTALE MODULI FV	MARCA/MOD. PANNELLO	TOTALE POTENZA (kWp)	MARCA/MODELLO INVERTER
INV_1	154	9	1.386	SHANGHAI ST SOLAR ST-340	332,64	Sistema Sunny TG 165-600V MT
INV_2	154	9	1.386		332,64	Sistema Sunny TG 165-600V MT
INV_3	154	9	1.386		332,64	Sistema Sunny TG 165-600V MT
	462		4.158		997,92	

COMUNE DI: **CERCHIO**
 Provincia di L'AQUILA

PROGETTO DEFINITIVO

REALIZZAZIONE DI IMPIANTO FOTOVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DENOMINATO "CERCHIO_2" INSTALLATO A SUOLO SU APPEZZAMENTO DI TERRENO UNIVOCAMENTE DISTINTO AL C.T. DEL COMUNE DI CERCHIO AL FG. 13 PART. 107/110

COORDINAMENTO PROGETTAZIONE: E. Labor S.T. S.r.l.

PROGETTISTI: Dot. Ing. Vittorio FERRONI, Dat. Ing. Dario SUBRIZI

COMMITTENTE: COMUNE DI CERCHIO (AQ) Piazza Municipio N.1 67044 Cerchio (Aq)

TITOLO ELABORATO: SCHEMA ELETTRICO GENERALE

APPROVAZIONE: FEBBRAIO 2009

REVISIONI: 2, 1, 1

REVISIONE: DATA, REVISIONE, VERIFICATA, APPROVATA