

Oggetto : Lugo - Fusignano

Impianto fotovoltaico 900,24 kWp

n tavola

**E-1**

Descrizione :  
**PLANIMETRIA DI PROGETTO**

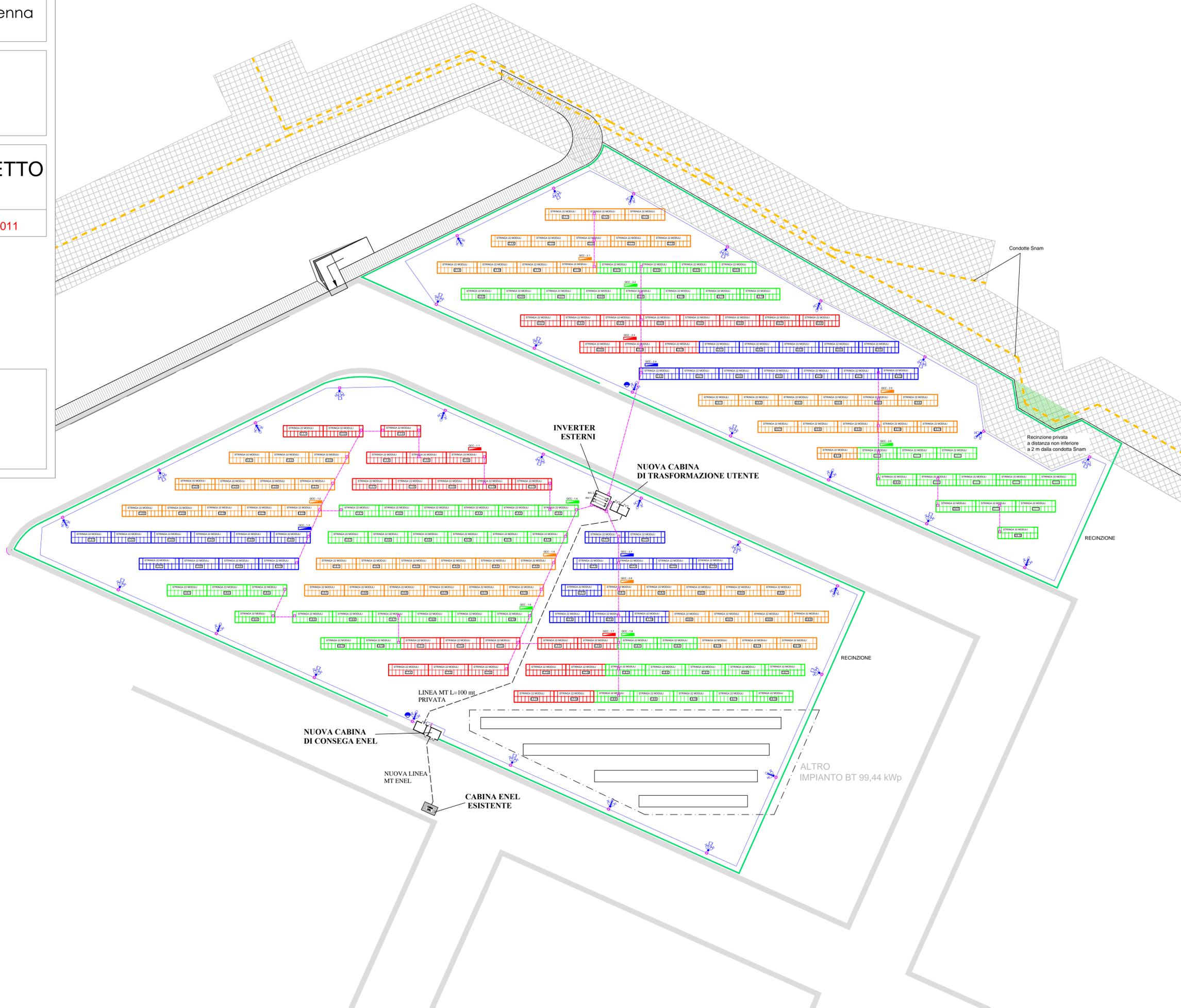
Data :  
**Luglio 2011**

PROGETTISTA  
ing. PAOLO GIUNCHI

N	Data	Nota	Timbro
0	22.07.11	EMISSIONE	

## LEGENDA

-  Rete Snam
-  Fascia di rispetto rete Snam (12 m)
-  Cavidotto interrato
-  Pozzetto distribuzione 60x60 cm interno
-  Proiettore 150 W SAP rispondente alla legge Regionale Emilia Romagna in tema di inquinamento luminoso
-  Armatura 500 W con lampada alogena
-  Telecamera TVCC
-  Telecamera Speed Dome
-  Palo illuminazione altezza fuori terra 4 metri
-  Inverter con trasformatore di isolamento a bordo e sistema power balancing tipo SMA modello SMC 7000HV potenza nom. ca 6,65 kW tensione ingresso 700 Vcc - tensione uscita 230 Vca monofase (o equivalente altra ditta)
-  QCA BT GENERALE Quadro generale impianto BT 99,44 kWp con Dispositivo di interfaccia e Protezione di interfaccia
-  Inverter specifico da esterno tipo SATCON modello POWERGATE PLUS AE-500 potenza nom. 500 kW - tensione ingresso 900 Vcc tensione uscita 265 Vca trifase (o equivalente altra ditta)
-  QCC - x-xx Quadro parallelo stringhe corrente continua tipo SATCON modello SUBCOMBINER SSC-12-10 parallelo 12 stringhe - tensione 900 Vcc (o equivalente altra ditta)
-  Modulo fotovoltaico tipo TRINA modello TSM-PC05 220 potenza nominale 220 Wp Imp 7,60 - Vmp 29,0 Isc 8,15 A - Voc 36,8 V (o equivalente altra ditta)



Oggetto : **Lugo - Fusignano**  
 Impianto fotovoltaico 900,24 kWp

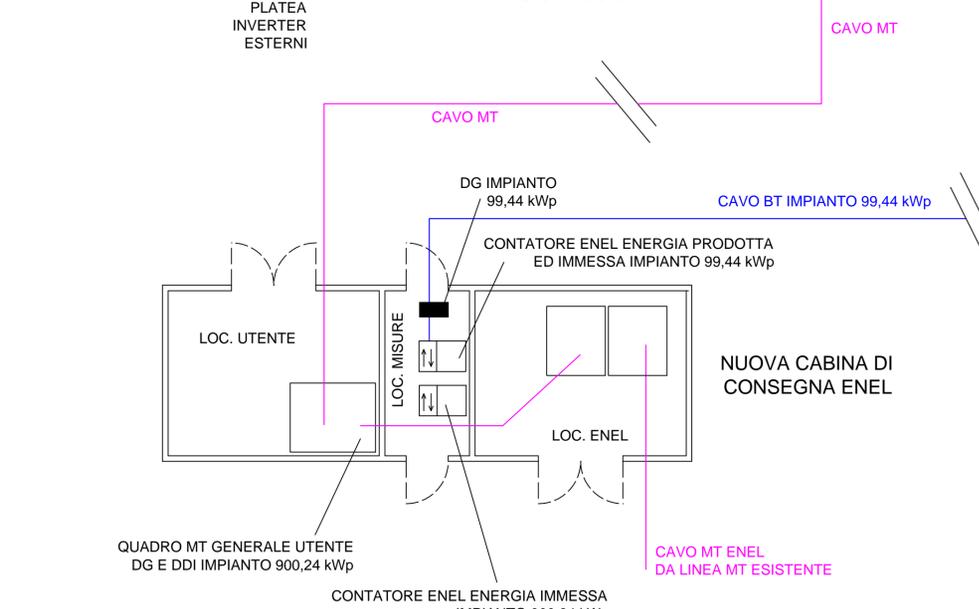
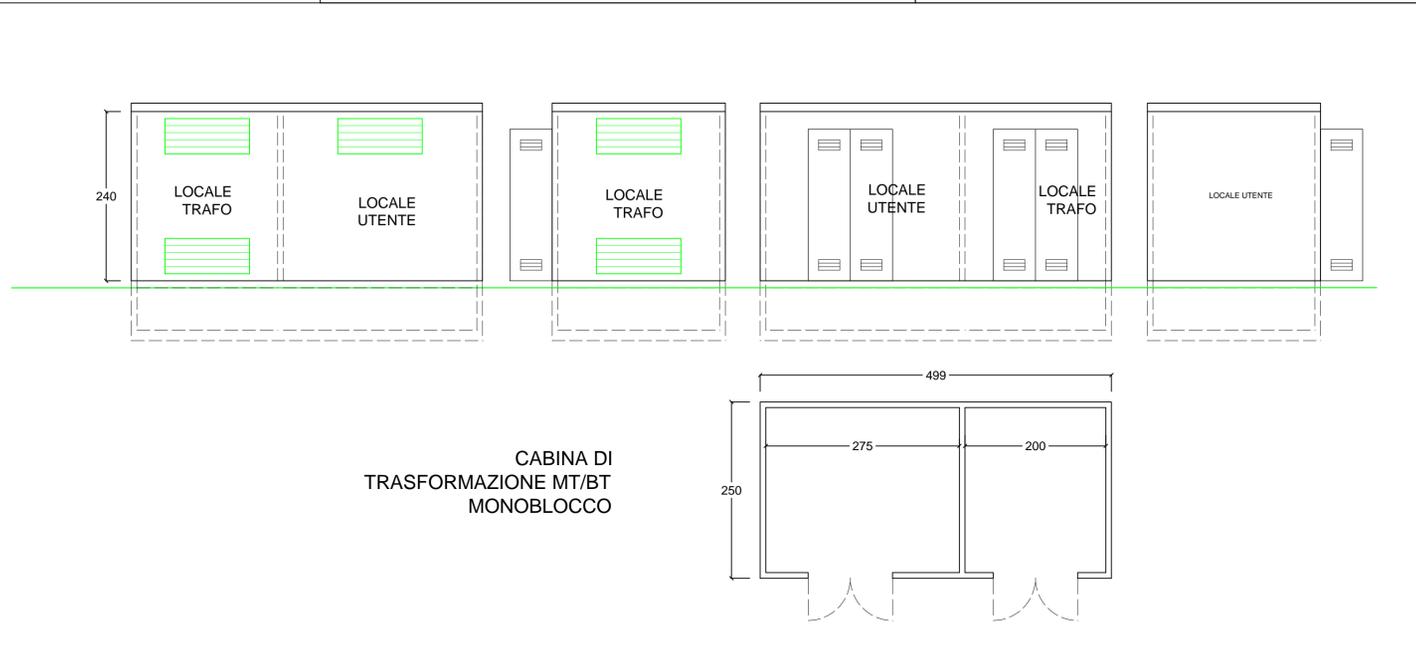
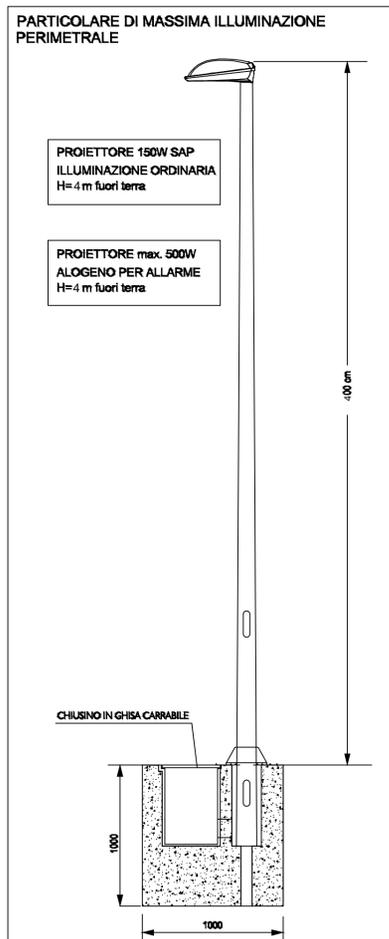
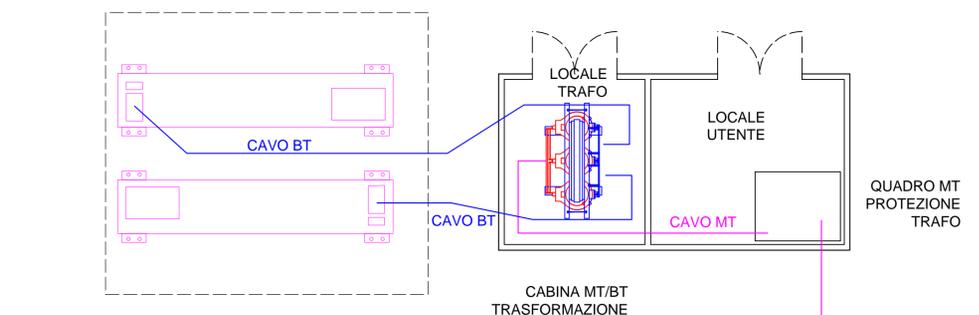
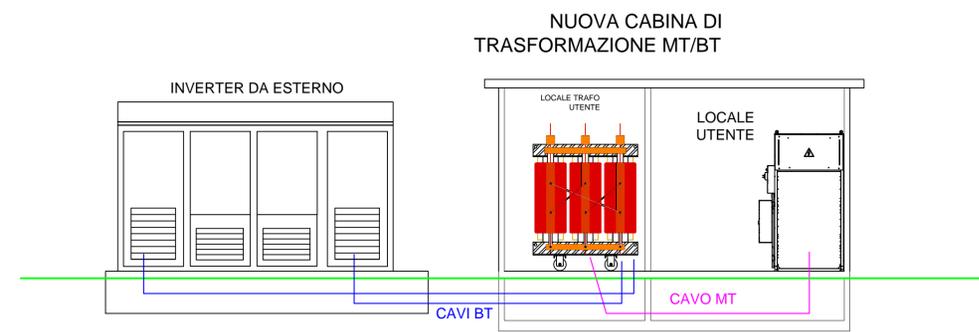
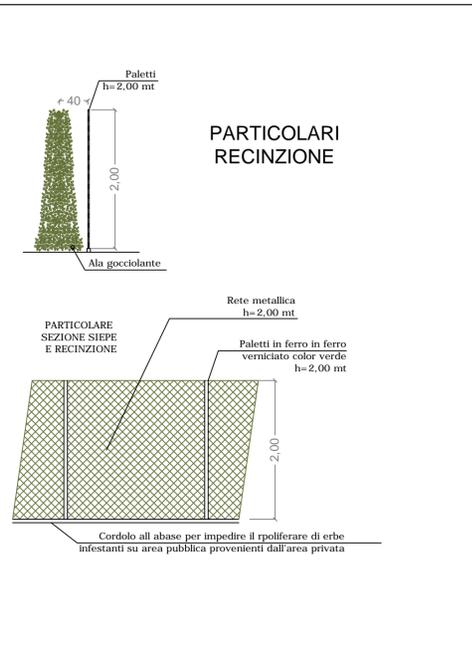
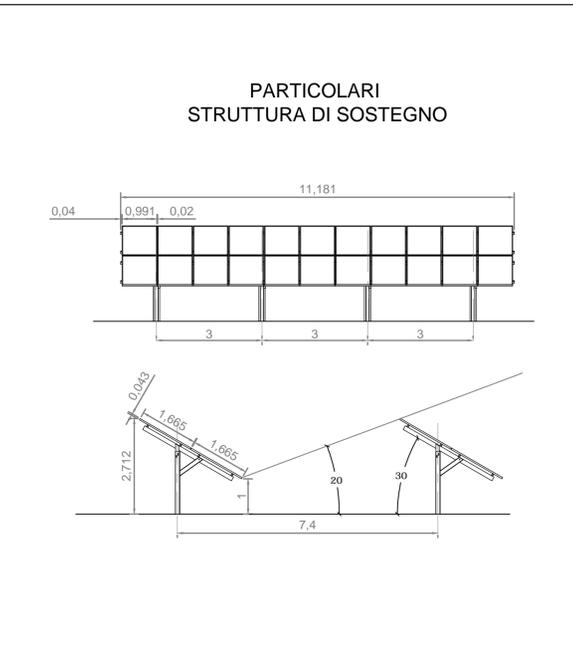
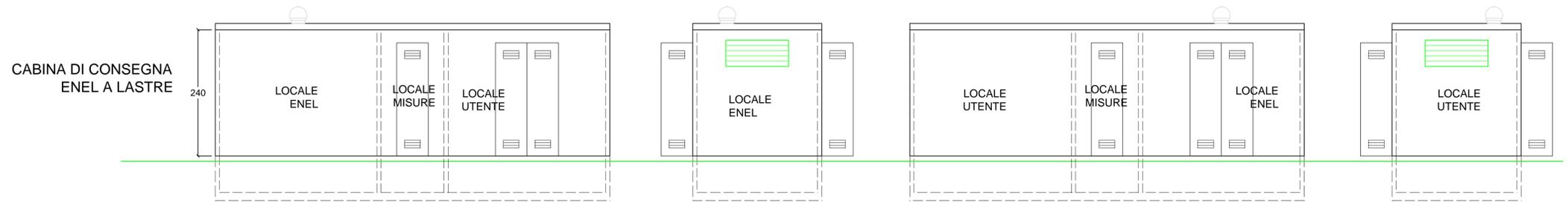
n tavola  
**E-2**

Descrizione :  
**PARTICOLARI**

Scala : Nome file : Data :  
 Luglio 2011

PROGETTISTA  
 ing. PAOLO GIUNCHI

N	Data	Nota	Timbro
0	22.07.11		



Oggetto : Lugo - Fusignano  
Impianto fotovoltaico 900,24 kWp

n tavola  
**E-3**  
Descrizione :  
**SCHEMA UNIFILARE**

Data :  
Luglio 2011

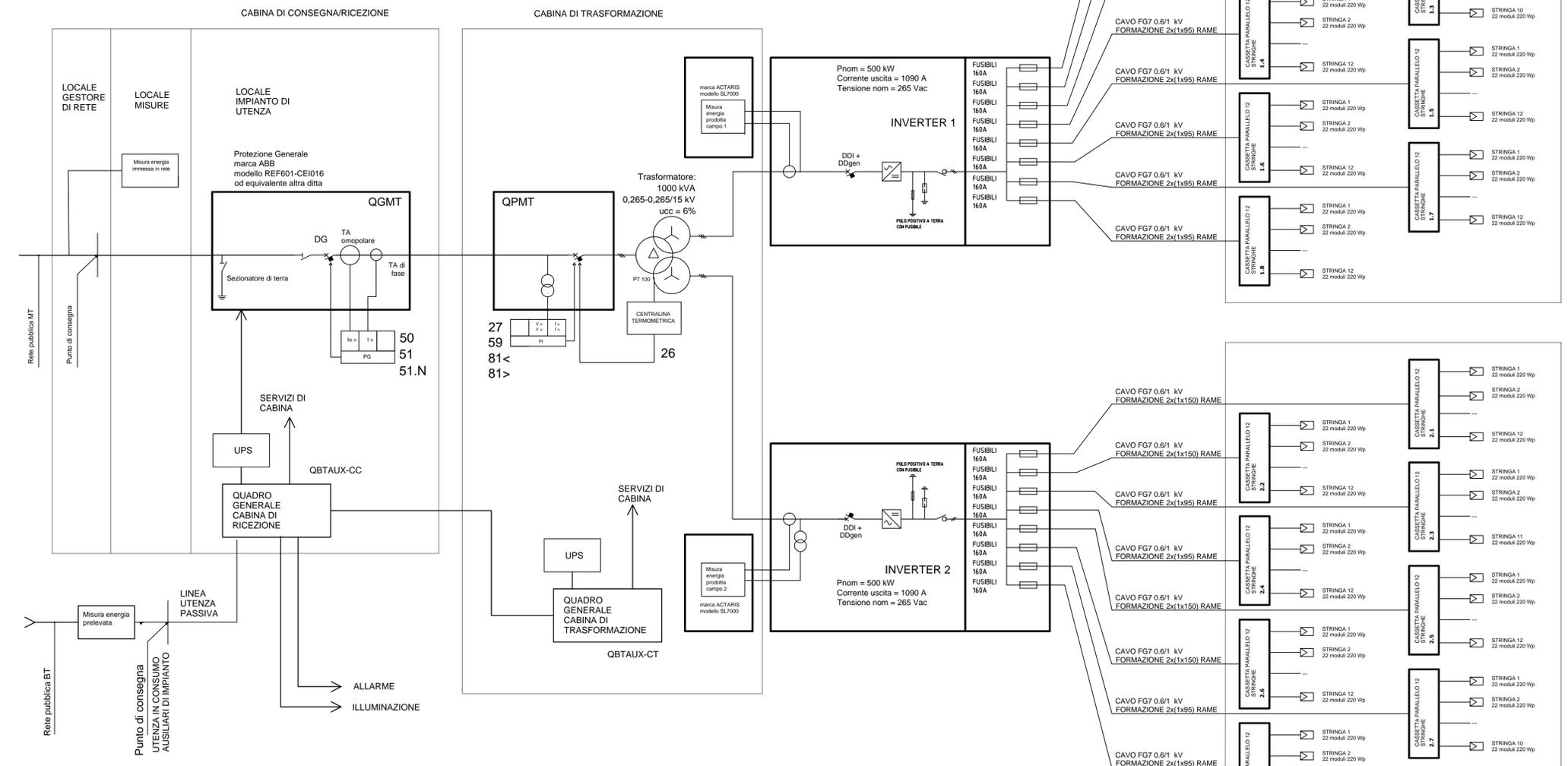
PROGETTISTA  
ing. PAOLO GIUNCHI

N	Data	Nota	Timbro
0	22.07.11	EMISSIONE	

**IMPIANTO FOTOVOLTAICO  
POTENZA TOTALE 900,24 kWp**

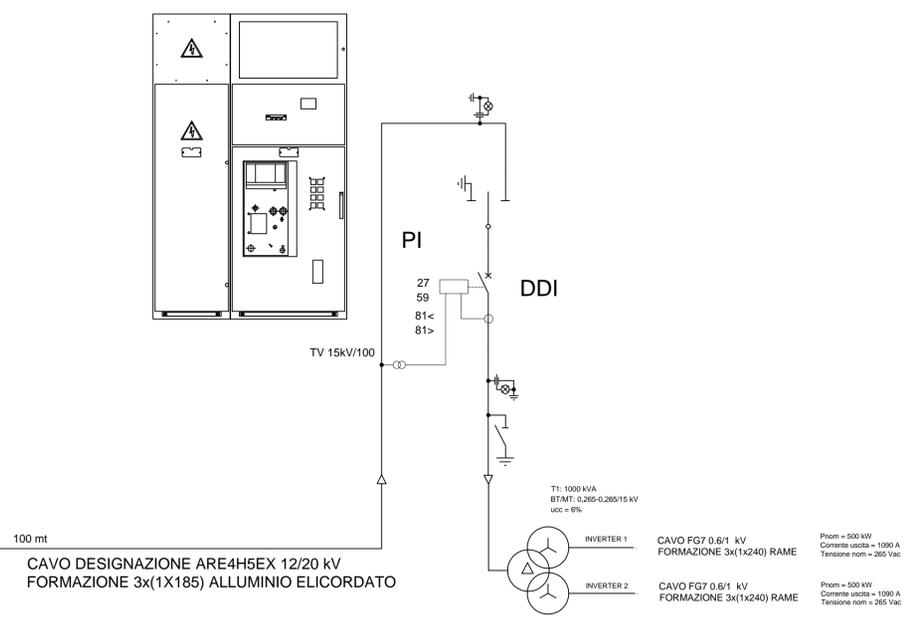
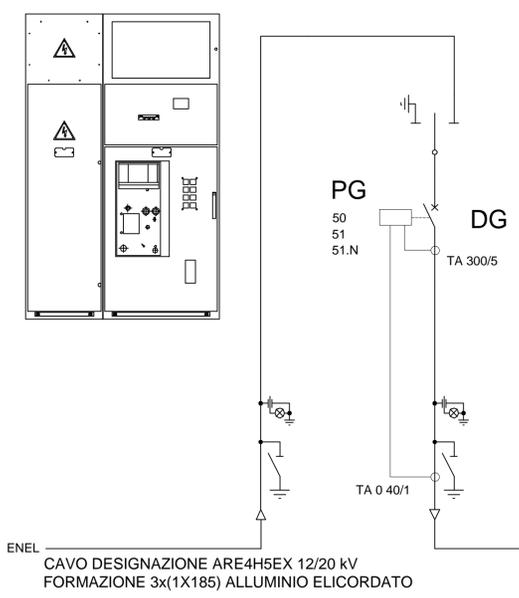
CEI 0-16  
GENERATORI NON ROTANTI  
NON IN GRADO DI SOSTENERE  
LA TENSIONE:  
NON E' RICHIESTA LA  
PROTEZIONE DI MAX V0

DG: DISPOSITIVO GENERALE  
PG: PROTEZIONE GENERALE  
DDI: DISPOSITIVO DI INTERFACCIA  
PI: PROTEZIONE DI INTERFACCIA  
DDgen: DISPOSITIVO DI GENERATORE



CAMPO 1 450,12 kWp

CAMPO 2 450,12 kWp



# STEPRA SCRL

VIALE FARINI 14  
48100 RAVENNA

Impianto fotovoltaico per la generazione di energia elettrica da fonte rinnovabile

UBICAZIONE IMPIANTO:

via Quarantola, Lugo (RA)

COD. RINTRACCIABILITA' DISTRIBUTORE: **T0228366**

Data: 10/06/2011

REV. 0

## TAV. E-4

## RELAZIONE TECNICA DI PROGETTO ELETTRICO - PROGETTO ELETTRICO ESECUTIVO -

IMPIANTO FOTVOLTAICO GRID-CONNECTED DELLA POTENZA NOMINALE DI 900,24 kWp

*Progetto elettrico redatto ai sensi della legge 37/08 ove previsto*

SOGGETTO RESPONSABILE IMPIANTO:

**STEPRA SCRL  
VIALE FARINI 14, 48100 RAVENNA**

**IL TECNICO  
Ing. PAOLO GIUNCHI**


## **INDICE**

1. OGGETTO DELLA RELAZIONE TECNICA DI PROGETTO
2. LEGGI E NORME DI RIFERIMENTO
3. DATI PROGETTUALI
4. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO
5. STATO ATTUALE DELL'IMPIANTO ELETTRICO
6. SCELTE PROGETTUALI
7. LINEA CONNESSIONE MT DEL GESTORE DI RETE
8. RICEZIONE MT
  - QUADRO MT
  - DISPOSITIVO GENERALE E PROTEZIONE GENERALE
  - PROTEZIONE DI INTERFACCIA, TARATURA E LINEA
  - LINEA MT
  - GRUPPO DI MISURA NEL PUNTO DI CONNESSIONE
  - GRUPPO D MISURA ENERGIA INCENTIVATA
9. TRASFORMAZIONE BT/MT
  - VENTILAZIONE LOCALE TRASFORMATORE
  - INSERZIONE E PROTEZIONE DEL TRASFORMATORE
  - DISSIPAZIONE A VUOTO TRASFORMATORE
10. CONVERSIONE CC/CA
11. CABINE PREFABBRICATE
12. CONFIGURAZIONE DEL GENERATORE FOTVOLTAICO
  - CONFIGURAZIONE STRINGHE
  - GRUPPO DI CONVERSIONE
13. REQUISITI E PRESTAZIONI DELL'IMPIANTO
14. PRESCRIZIONI PARTICOLARI
15. PRESCRIZIONI DI CARATTERE GENERALE
16. PRESCRIZIONI RELATIVI ALLA SICUREZZA

## **1. OGGETTO DELLA RELAZIONE TECNICA DI PROGETTO**

La presente relazione tecnica di progetto definitivo ha per oggetto la realizzazione di un impianto fotovoltaico. Nello specifico questa relazione è relativa alla parte che va dal generatore fotovoltaico fino al punto di connessione alla rete di distribuzione.

Tale impianto ha lo scopo di generare energia elettrica mediante la conversione fotovoltaica della fonte solare.

L'energia prodotta dai moduli fotovoltaici è convogliata ad apparecchi di conversione statici (non in grado di sostenere la tensione) per la trasformazione in corrente alternata di caratteristiche compatibili a quelle della rete elettrica di distribuzione, alla quale è collegato l'impianto stesso.

Tale realizzazione rientra nell'ambito della incentivazione della produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare.

Si tratta di un impianto fotovoltaico tipo GRID-CONNECTED collegato, in regime di vendita con **totale cessione dell'energia prodotta**, alla nuova utenza specificatamente richiesta per l'impianto fotovoltaico.

L'utenza verrà fornita dal gestore della rete in MEDIA TENSIONE e l'impianto fotovoltaico sarà quindi collegato all'utenza stessa, secondo le prescrizioni del distributore stesso

Il presente progetto è stato redatto in conformità alle leggi vigenti, applicando le scelte progettuali concordate con il committente.

Il presente progetto degli impianti elettrici si estende dal punto di consegna dell'energia elettrica da parte del Distributore fino alle singole macchine ed ai singoli moduli fotovoltaici ed ai singoli utilizzatori fissi, considerando tutti gli impianti ed i relativi componenti.

Sono esclusi dal progetto elettrico gli impianti elettrici a bordo macchina e gli utilizzatori mobili. Non è inoltre compresa nella presente progettazione la classificazione dei luoghi con pericolo di esplosione.

Sono esclusi dal presente progetto tutti i calcoli progettuali atti alla verifica strutturale del sistema di supporto/inseguimento dei moduli fotovoltaici, nonché del loro ancoraggio al terreno.

Alla presente relazione tecnica vanno allegati i documenti di progetto specificati nell'apposito elenco.

## 2. LEGGI E NORME DI RIFERIMENTO

Nella redazione del presente progetto sono state, e dovranno essere tenute come riferimento nella esecuzione dell'impianto, le disposizioni di legge e le norme tecniche CEI comprensive delle relative varianti.

Dovranno inoltre essere seguite le prescrizioni e le indicazioni di: Vigili del Fuoco, Azienda Distributrice dell'Energia per quanto di sua competenza nei punti di consegna, Autorità Locali in genere.

Si richiamano di seguito le principali norme e leggi che regolamentano la realizzazione di apparecchiature e di impianti elettrici. Tale elenco è da considerarsi indicativo e non esaustivo.

<b>NORME CEI</b>
------------------

0-16 fasc.9404 Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti AT e MT delle imprese distributrici di energia elettrica  
11-1 fasc.5025 Impianti elettrici con tensione superiore a 1kV  
17-1 fasc.1375 Interruttori a corrente alternata per tensioni superiori a 1000 V.  
17-4 fasc.1343 Sezionatori a corrente alternata per tensioni superiori a 1000 V.  
17-5 fasc. 1036 Interruttori automatici  
17-6 fasc.1126 Apparecchiature prefabbricate con involucro metallico per tensioni da 1 a 72,5 KV (quadri MT).  
17-12 fasc.492 Apparecchi ausiliari.  
17-13/2 fasc.2190 Apparecchiature costruite in fabbrica (condotti sbarre).  
17-13/1 fasc.1433 Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra (quadri BT).  
17-13/3 Quadri di distribuzione.  
20-15 Cavi isolati in gomma G1 con grado di isolamento $\leq 4$   
20-19 fasc.1344 Cavi isolati in gomma per tensione $\leq 450/750V$   
20-20 fasc.1345 Cavi isolati in PVC per tensione $\leq 450/750V$   
20-22 fasc.1025 Cavi non propaganti l'incendio.  
20-27 cavi per energia: sistema di designazione.  
20-35 fasc. 688 Cavi non propaganti la fiamma.  
20-36 fasc.689 Cavi resistenti al fuoco.  
20-38 fasc. Cavi a basso sviluppo di fumi e gas tossici.  
20-40 fasc.3462C Guida all'uso dei cavi BT  
22-40 fasc.1772 G Guida per l'uso dei cavi a bassa tensione.  
23-3 fasc.1150 Interruttori automatici per usi domestici o similari.  
23-8 fasc.335 Tubi protettivi rigidi in PVC.  
23-12 fasc.298 Prese a spina per uso industriale.  
23-18 fasc.532 Interruttori differenziali per usi domestici o similari.  
34-21 fasc.1348 Apparecchi di illuminazione.  
34-22 fasc. 1748 Apparecchi di illuminazione di emergenza.  
34-23 Apparecchi di illuminazione fissi per uso generale.  
64-8/1/2/3/4/5/6/7 fasc. dal 4131 al 4137 Impianti elettrici utilizzatori (*IV edizione*).

64-12 (fasc.2093 G) guida all'esecuzione degli impianti di terra.

70-1 Gradi di protezione degli involucri.

82-25 Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione

<b><i>ALTRE NORME</i></b>
---------------------------

Norme rilevanti ai fini dell'art. 4 del Decreto 19 Febbraio 2007, citate in Allegato 1 del medesimo Decreto

Norma UNI 10349, riscaldamento e raffrescamento degli edifici, dati climatici

<b><i>LEGGI</i></b>
---------------------

Legge 1/3/68 n°186 Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici e Legge n. 791 del 18.10.77.

DM 22/01/2008 n°37 Riordino in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici

DLgs n°81 del 9 aprile 2008 Testo unico sulla salute e sicurezza sul lavoro.

### 3. DATI PROGETTUALI

#### DATI RELATIVI ALL'IMMOBILE

<i>Tipologia Immobile -</i>	TERRENO
<i>Ubicazione dell'immobile -</i>	VIA QUARANTOLA, LUGO (RA)
<i>Note particolari -</i>	

#### CARATTERISTICHE GENERALI DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO

<i>Soggetto responsabile impianto -</i>	STEPRA SCRL, VIALE FARINI 14, RAVENNA
<i>Ubicazione Impianto -</i>	VIA QUARANTOLA, LUGO (RA)
<i>Denominazione dell'opera -</i>	IMPIANTO DI PRODUZIONE DA FONTE RINNOVABILE
<i>Tipologia impianto -</i>	IMPIANTO FOTOVOLTAICO
<i>Fonte primaria -</i>	ENERGIA SOLARE
<i>Finalità impianto -</i>	TOTALE CESSIONE IN RETE DELL'ENERGIA PRODOTTA
<i>Consumo ausiliari -</i>	DA ALTRA UTENZA BT TRIFASE
<i>Potenza generatore fotovoltaico -</i>	900,24 kWp
<i>Tensione nominale -</i>	15 kV
<i>Struttura sostegno moduli -</i>	Struttura fissa in ferro zincato a caldo
<i>Tipologia moduli -</i>	Silicio cristallino
<i>Tipologia impianto -</i>	TRIFASE, connessione in MT
<i>Posizionamento impianto -</i>	A terra
<i>Orientamento -</i>	SUD, tilt 30 gradi

L'acquisizione dei dati necessari alla progettazione è stata fatta mediante sopralluoghi e richieste scritte ai tecnici dell'azienda distributrice.

#### **4. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO**

L'intervento consiste nella realizzazione di un impianto fotovoltaico con relativa cabina di trasformazione e nuova cabina di ricezione. L'impianto fotovoltaico oggetto del presente progetto si estende su un terreno ed è suddiviso in due sottocampi distinti, ognuno facente capo ad un gruppo di conversione statico, messi poi in parallelo mediante trasformatore elevatore BT/MT a doppio secondario, e collegati alla rete MT di distribuzione in un unico punto di connessione.

I pannelli fotovoltaici sono elettricamente collegati tra di loro in stringhe e, a gruppi, alle cassette di parallelo in campo, alle colonne di parallelo in cabina ed agli inverter.

La cabina di Consegna/Ricezione è costituita da tre vani, uno ad uso esclusivo dell'ente distributore, uno ad uso dell'ente distributore e dell'utente auto produttore che contiene le apparecchiature di misura dell'energia, ed uno ad uso esclusivo dell'utente produttore, che contengono il DISPOSITIVO GENERALE con relativo relè di protezione generale.

La cabina di Trasformazione è costituita da due vani, tutti ad uso esclusivo dell'utente, che alloggianno la protezione MT del trafo che funge anche da DISPOSITIVO DI INTERFACCIA, ed il trasformatore BT/MT. Esternamente a questa cabina, vengono posizionate le apparecchiature di conversione dell'impianto fotovoltaico, costituite da due inverter.

Viene quindi individuata un'unica zona destinata al generatore fotovoltaico, tale area comprende il generatore, le cassette di parallelo e le linee elettriche in corrente continua, gli inverter e le due cabine di Consegna/Ricezione e Trasformazione.

In queste aree non sono presenti postazioni di lavoro fisse in quanto, durante il suo normale funzionamento, l'impianto non necessita di personale presente in loco. L'accesso da parte di personale avviene solamente per operazioni di verifica e controllo, manutenzione ordinaria e/o straordinaria. In questi casi il personale deve essere qualificato secondo le vigenti disposizioni in materia di sicurezza sul lavoro (DLgs 81 del 9 aprile 2008).

Vengono previsti due contatori fiscali di produzione, uno per ogni campo fotovoltaico, per la misurazione dell'energia incentivata ai sensi del Decreto 19 febbraio 2007, del tipo teleleggibile e rispondenti alle specifiche richieste dal GSE. I due contatori vengono montati subito a valle del relativo gruppo di conversione, sul lato BT dell'impianto.

Viene previsto un contatore fiscale per la misurazione dell'energia immessa e prelevato dalla rete, del tipo teleleggibile e rispondente alle specifiche richieste dal GSE e dal Distributore Locale. Questo contatore viene montato nel locale misure, sul punto di connessione in MT. Tale contatore viene montato e gestito a cura del Distributore Locale.

## **5. STATO ATTUALE DELL'IMPIANTO ELETTRICO**

Sul sito non era presente alcuna fornitura elettrica di potenza adeguata alla connessione dell'impianto fotovoltaico oggetto dell'intervento. Per questo motivo è stato richiesto al Distributore Locale e successivamente realizzato un nuovo punto di consegna in Media Tensione. La progettazione del nuovo Impianto di Connessione MT non è oggetto della presente relazione.

## 6. SCELTE PROGETTUALI

### **POSIZIONE DELLE CABINE**

La nuova cabina di Consegna/Ricezione a tre locali (locale di consegna, locale misure, locale utente) viene posizionata come da planimetria generale. Essa viene collegata alla nuova linea MT in fase di realizzazione.

La cabina di Trasformazione è situata a circa 100 metri dalla cabina di Consegna/Ricezione.

La cabina è divisa in due locali, il primo contenente il quadro MT di protezione del trafo, il quadro ausiliari BT e i gruppi di conversione statica del generatore fotovoltaico con i relativi DDI e PI (locale di conversione), il secondo riservato al trasformatore MT/BT (locale di trasformazione).

### **IMPIANTI DI CABINA**

Il locale di ricezione della cabina di Consegna/Ricezione è così suddivisa:

- Quadro MT (DG)
- Quadro BT ausiliari

Il locale utente della cabina di Trasformazione è così suddivisa:

- Quadro MT (protezione trafo e Dispositivo di Interfaccia)
- Quadro BT ausiliari
- Quadri gruppo misure
- Quadro relè PI

Il locale di trasformazione della cabina di Trasformazione/Conversione è così suddivisa:

- Trasformatore BT/MT

Esternamente alla cabina di trasformazione vengono posizionati:

- Quadri di conversione DC/AC (parallelo DC, inverter)

Tutti i quadri sono posizionati al di sopra del pavimento galleggiante, sotto al quale sono alloggiati tutti i cavi di collegamento MT e BT. Tutti i locali sono dotati di impianto di illuminazione ordinaria e di sicurezza.

### **IMPIANTI BT AUSILIARI**

Per l'alimentazione dei circuiti ausiliari necessari al funzionamento dell'impianto fotovoltaico viene utilizzata una utenza BT separata.

## **7. LINEA DI CONNESSIONE MT DEL GESTORE DI RETE**

E' prevista la realizzazione di una linea MT come da soluzione tecnica ENEL secondo preventivo di connessione numero T0228366.

Tale linea è assoggettata alle regole tecniche di Enel, una volta realizzata verrà ceduta ad Enel stessa.

Con riferimento alla planimetria relativa al progetto esecutivo di tale linea, i lavori da eseguire prevedono la realizzazione di cavidotti interrati sotto la strada esistente, inoltre occorre eseguire i seguenti lavori:

- nel Punto A posare n.° 2 scomparti tipo IM matr. 161072 + n.° 2 scomparti tipo UA matr. 161052 + n.° 4 TV 15000/100 matr 535017+ n.° 4 TA 100/5 matr. 532058+ n.° 2 cordone per collegamento lungo 12 m matr. 539005 + quadretto di illuminazione e presa cabina + collegamenti di terra interno cabina + pozzetto 0,90mx0,90m per uscite BT.
- Eseguire la buca giunti nella posizione A, posare i cavi nel cavidotto, attestarli agli scomparti IM in cabina.
- Dopo collaudo positivo della cabina Enel, eseguire n.° 2 giunti sul cavo esistente
- Posare a fianco del cavidotto MT tubazione per cavo BT con posa a cura Enel.

## 8. RICEZIONE MT

La ricezione avviene in un locale inserito nella cabina di Consegna/Ricezione a tre locali posizionata, come da planimetria generale.

All'interno di questo locale è presente il quadro MT con il Dispositivo Generale ed il relativo relè di Protezione Generale oltre che il Dispositivo di Interfaccia con il relativo relè di Protezione di Interfaccia.

### **QUADRO MT**

Il Quadro MT è un quadro a scomparti in lamiera zincata e verniciata, contenente il Dispositivo Generale DG, le apparecchiature di protezione PG e i collegamenti in media tensione: ENEL e linea MT utente. Il quadro è a due scomparti, uno di arrivo con sezionatore di messa a terra ed uno con interruttore generale e rispettivo relè CEI entrambi a norma 0-16, posizionato al di sopra del pavimento galleggiante predisposto per il passaggio dei cavi. Le caratteristiche elettriche del quadro devono essere almeno le seguenti:

- Tipo di quadro                    IP30
- Tensione nominale                24 kV
- Tensione di esercizio            20 kV
- Tensione di prova 60''         50 kV
- Tenuta impulso                  125 kV (1,2/50 microsec.)
- Corrente nominale                630 A
- Corrente di breve durata        16 kA (1 sec.)

Dal Quadro MT parte la linea MT di collegamento alla cabina di trasformazione, mentre il collegamento con l'impianto del Distributore è realizzato secondo le prescrizioni CEI 0-16 con cavo di sezione almeno equivalente a 95 mm<sup>2</sup> di rame di lunghezza inferiore ai 20 metri.

### **DISPOSITIVO GENERALE E PROTEZIONE GENERALE**

Il Dispositivo generale è l'interruttore del quadro MT sopra descritto. A questo interruttore viene associato l'SPG che deve essere certificato CEI-016.

L'SPG comprende: Protezione Generale (relè PG), i tre TA o sensori integrati, il TO omopolare.

La protezione 67N non è necessaria in quanto la linea MT utente si estende per 150 metri tra il punto di connessione ed il trasformatore elevatore BT/MT.

I relè di Protezione Generale viene tarato seguendo le prescrizioni delle informazioni del punto di consegna rilasciate dal Distributore.

I relè di Protezione Generale viene tarato seguendo le prescrizioni delle informazioni del punto di consegna rilasciate dal Distributore.

### **LINEA MT**

Il dimensionamento più gravoso della linea MT che va dal quadro MT di ricezione al trasformatore, è quello relativo alla corrente di corto circuito. Il cavo deve soddisfare alla relazione:

$$S \geq I \sqrt{t} / K = 30,3 \text{ mmq} \quad (\text{CEI 11-17) dove:}$$

S = sezione minima del cavo

t = tempo di eliminazione del guasto = 0,12 s

I = corrente di corto circuito = 12.500 A

K = 143 per cavi in rame isolati in gomma

Si deve utilizzare quindi un cavo almeno 3x(1x35) mmq, della lunghezza di circa 100 m.

Nello specifico si utilizza un cavo in Alluminio elicordato ARE4H5EX 12/20 Kv formazione 3x(1x185) mmq.

### **GRUPPO DI MISURA NEL PUNTO DI CONNESSIONE**

Il gruppo di misura dell'energia immessa e prelevata dalla rete, viene alloggiato nel vano misure della cabina di Consegna, al quale possono accedere sia il distributore che l'utente.

Qualora i dispositivi per la realizzazione della misura nel punto di connessione siano di pertinenza dell'utente attivo, essi devono essere collocati appena a valle del dispositivo generale in modo da essere protetti dal dispositivo generale stesso (punto di immissione CEI 0-16).

Nel caso specifico l'utente attivo ha scelto di avvalersi del servizio di misura dell'energia elettrica immessa e del servizio di installazione e manutenzione dei dispositivi riduttori di tensione e di corrente da parte del Distributore.

Per questo motivo il gruppo di misura sarà montato e gestito dal Distributore, secondo lo schema standard di un cliente passivo secondo lo schema CEI 0-16.

### **GRUPPO DI MISURA ENERGIA INCENTIVATA**

Sono presenti due gruppi di misura montato lato BT tra il rispettivo gruppo di conversione ed il trasformatore a doppio secondario.

## 9. TRASFORMAZIONE BT/MT

All'interno della cabina di trasformazione si ha un notevole apporto di calore dovuto alle perdite del trasformatore, per questo motivo occorre prevedere un estrattore.

### VENTILAZIONE LOCALE TRASFORMATORE

Il trasformatore sarà del tipo a doppio secondario per permettere il parallelo diretto dei due inverter sul trasformatore stesso.

Le caratteristiche del trasformatore BT/MT sono le seguenti:

- Potenza 1.000 kVA
- Tensione primario 15 kV
- Tensione secondario 265 + 265 V
- Livello isolamento 24 kV
- Perdite a vuoto 2,3 kW
- Perdite a pieno carico 9,8 kW
- Vcc 6%

Il trasformatore è collegato ad una centralina termometrica che comanda, in caso di aumento della temperatura degli avvolgimenti sopra a valori pericolosi, l'apertura dell'interruttore generale nel quadro MT.

### INSERZIONE E PROTEZIONE DEL TRASFORMATORE

Durante l'inserzione del trasformatore, per evitare l'intervento della protezione per superamento della soglia  $I_{>>}$  e  $I_{>>>}$ , bisogna verificare che tale soglia sia superiore alla corrente di inserzione del trasformatore:

$$I_{>>} (I_{51}) \geq 0.7 \cdot I_{oi} = 0.7 \cdot k \cdot I_r / m$$

$$I_{>>>} (I_{50}) \geq 0.7 \cdot I_{oi} = 0.7 \cdot k \cdot I_r / m$$

dove:  $k = 8 \div 12$

$I_r$  = corrente nominale secondario

$m$  = rapporto di trasformazione (tensione al primario/tensione al secondario)

In questo caso:

$$I_{oi} = k \cdot I_r / m = 10 \cdot [1.000.000 / (270 \cdot 1,732)] / (20.000 / 270) = 289 \text{ A}$$

$$I_{>>} (I_{51}) > 0.7 \cdot 289 = 202 \text{ A}$$

Il relè non interviene comunque perché il ritardo intenzionale (0,5 sec)  $\geq t_r$

$$I_{>>>} (I_{50}) > 0.7 \cdot 289 = 202 \text{ A}$$

**DISSIPAZIONE A VUOTO DEL TRASFORMATORE**

La perdita per dissipazione a vuoto del trasformazione può essere valutata stimando in 4.300 le ore annuali di funzionamento a vuoto del trasformatore stesso. Tale funzionamento si ha durante le ore notturne e nei periodi di irraggiamento solare insufficiente per l'avvio del gruppo di conversione.

La perdita energetica si può stimare in:

$$2,3 * 4.300 = 9.890 \text{ kWh / anno} \quad (\text{pari circa al } 0,007\% \text{ della produzione totale annua stimata})$$

Da cui, considerando il costo dell'energia prelevata pari a 0,11 €/kWh, si ha un esborso di circa:

$$12.040 * 0,11 = 1.088 \text{ €/anno}$$

Tale perdita può essere evitata inserendo un sistema che comanda l'apertura dell'interruttore di media tensione quando il gruppo di conversione non è in funzione, e la sua richiusura quando il gruppo di conversione è in funzione.

Queste ripetute manovre (minimo due al giorno) mettono a dura prova alcuni componenti, quali l'interruttore stesso ed il trasformatore che viene percorso dalla corrente di inserzione, i quali durante l'arco dei 20 anni rischiano di dover essere sostituiti (con un periodo di fermo macchina non breve e relativa mancata produzione)

Rapportando il costo dell'energia prelevata durante il funzionamento a vuoto ai costi di questi componenti, si opta per non utilizzare questo sistema di disconnessione dalla rete nei periodi di non funzionamento del gruppo di conversione.

**QUADRO MT, PROTEZIONE DI INTERFACCIA E TARATURA**

Il Quadro MT è un quadro a scomparti in lamiera zincata e verniciata, contenente il Dispositivo Di Interfaccia DDI, le apparecchiature di protezione PI.

Il sistema di protezione di interfaccia è costituito da un relè di Protezione di interfaccia (certificati CEI 0-16) montati lato MT.

Il relè di Protezione di Interfaccia viene tarata come prescritto dalle informazioni del Distributore.

## **10. CONVERSIONE CC/CA**

La conversione CC/CA avviene esternamente alla cabina di trasformazione. I due inverter utilizzati sono in esecuzione per esterno.

I due inverter sono tipo SATCON modello POWERGATE AE-500 (o equivalente di altra ditta) con potenza nominale 500 kW, tensione di ingresso 900 Vcc e tensione di uscita 265 Vca trifase.

I quadri di parallelo stringhe in corrente continua sono tipo SATCON modello SUBCOMBINER SSC-12-10 (o equivalente di altra ditta) per il parallelo di 12 stringhe con tensione 900 Vcc

## **11. CABINE PREFABBRICATE**

### ***CABINA DI CONSEGNA***

La cabina di consegna a tre vani è del tipo in CAV prefabbricata con cavedio (vasca aperta) interrato. I pavimenti galleggianti dovranno avere le aperture in corrispondenza degli apparati previsti, deve essere omologata secondo le prescrizioni del Distributore, in particolare deve essere seguita la specifica DG2061 di Enel Distribuzione per quello che riguarda il locale Distributore ed il locale Misure. Deve essere munita di idoneo certificato rilasciato dal costruttore.

### ***CABINA DI TRASFORMAZIONE***

La cabina di Trasformazione a due vani è del tipo in CAV prefabbricata con cavedio (vasca aperta) interrato.

## 12. CONFIGURAZIONE DEL GENERATORE FOTVOLTAICO

I componenti principali del sistema fotovoltaico sono:

- moduli fotovoltaici
- strutture di sostegno ed ancoraggio
- cavi, cavidotti
- quadri di parallelo CC
- convertitori CC/CA
- gruppi di misura dell'energia prodotta
- trasformatore BT/MT
- DDI + SPI e DG + SPG in media tensione
- gruppo di misura dell'energia immessa in rete

Le strutture di supporto dei moduli devono essere progettate per resistere a raffiche di vento in conformità alle normative di riferimento vigenti ed alla CEI 82-25.

Il generatore fotovoltaico, ubicato su terreno, è suddiviso in due sottocampi distinti, ognuno con il proprio gruppo di conversione, messi poi in parallelo sul trasformatore elevatore BT/MT a doppio secondario.

### **TIPOLOGIA DI MODULO**

Il modulo utilizzato per la configurazione è del tipo TRINA modell TSM-PC05 della potenza di 220 Wp (o equivalente di altra ditta).

Le caratteristiche di tale modulo sono:

- |                |                     |
|----------------|---------------------|
| - Potenza      | 220 Wp              |
| - Tecnologia   | silicio cristallino |
| - Numero celle | 60                  |
| - Dimensioni   | 992 x 1650          |
| - $V_{oc}$     | 36,8 V              |
| - $V_{MP}$     | 29,00 V             |
| - $I_{sc}$     | 8,15 A              |
| - $I_{MP}$     | 7,60 A              |

### **CONFIGURAZIONE DELLE STRINGHE**

Il generatore fotovoltaico è costituito da due sottocampi distinti:

**CAMPO 1:**

- **2.046** moduli fotovoltaici da **220 Wp** ciascuno
- potenza di picco totale pari a **450,12 kWp**
- **93** stringhe, ognuna delle quali è composta da **22** moduli collegati elettricamente in serie tra di loro

Tali stringhe vengono collegate in parallelo mediante le cassette di parallelo in campo (8 cassette da 12 stringhe ciascuna) le quali vengono poi messe in parallelo tra di loro attraverso la colonna di parallelo integrata nel relativo quadro inverter.

**CAMPO 2:**

- **2.046** moduli fotovoltaici da **220 Wp** ciascuno
- potenza di picco totale pari a **450,12 kWp**
- **93** stringhe, ognuna delle quali è composta da **22** moduli collegati elettricamente in serie tra di loro

Tali stringhe vengono collegate in parallelo mediante le cassette di parallelo in campo (8 cassette da 12 stringhe ciascuna) le quali vengono poi messe in parallelo tra di loro attraverso la colonna di parallelo integrata nel relativo quadro inverter.

Tutti i componenti utilizzati nella realizzazione del generatore (moduli e cavi) sono in classe II di isolamento.

**ATTENZIONE:** fare sempre riferimento al libretto uso e manutenzione dei singoli componenti dell'impianto. In particolare, in caso di rottura di un modulo fotovoltaico il sistema potrebbe perdere le caratteristiche di isolamento sopra menzionate; in questo caso è fatto divieto di toccare qualunque parte dell'impianto per prevenire possibili folgorazioni e obbligo di far intervenire unicamente personale qualificato per effettuare la manutenzione.

I moduli posati devono essere muniti di certificazione IEC specifica per quanto concerne i test di affidabilità e durabilità dei materiali impiegati. Ogni modulo è fornito di diodo di by-pass.

Le stringhe sono collegate alle cassette di parallelo in campo mediante cavi in rame stagnato a doppio isolamento, designazione FG21M21 tipo Solar Cable specifici per generatori fotovoltaici. La sezione dei cavi è di 6 mmq, in modo da contenere in maniera adeguata le cadute di tensione.

Le cassette di parallelo in campo sono collegate alle colonne di parallelo nella cabina di trasformazione mediante cavi a doppio isolamento tipo FG7(0)R con tensione di isolamento 0,6/1kV in corrente alternata. In corrente continua la tensione di isolamento viene moltiplicata per un fattore 1,5, per cui tali cavi sono idonei per sistemi elettrici in CC fino a  $600 \times 1,5 = 900$  V.

Anche se declassati, tali cavi sono idonei per sistemi elettrici in CC fino a  $450 \times 1,5 = 675$  V, tensione superiore alla tensione  $V_{MP(25^\circ)} = 638$  V del presente impianto.

La sezione dei cavi viene calcolata in base alla portata a seconda del tipo di posa, in conformità alla norma CEI-UNEL 35024/1 per i cavi posati in aria, ed alla norma CEI-UNEL 35026 per i cavi interrati. La sezione dei cavi è calcolata anche per contenere la caduta di potenziale totale per ogni stringa, entro il 2% del valore misurato dai moduli all'ingresso del gruppo di conversione.

I cavi utilizzati per l'interconnessione dei moduli sono staffati sulle strutture di sostegno dei moduli.

Le connessioni tra i moduli ed il gruppo di conversione è fatta con cavi posati in cavidotti a passerella zincata a caldo se esposto esternamente, o in tubo corrugato del tipo armato se interrati.

La linea elettrica proveniente dai moduli fotovoltaici è protetta per scariche di origine atmosferica mediante le cassette di parallelo in campo, che montano adeguati scaricatori secondo le specifiche del costruttore delle stesse.

### **GRUPPO DI CONVERSIONE**

Il gruppo di conversione è di tipo statico, è a tecnologia pulse-width-modulation (PWM), deve rispettare le norme per quanto riguarda la compatibilità elettromagnetica e i disturbi indotti, ha le necessarie protezioni previste per gli inverter di tipo 'grid connected' e è corredato di relativa certificazione in merito.

#### **CAMPO 1&2:**

Sono previsti due inverter (uno per campo) per montaggio da esterno, tipo SATCON modello POWERGATE AE-500 (o equivalente di altra ditta) le cui caratteristiche tecniche sono le seguenti:

- Grado di protezione	USO ESTERNO
- Max Corrente d'ingresso DC:	1228 A
- Potenza nominale d'uscita AC:	500 kW
- Corrente nominale d'uscita AC:	1.090A
- Rendimento Europeo	97,5 %
- Range MPPT:	420 ÷ 900 V <sub>DC</sub>
- Max tensione a vuoto	900 V <sub>DC</sub>
- Tensione di uscita	265 ± 15% V <sub>AC</sub> trifase

I valori di tensione in ingresso sono compatibili con i valori di lavoro delle stringhe calcolati precedentemente nelle condizioni limite.

All'interno dei due quadri inverter vengono posizionati sulle barre in uscita, i TA dei due gruppi di misura dell'energia prodotta. I due gruppi di misura sono costituiti da contatori di tipo teleleggibile così come richiesto dal GSE.

Le colonne di parallelo CC permettono il parallelo delle otto linee che arrivano dalle cassette di parallelo in campo (per ogni inverter). Ogni ingresso è sezionabile (non sotto carico) tramite una coppia di fusibili per ogni ingresso, dimensionati adeguatamente in funzione della corrente.

Il parallelo dei due inverter avviene direttamente sul trasformatore BT/MT, che è di tipo a doppio secondario con tensione specifica 265-265/15.000 V.

### 13. REQUISITI E PRESTAZIONI DELL'IMPIANTO

<b>POTENZA ED ENERGIA PRODUCIBILE</b>
---------------------------------------

Secondo la guida CEI 82-25 in sede di prova l'impianto deve possedere i seguenti requisiti.

Gli impianti fotovoltaici devono essere realizzati con componenti che assicurino l'osservanza delle due seguenti condizioni:

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

dove:

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

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

dove:

- $P_{ca}$  e' la potenza attiva in corrente alternata misurata all'uscita del gruppo di conversione della corrente generata dai moduli fotovoltaici continua in corrente alternata, con precisione migliore del  $2\%$ .

La misura della potenza  $P_{cc}$  e della potenza  $P_{ca}$  deve essere effettuata in condizioni di irraggiamento ( $I$ ) sul piano dei moduli superiore a  $600 W/mq$ .

Qualora nel corso di detta misura venga rilevata una temperatura di lavoro dei moduli, misurata sulla faccia posteriore dei medesimi, superiore a  $40 ^\circ C$ , e' ammessa la correzione in temperatura della potenza stessa. In questo caso la condizione a) precedente diventa:

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

dove:

- $P_{tpv}$  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  $P_{tpv}$ , nota la temperatura delle celle fotovoltaiche  $T_{cel}$ , possono essere determinate da:

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

oppure, nota la temperatura ambiente  $T_{amb}$  da:

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

dove:

- $y$  =coefficiente di temperatura di potenza (parametro, fornito dal costruttore, per moduli in silicio cristallino e' tipicamente pari a  $0,4 \div 0,5\%/^{\circ}C$ );
- NOCT =Temperatura nominale di lavoro della cella (parametro, fornito dal costruttore, e' tipicamente pari a  $40 \div 50\%/^{\circ}C$ , ma puo' arrivare a  $60^{\circ}C$  per moduli in retrocamera).
- $T_{amb}$  =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 sara' la media tra le due temperature.
- $T_{cel}$  e' la temperatura delle celle di un modulo fotovoltaico; puo' essere misurata mediante un sensore termoresistivo (PT100) attaccato sul retro del modulo.

In sede di progetto secondo quanto specificato sempre dalla guida CEI 82-25 Cap.5.2.2.7 l'energia producibile può essere calcolata con la formula:

$$\text{radiazione media giornaliera} \times \text{num. giorni del mese} \times \text{potenza nominale impianto} \times 0,75$$

In totale quindi l'impianto deve fornire una potenza attiva, lato corrente alternata, superiore al 75% della potenza nominale dell'impianto fotovoltaico, riferita alle condizioni di irraggiamento STC di  $1000W/mq$  a  $25^{\circ}C$ .

Il calcolo della producibilità dell'impianto può essere fatto in prima approssimazione utilizzando i dati ed il metodo di calcolo del Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS) sul sito Europeo <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/index.htm> relativi alla zona di installazione dell'impianto.

Nel caso di una struttura fissa orientata a SUD con inclinazione modulo 30 gradi, si stima un produzione di  $1.150 kWh/anno$  per ogni kWp installato.

La produzione totale dell'impianto viene quindi stimata in:

$$\text{PRODUZIONE TOTALE IMPIANTO:} \quad 1.150 \times 900,24 \text{ kWp} = 1.035.276 \text{ kWh/anno}$$

## **14. PRESCRIZIONI PARTICOLARI**

Non vi sono prescrizioni particolari per quanto concerne gli impianti elettrici del presente impianto.

## 15. PRESCRIZIONI DI CARATTERE GENERALE

### CRITERI DI DIMENSIONAMENTO

Per quanto riguarda la sezione di BT lo schema elettrico del quadro è riportato nei disegni allegati. Le prescrizioni da seguire sono quelle delle Norme CEI 17-13/1. I criteri seguiti nel dimensionamento sono i seguenti:

o Calcolo dei cavi

Per il dimensionamento dei cavi di ogni circuito è stata usata la formula:

$$- I_B \leq I_Z$$

con:  $I_B$  = corrente di impiego del circuito.  
 $I_Z$  = portata del cavo.

La portata dei cavi viene determinata in base alle modalità di posa e al tipo di cavo.

o Protezione contro il sovraccarico e il corto circuito

La protezione delle linee viene assicurata mediante interruttori automatici magnetotermici che soddisfino ai seguenti requisiti:

$$- I_B \leq I_N \leq I_Z$$

con:  $I_B$  = corrente di impiego del circuito.  
 $I_Z$  = portata del cavo.  
 $I_N$  = corrente nominale di taratura del dispositivo di protezione.

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

con:  $I^2 t$  = energia passante.  
 $K^2 S^2$  = energia specifica tollerabile dal cavo in condizioni adiabatiche.

- Il potere di interruzione dei dispositivi di protezione deve essere maggiore della corrente di corto circuito presunta nel punto di installazione. I dispositivi di protezione devono essere ubicati all'inizio delle linee. Tali dispositivi devono avere un potere di interruzione almeno pari a 16 KA.

○ Protezione contro i contatti diretti

La protezione contro i contatti diretti viene realizzata ricoprendo completamente le parti attive dei conduttori e delle apparecchiature, mediante isolamento, inoltre si useranno involucri o barriere, la cui apertura o rimozione sia possibile solo mediante attrezzo.

Unitamente ai dispositivi di protezione descritti si utilizzano come protezioni aggiuntive, per i carichi mobili e portatili, interruttori differenziali con  $I_d$  nominale inferiore o uguale a 30 mA.

○ Protezione contro i contatti indiretti

La protezione contro i contatti indiretti viene realizzata mediante messa a terra delle masse e delle masse estranee, coordinata con interruttori magnetotermici e differenziali. La protezione contro le tensioni di contatto è assicurata mediante l'uso di interruttori differenziali soddisfacenti alla relazione:

- sistema TT:  $I_d \leq 50/R_t$
- sistema TN:  $I_d \leq 230/Z_t$

con:  $I_d$  = Corrente di taratura del differenziale in A  
 $R_t$  = Valore della resistenza di terra in ohm  
 $Z_t$  = Valore della impedenza dell'anello di guasto in ohm

Il tempo massimo di interruzione del dispositivo di protezione è di 5 sec..(CEI 64-8). L'installazione di dispositivi di tipo differenziale assicura, con largo margine, il rispetto della condizione. Per i carichi mobili o portatili il tempo massimo di interruzione del dispositivo di protezione è di 0,4 s, per cui sulle prese sono installati dispositivi di tipo differenziale con corrente  $I_d = 0,03A$ .

## QUADRI

I quadri elettrici dovranno essere realizzati secondo le prescrizioni della norma CEI 17-13/1. L'accesso alle parti interne dovrà tenere conto della sicurezza delle persone e della possibilità di venire accidentalmente a contatto con parti sotto tensione (CEI 17-82).

I quadri facenti parte della fornitura di terzi, come ad esempio i quadri inverter, i quadri di parallelo stringhe in campo, i quadri MT, etc... dovranno essere accompagnati dai relativi schemi esecutivi e dal certificato di conformità, rilasciati dal produttore.

### **CAVI**

I cavi impiegati dovranno essere contrassegnati dal Marchio Italiano di Qualità e dovranno rispettare i colori distintivi dei conduttori secondo le tabelle CEI-UNEL.

Nelle cassette di derivazione e nei quadri, i conduttori dovranno essere marchiati ed identificati da terminali in materiale plastico colorato e da fascette numerate per contraddistinguere i vari circuiti e la funzione di ogni conduttore.

### **CANALIZZAZIONI E PASSERELLE PORTACAVI**

Tutte le condutture di bassa tensione dovranno essere realizzate con canalizzazioni o con passerelle portacavi zincate a caldo se esposte esternamente, o in tubo corrugato del tipo armato se interrati..

I cavi installati all'interno di tubi devono poter essere sfilati agevolmente. Non sono ammesse giunzioni all'interno di tubazioni e canali.

Le passerelle portacavi zincate a caldo saranno ancorate alla struttura di sostegno e devono avere una resistenza meccanica tale da resistere al peso dei cavi in relazione alla luce dell'ancoraggio stesso.

I tubi corrugati interrato saranno posati ad una profondità di 0,8 metri, se non diversamente indicato, seguendo gli schemi dei disegni allegati in appendice. I tubi dovranno essere posati su un letto di posa in sabbia o terra vagliata per evitarne il danneggiamento. Tale strato può essere poi ricoperto dalla terra di risulta dello scavo.

### **CASSETTE DI CONNESSIONE**

Le cassette di connessione e rompi tratta dovranno essere in materiale isolante autoestinguente e di dimensioni tali da alloggiare comodamente tutti i conduttori ed i morsetti necessari. Dovranno permettere una rapida e sicura identificazione di tutti i conduttori per successivi interventi di manutenzione.

Le cassette di parallelo in campo e le cassette portafusibili saranno ancorati alla struttura di sostegno.

### **RESPONSABILITA' DEL COSTRUTTORE**

Per le costruzioni elettriche ed i componenti, la garanzia e la conformità alle Norme è di competenza e responsabilità del Costruttore.

Il costruttore deve sempre dare a corredo della fornitura il libretto di uso e manutenzione del componente fornito, così come previsto dalle normative vigenti.

#### **RESPONSABILITA' DELL'INSTALLATORE**

L'installazione deve essere fatta in accordo alla regola dell'arte, rispettando quanto previsto dalla legislazione in materia di sicurezza nei luoghi di lavoro e nei cantieri ed in generale dalle Norme ed alle disposizioni di Legge in vigore al momento dell'esecuzione del progetto.

L'Installatore è responsabile dell'installazione degli impianti definiti nei documenti di progetto, ogni modifica apportata deve essere approvata dal progettista che ha redatto il progetto definitivo.

L'installatore è tenuto al rilascio, al termine dei lavori e comunque prima del collaudo finale, siano essi stati effettuati su parte dell'impianto eventualmente esistente o sulla totalità, di una dichiarazione di conformità secondo le modalità ed i termini stabiliti dalla Legge 37/08 ove previsto.

#### **RESPONSABILITA' DEL GESTORE/PROPRIETARIO DELL'IMPIANTO**

##### MANUTENZIONE E VERIFICHE

Il corretto funzionamento dell'impianto elettrico in condizioni ordinarie di servizio, non significa che i suoi componenti abbiano mantenuto nel tempo integri i loro requisiti di sicurezza.

Ragioni di sicurezza impongono che tali requisiti siano conservati per tutta la loro vita e pertanto, essi necessitano di ispezioni periodiche ed interventi manutentivi mirati allo scopo.

Effettuando gli interventi di manutenzione, occorre porre particolare attenzione per non alterare i requisiti di sicurezza originali degli impianti, essi devono conservare l'integrità delle installazioni.

Le verifiche periodiche e la manutenzione deve essere svolta da *persona idonea*, perché richiede nozioni specifiche e presenta rischi particolari. L'intervento di manutenzione dell'impianto fotovoltaico è da programmare almeno una volta all'anno, meglio ad inizio primavera, in modo che eventuali difetti riscontrati non compromettano la produzione del periodo estivo.

Le verifiche periodiche si articolano in:

- Esame a vista
- Misure e prove

La manutenzione si articola in:

- Eseguire le operazioni di manutenzione ordinaria richieste dai costruttori dei vari componenti (inverter, moduli, trasformatore, quadri MT, etc...). Allo scopo, è necessario attenersi alle istruzioni di manutenzione periodica previste dai costruttori
- Porre rimedio agli inconvenienti emersi dalla verifica periodica
- Eventualmente pulire i moduli con acqua

**ATTENZIONE:** fare sempre riferimento al libretto uso e manutenzione dei singoli componenti dell'impianto. In particolare, in caso di rottura di un modulo fotovoltaico il sistema potrebbe perdere le caratteristiche di isolamento sopra menzionate; in questo caso è fatto divieto di toccare qualunque parte dell'impianto per prevenire possibili folgorazioni e obbligo di far intervenire unicamente personale qualificato per effettuare la manutenzione.

## **16. PRESCRIZIONI RELATIVE ALLA SICUREZZA**

Tutto ciò che si trova a monte di un dispositivo di sezionamento sul lato CC di un impianto fotovoltaico rimane in tensione durante il giorno anche dopo l'apertura di tale dispositivo.

Tutti i quadri e le scatole dell'impianto fotovoltaico lato CC, devono riportare un avviso che indichi la presenza di parti attive anche dopo l'apertura dei dispositivi di sezionamento dell'inverter.

Ogni intervento sulle parti attive delle stringhe va quindi considerato un *lavoro elettrico sotto tensione* (si definisce tale un lavoro in cui una persona accede a meno di 15 cm dalle parti attive).

Un lavoro sotto tensione può essere svolta solo da *persona idonea*, cioè da persona che abbia conoscenza ed esperienza tale da permettergli di lavorare in sicurezza sotto tensione. La qualifica di persona idonea è conferita dal datore di lavoro per iscritto al dipendente. Il committente può richiedere tale verifica prima di affidare i lavori di costruzione o di manutenzione dell'impianto fotovoltaico.

Il DLgs 81/08 art.82 ammette lavori sotto tensione fino a 1000 Vca o 1500 Vcc purchè:

- Il lavoro sia eseguito da persone idonee
- Siano adottate le misure atte a garantire l'incolumità dei lavoratori. Sono a tal fine idonee le misure indicate nella Norma CEI 11-27 e CEI 11-48

I lavori sotto tensione sono vietati in caso di:

- Nebbia, pioggia o neve
- Temperature molto basse o vento forte (difficoltà di impugnare e manovrare attrezzi)
- Temporali (probabili sovratensioni dell'impianto)

Tutti gli interventi devono essere effettuati da personale tecnico in possesso della formazione corrispondente all'attività svolta. In fase di installazione e di manutenzione, il personale deve essere istruito sul contenuto delle istruzioni per l'installazione e l'uso di ciascun componente che deve essere installato e mantenuto. In particolare devono essere rispettate le avvertenze in materia di sicurezza indicate dal costruttore.

L'accesso ai quadri elettrici delle macchine è un problema di manutenzione, modifica, gestione, che coinvolge tutte le persone addette alla produzione ed alla manutenzione, e deve avvenire nel rispetto delle regole antinfortunistiche.

Le Norme e le Leggi che regolano questo aspetto diversificano, in funzione del personale, le modalità di accesso e/o le azioni che possono essere effettuate all'interno del quadro e prevedono accorgimenti costruttivi tali da realizzare opportuni livelli di sicurezza.

La Norma EN 60204 - 1 terza edizione identifica due tipologie di soggetti a cui consente l'accesso al quadro. Si riporta il testo integrale delle definizioni fornite nella versione italiana della Norma citata.

I sistemi elettrici di categoria 0 sono quelli aventi tensione nominale minore o uguale a 50V in corrente alternata o 120V in corrente continua.

I sistemi elettrici di categoria 1 sono quelli aventi tensione nominale da oltre 50V fino a 1000V compresi se in corrente alternata o da oltre 120V fino a 1500V se in corrente continua.

Le definizioni sopra riportate sono tratte dalla Norma CEI 11 - 1 ottava edizione ( Ottobre 1987). Nella Norma CEI 11 - 27 si identificano due soggetti che possono accedere ai lavori sui sistemi elettrici, di cui si riportano le definizioni:

- *Preposto ai lavori:*

Persona responsabile dell'esecuzione dei lavori affidatigli. A tale titolo è anche responsabile delle misure di sicurezza sul luogo di lavoro. Il preposto ai lavori può essere esecutore materiale dei lavori da solo o assieme agli addetti ai lavori.

- *Addetto ai lavori*

Persona addestrata che esegue materialmente lo specifico lavoro.

Anche in queste definizioni si identificano due figure simili a quelle identificate in EN 60204 - 1, anche se in questo caso le responsabilità sono meglio evidenziate.

Si ricorda che anche da un punto di vista legale, per la legge Italiana, le attività eseguite seguendo le Norme CEI, o le Norme UNI, ad esse riferite, sono ritenute " a regola d' arte " e sollevano da eventuali responsabilità.

Prima di iniziare la manutenzione il Responsabile della gestione di impianto deve autorizzare l'ingresso in sito degli operatori ed accertarsi che gli stessi siano provvisti dei DPI previsti dal piano di sicurezza per i lavori di manutenzione.

La consegna formale dell'impianto deve essere registrata su apposito modulo di intervento, nel quale devono essere annotate le condizioni attuali di esercizio dell'impianto.

L'oggetto dell'intervento deve essere preventivamente noto agli operatori intervenuti e riportato sulla scheda di intervento.

Eventuali attività non preventivate che si rendesse necessario eseguire devono essere immediatamente segnalate al responsabile della gestione di impianto ed autorizzate prima di essere eseguite.

Gli operatori di manutenzione devono essere provvisti dei seguenti dispositivi di protezione individuali:

- occhiali
- guanti isolanti a 6000 Volt
- elmetto
- scarpe antinfortunistiche

I ventilatori degli inverter e dei locali tecnici possono produrre rumore non trascurabile. E' necessario osservare tutte le precauzioni al fine di evitare danni all'udito. E' consigliabile utilizzare una protezione per l'udito in caso di lavoro continuativo in vicinanza degli inverter.

La chiave di interblocco dell'eventuale sezionatore di terra lato MT posizionato tra il punto di consegna e l'interruttore generale, deve essere consegnata al Distributore, in modo che tale sezionatore non possa essere azionato (collegando a terra le fasi) se non dopo la riconsegna della chiave da parte del Distributore stesso, a seguito della messa fuori tensione della cabina di consegna del Distributore.

**La chiave del locale trasformatore deve essere collegata alla chiave del sezionatore di terra del quadro MT a protezione del quadro.** Fare riferimento allo schema di fuori servizio allegato al quadro MT, dove viene indicata la chiave alla quale collegare quella del locale trasformatore. **In ogni caso, non aprire mai il locale trasformatore prima di aver messo a terra l'impianto tramite il sezionatore di terra del quadro MT.**

Sulla porta del locale trasformatore e del locale utente MT occorre apporre appositi cartelli di segnalazione di pericolo ove viene indicata la tensione MT dell'impianto.

Occorre fare sempre riferimento al libretto uso e manutenzione dei singoli componenti dell'impianto sia per effettuare delle manovre che per effettuare la corretta manutenzione dello stesso. Subito dopo l'arresto dell'apparato alcuni componenti possono avere temperature elevate. E' necessario osservare tutte le precauzioni al fine di evitare ustioni. Indossare sempre guanti protettivi. Gli operatori devono essere inoltre dotati di un mezzo di comunicazione idoneo per attivare rapidamente il sistema di emergenza sanitario nazionale.

**POSSIBILITÀ DI SHOCK ELETTRICI** - Non toccare parti elettriche con unità alimentata. Ricordarsi che i fusibili sono sempre sotto tensione, a meno che non siano stati aperti **TUTTI** i sezionatori a monte del quadro e posti a bordo dei quadri stringa.

**INCENDIO** – E' vietato sezionare i fusibili sotto carico. Prima di disconnettere un fusibile assicurarsi che l'inverter a valle sia disabilitato.

Non effettuare test di isolamento tra i terminali di potenza o tra i terminali di comando. Assicurarsi di aver serrato correttamente le viti delle morsettiere di comando e di potenza.

È obbligatorio eliminare immediatamente le anomalie che possono compromettere la sicurezza. Modifiche non consentite e l'utilizzo di pezzi di ricambio che non siano raccomandati dal costruttore dell'apparecchio installato possono dare origine a incendi, danni materiali e scossa elettrica.

I cartelli e etichette di segnalazione devono essere sempre ben leggibili ed essere sostituiti subito in caso di danneggiamento.

**N.B: Alle persone non autorizzate deve essere interdetto l'accesso agli apparecchi.**

**IMPIANTI DI RETE PER LA CONNESSIONE  
DEGLI IMPIANTI DI PRODUZIONE  
"STEPRA"  
T0228366 (MT) - T0237241 (BT)  
UBICATI IN VIA QUARANTOLA NEL COMUNE DI LUGO (RA)**  
PROCEDURA AUTORIZZATIVA (Legge Regionale 10/93 - art. 2 comma 2 e 5)

**GARA D'APPALTO "STEPRA"**

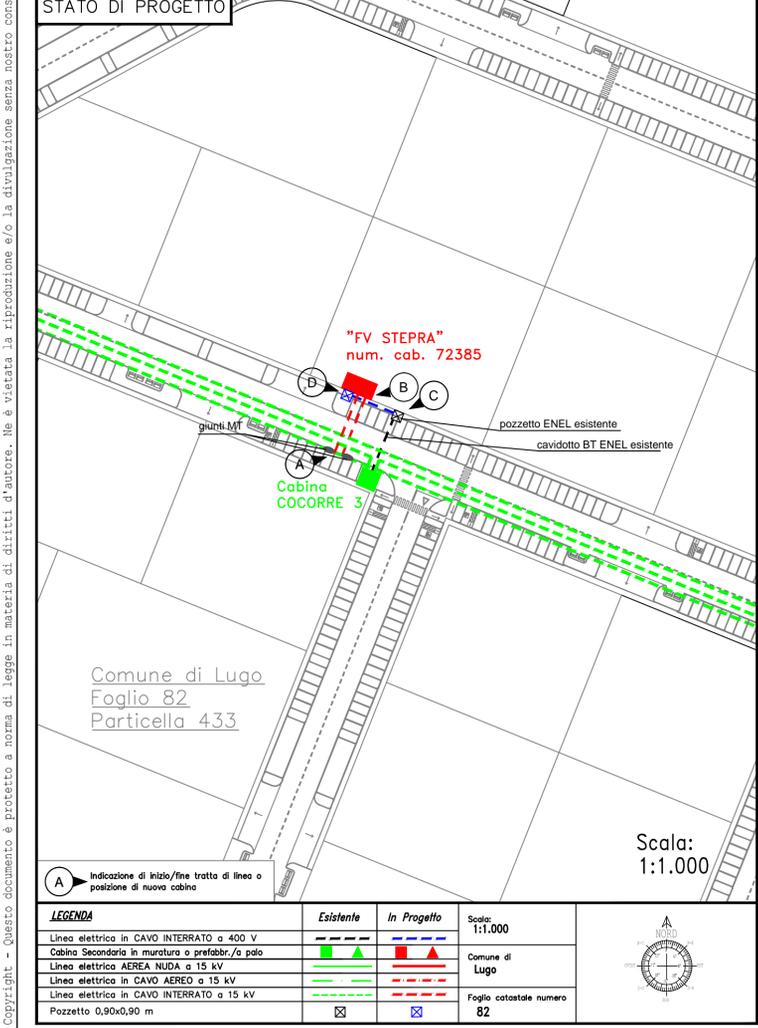
Linea elettrica in cavo sotterraneo a 15 kV (M.T.) per l'inserimento della cabina elettrica "FV STEPRA" per un impianto di produzione a fonte solare sito in Via Quarantola, nel Comune di Lugo (RA) e predisposizione per la connessione di un impianto di produzione a fonte solare in bassa tensione sito in Via Quarantola, nel Comune di Lugo (RA).

**COMMITTENTE: STEPRA**  
Società Consortile Mista s.r.l.  
Sviluppo Territoriale della Provincia di Ravenna  
Viale Farini n° 14 - 48100 Ravenna  
tel. 0544-34377 e-mail: info@stepra.it

**TAV. E-5**

**PROGETTAZIONE:**  
Ing. Giunchi Paolo  
Ing. Giunchi Paolo

IL RESPONSABILE TECNICO  
IL DIRETTORE TECNICO DEI LAVORI



**Materiale da posare in Cabina Box**

Descrizione	Quantità
Conduttore in corda di rame 35mmq	kg 10
Scomparto di linea MT tipi IM con isolamento in aria motorizzato	n 2
Scomparto di consegna MT tipo UA isolato in aria	n 2
Trasformatori di Tensione TV 15000/100	n 4
Trasformatori di Corrente TA 100/5	n 4
Cordoni per collegamento dei trasformatori di corrente e di tensione ai gruppi di misura da 12 metri	n 1
Quadretto per l'illuminazione senza trasformatore di isolamento	n 1
Morsetto portante per conduttore di terra	n 2
Capicorda a compressione per conduttori nudi da 35mmq	n 2
Connettore di derivazione a "C" a compressione	n 4

**Materiale da posare per cavo interrato**

Descrizione	Quantità
Cavo isolato con XLPE 3X(1X185) ARE4H5EX-12/20 kV	m 50
Terminali MT da interno	n 6
Tubo flessibile corrugato Ø160 - Norme CEI EN 50086-2-4(23-46) (tubo "N" normale)	m 40
Connettori MT a compressione diritti	n 6
Giunti diritti unipolari per cavi tripolari ad elica visibile	n 6
Capicorda ad occhio	n 6

Tutti i materiali impiegati devono essere omologati/certificati secondo le vigenti edizioni delle specifiche tecniche dell'Unificazione Enel. (Riferimento guida per le connessioni alla rete elettrica di Enel Distribuzione, Dicembre 2010 Ed. 2.1, paragrafo J.6.3 approvvigionamento materiali)

L'impianto di rete per la connessione deve essere realizzato a regola d'arte. L'impresa esecutrice deve essere in possesso di uno dei seguenti requisiti:  
a) qualificazione Enel nel comparto corrispondente ai lavori da eseguire (elenco fornito su richiesta);  
b) qualificazione con altro primario Distributore nel comparto corrispondente ai lavori da eseguire;  
c) qualificazione Terna per i lavori su linee ad alta tensione, qualora siano da eseguire interventi di questa tipologia;  
d) certificazione del sistema di gestione della qualità conforme alla norma UNI-EN ISO 9001/2000 e attestazione di aver operato nel comparto corrispondente ai lavori da eseguire nei tre anni precedenti per importi non inferiori al 30% del valore delle opere da realizzare.  
(Riferimento guida per le connessioni alla rete elettrica di Enel Distribuzione, Dicembre 2010 Ed. 2.1, paragrafo J.6.4 imprese esecutrici)

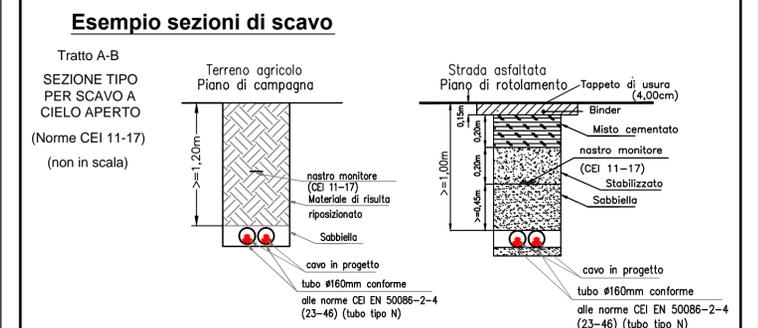
**Opere da eseguire**

Nel Punto B posare n.° 2 scomparti di linea tipo IM n.° 1 scomparti tipo UA + n.° 2 TV 15000/100 + n.° 2 TA 100/5 + n.° 1 cordone per collegamento lungo 12 m + quadretto di illuminazione e presa cabina + collegamenti di terra interno cabina + esecuzione maglia di terra esterno come da disegno allegato in pagina 6.

Nel tratto A-B realizzare nuovo cavidotto a 2 tubi corrugati Ø160 (tipo "N" - Norme CEI EN 50086-2-4 (23-46) ) a profondità maggiore o uguale di 1,20 m dal piano di rotolamento all'estradosso superiore del tubo.

Eseguire la buca giunti nella posizione A, posare i cavi MT nel nuovo cavidotto e attestarli agli scomparti IM in cabina. Dopo l'esito positivo del collaudo da parte di ENEL, eseguire n.° 2 giunti sul cavo esistente nel punto A.

Nel tratto C-D realizzare nuovo cavidotto a 1 tubo corrugato (tipo "N" - Norme CEI EN 50086-2-4 (23-46) ) di raccordo dal pozzetto esistente ENEL (punto C) al punto D, posare nuovo pozzetto 0,90x0,90 nel punto D e realizzare ingressi in cabina (vedi particolare cabina).



**Interferenze e prescrizioni**

Sono a carico dell'impresa esecutrice le autorizzazioni e gli oneri relativi a:  
- occupazione di suolo pubblico;  
- individuazione e picchettamento di eventuali sottoservizi (telecom, rete gas, rete idrica, fognature, ecc.);  
- esecuzione delle opere interferenti a norma delle prescrizioni fornite dagli enti gestori.

Interferenze	Prescrizioni	Referente	Note
Linea elettrica MT a 15 kV in cavo interrato	In fase di collegamento della linea interista, occorre richiedere a Enel Distribuzione la messa fuori servizio della linea stessa per poter realizzare i giunti. ATTENERSI ALLA NOTA TECNICA ENEL CONSEGNATA IN FASE ASSEGNAZIONE LAVORO.	Enel Distribuzione Guerrini Mauro tel. 329 2406575	N.B. occorre richiedere la messa fuori servizio con almeno venti giorni di anticipo
Proprietà private	eventuali danni causati alle proprietà durante la costruzione della linea elettrica saranno liquidati dalla ditta incaricata all'esecuzione dei lavori		

