

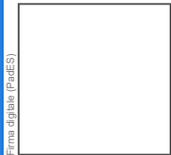
REGIONE SARDEGNA  
Città Metropolitana di Cagliari  
Comune di Uta

IMPIANTO FOTOVOLTAICO "UTA"

PROGETTO DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO DI POTENZA PARI A 98,5 MW<sub>p</sub> INTEGRATO DA UN SISTEMA DI ACCUMULO (75 MW COMPLESSIVI IN IMMISSIONE) DENOMINATO "FV UTA" E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE DA REALIZZARE NEL COMUNE DI UTA(CITTA' METROPOLITANA DI CAGLIARI)



COMMITTENTE:



Firma digitale (PAdES)

**CVA.**

CVA EOS s.r.l.  
Via Stazione, 31  
11024 Châtillon (AO)

PROGETTISTA:



Ing. Giuseppe Pipitone  
Via Libero Grassi, 8  
91011 Alcamo (TP)

OGGETTO DELL'ELABORATO

(R) - Elaborati tecnico-descrittivi

8 - Relazione tecnica opere di connessione alla rete

REV.	DATA	DESCRIZIONE REV.	REDATTO	VERIFICATO	
0	12/2023	PRIMA EMISSIONE	GP	GP	
CODICE ELABORATO			SCALA	FOGLIO	FORMATO
PD-R.8-RENO808PDRrti008R0			/	1 di 34	A4

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.8 – RENO808PDRrti008R0	RELAZIONE TECNICA OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE	2

#### Storia delle revisioni del documento

REV.	DATA	DESCRIZIONE REVISIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
0	12-2023	Prima emissione	GP	GP	GP

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.8 – RENO808PDRrti008R0	RELAZIONE TECNICA OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE	3

## INDICE

<b>1. PREMESSA</b> .....	<b>4</b>
<b>2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO</b> .....	<b>5</b>
<b>3. STMG RILASCIATA DAL DISTRIBUTORE</b> .....	<b>8</b>
<b>4. DESCRIZIONE GENERALE DELLE OPERE</b> .....	<b>9</b>
4.1. RIFERIMENTI CARTOGRAFICI.....	9
4.2. DATI GENERALI IMPIANTO.....	13
4.3. CONFIGURAZIONE IMPIANTO.....	15
<b>5. EDIFICIO PRODUTTORE</b> .....	<b>18</b>
5.1. UBICAZIONE E VIABILITA' DI ACCESSO.....	18
5.2. OPERE CIVILI AREA EDIFICIO .....	19
<b>6. COLLEGAMENTO CON LA SE RTN 380/150/36 KV DI NUOVA REALIZZAZIONE RUMIANCA 2</b> .....	<b>20</b>
6.1. DIMENSIONAMENTO ELETTRICO.....	22
6.2. LA TENUTA TERMICA DEI CAVI A SEGUITO DI UN CORTOCIRCUITO CALCOLO DELLE CADUTE DI TENSIONE .....	22
6.3. CALCOLO DELLE PORTATE.....	22
6.3.1. <i>Dati tecnici del cavo utilizzato</i> .....	23
6.3.2. <i>Temperatura del terreno</i> .....	24
6.3.3. <i>Numero di terne per scavo</i> .....	24
6.3.4. <i>Posa direttamente interrata</i> .....	25
6.3.5. <i>Profondità di posa</i> .....	25
6.3.6. <i>Resistività termica del terreno</i> .....	25
6.3.7. <i>Tabulati di calcolo</i> .....	26
<b>7. CAMPI ELETTROMAGNETICI E FASCE DI RISPETTO</b> .....	<b>28</b>
<b>8. SE TERNA RUMINACA 2 - 380/150/36 KV</b> .....	<b>29</b>
8.1. UBICAZIONE .....	29
8.2. OPERE ELETTROMECCANICHE IN SE TERNA.....	30
8.2.1. <i>Servizi ausiliari</i> .....	31
8.2.2. <i>Edifici SE TERNA</i> .....	31
8.3. DETTAGLIO APPARECCHIATURE ELETTROMECCANICHE .....	33

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.8 – RENO808PDRrti008R0	RELAZIONE TECNICA OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE	4

## 1. PREMESSA

In linea con gli indirizzi di politica energetica nazionale ed internazionale relativi alla promozione dell'utilizzo delle fonti rinnovabili e alla riduzione delle emissioni di gas climalteranti, CVA EOS s.r.l. ha avviato un progetto per la realizzazione di un impianto denominato "FV UTA" di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile del tipo fotovoltaico. L'area di impianto ricade nel territorio del Comune di Uta, invece, le opere di connessione alla rete ricadono in parte nel territorio del Comune di Uta ed in parte nel territorio del Comune di Assemini (Città Metropolitana di Cagliari).

Il progetto consiste nella realizzazione di un impianto fotovoltaico a terra su strutture ad inseguimento monoassiale, composto da n°23 campi di potenza variabile da 3,75 MW<sub>p</sub> a 4,635 MW<sub>p</sub>; si tratta di un impianto di complessivi 98,55 MW<sub>p</sub> (potenza in immissione pari a 75,00 MW) collegati fra loro attraverso una rete di distribuzione interna a 36 kV. Presso l'impianto verranno realizzate le cabine di campo (Power Station), la Control Room e le Cabine principali di impianto (Main Technical Room) MTR in numero pari a 5.

Le linee di collegamento 36 kV in uscita dall'ultima MTR, previo raggruppamento in apposito quadro AT sito all'interno di un edificio produttore adiacente alla SE TERNA, saranno collegate in antenna fino alla sezione a 36 kV della futura Stazione Elettrica (SE) della RTN 380/150/36 kV da inserire in entra – esce alla linea RTN a 380 kV "UTA - Villasor". Nella porzione Nord di impianto è prevista la realizzazione di un'area ESS (Energy Storage System) per l'accumulo di un'aliquota di potenza prodotta per un massimo di 57,6 MWh/45,6 MW<sub>p</sub> (come previsto da preventivo di Connessione rilasciato dal distributore, TERNA, con codice pratica 202200630).

Per quanto riguarda la documentazione relativa alle opere di rete su RTN incluse nel preventivo di connessione di Terna si rimanda al progetto di un impianto fotovoltaico denominato "MACCHIAREDDU 3" per il quale è stata presentata istanza di VIA (PNIEC-PNRR) al MASE in data 02.08.2022 (Codice Procedura n. 8787) dalla società "EnergyMac3 Srl", in qualità di capofila nominata da Terna per la parte delle opere di connessione su RTN.

La presente relazione ha per scopo quello di illustrare le opere necessarie per la connessione del parco fotovoltaico "FV UTA", alla rete elettrica di distribuzione in alta tensione e di individuare in modo univoco i materiali di cui si farà uso e le specifiche lavorazioni previste, conformemente alle direttive e alla normativa vigente. Si darà evidenza, nel presente elaborato specialistico, del dimensionamento dell'area produttore e della connessione alla SE TERNA di futura realizzazione. La tipologia di opera prevista rientra nella categoria "impianti industriali non termici per la produzione di energia, vapore ed acqua calda" citata nell'All. IV lettera c) del D.Lgs 152/2006 aggiornato con il D.Lgs 4/2008 vigente dal 13 febbraio 2008.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.8 – RENO808PDRrti008R0	RELAZIONE TECNICA OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE	5

## 2.    **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

Per la realizzazione del presente progetto si è fatto riferimento, tra l'altro, alla seguente normativa ( e tutte le successive integrazioni e/o modifiche):

- D.Lgs. 387/2003
- D.Lgs. 28/2011
- Regio Decreto 11 dicembre 1933, n. 1775 "Testo unico delle disposizioni di legge sulle acque e impianti elettrici;
- D.P.R. 18 marzo 1965, n. 342 "Norme integrative della legge 6 dicembre 1962, n. 1643 e norme relative al coordinamento e all'esercizio delle attività elettriche esercitate da enti ed imprese diversi dall'Ente Nazionale per l'Energia Elettrica";
- Legge 28 giugno 1986, n. 339 "Nuove norme per la disciplina della costruzione e dell'esercizio di linee elettriche aeree esterne";
- Decreto legislativo 31 marzo 1998, n. 112 "Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle regioni ed enti locali, in attuazione del capo I della legge 15 marzo 1997, n. 59";
- Norma CEI 11-32: Impianti di produzione di energia elettrica collegati a reti di III categoria;
- Norma CEI 0-16 Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica;
- Norma CEI 11-27 Lavori su impianti elettrici;
- Norma CEI EN 50110-1-2 Esercizio degli impianti elettrici;
- Norma CEI 11-1 Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata;
- Norma CEI 11-4 Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne;
- Norma CEI 11-17 Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica Linee in cavo;
- Norma CEI 11-20 Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria;
- Norma CEI 11-37: Guida per l'esecuzione degli impianti di terra nei sistemi utilizzatori di energia alimentati a tensione maggiore di 1 kV;
- Norma CEI 20-13 Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30 kV;
- Norma CEI EN 60721-3-3 Classificazioni delle condizioni ambientali;
- Norma CEI EN 60721-3-4 Classificazioni delle condizioni ambientali;
- Norma CEI EN 60068-3-3 Prove climatiche e meccaniche fondamentali Parte 3: Guida – Metodi di prova sismica per apparecchiature;

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.8 – RENO808PDRrti008R0	RELAZIONE TECNICA OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE	6

- Norma CEI 64-2 Impianti elettrici in luoghi con pericolo di esplosione;
- Norma CEI 64-8 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua;
- Norma CEI EN 62271-100 Interruttori a corrente alternata ad alta tensione;
- Norma CEI EN 62271-102 Sezionatori e sezionatori di terra a corrente alternata per alta tensione;
- Norma CEI EN 61009-1 Interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e similari;
- Norma CEI EN 60898-1 Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari;
- Norma CEI 33-2 Condensatori di accoppiamento e divisori capacitivi;
- Norma CEI 36-12 Caratteristiche degli isolatori portanti per interno ed esterno destinati a sistemi con tensioni nominali superiori a 1000 V;
- Norma CEI EN 60044-1 Trasformatori di corrente;
- Norma CEI EN 60044-2 Trasformatori di tensione induttivi;
- Norma CEI EN 60044-5 Trasformatori di tensione capacitivi;
- Norma CEI 57-2 Bobine di sbarramento per sistemi a corrente alternata;
- Norma CEI 57-3 Dispositivi di accoppiamento per impianti ad onde convogliate;
- Norma CEI EN 60076-1 Trasformatori di potenza;
- Norma CEI EN 60137 Isolatori passanti per tensioni alternate superiori a 1 kV;
- Norma CEI EN 60099-4 Scaricatori ad ossido di zinco senza spinterometri per reti a corrente alternata;
- Norma CEI EN 60099-5 Scaricatori – Raccomandazioni per la scelta e l'applicazione;
- Norma CEI EN 60507 Prove di contaminazione artificiale degli isolatori per alta tensione in sistemi a corrente alternata;
- Norma CEI EN 60694 Prescrizioni comuni per l'apparecchiatura di manovra e di comando ad alta tensione;
- Norma CEI EN 60529 Gradi di protezione degli involucri (Codice IP)
- Norma CEI EN 60168 Prove di isolatori per interno ed esterno di ceramica e di vetro per impianti con tensione nominale superiore a 1000 V;
- Norma CEI EN 60383-1 Isolatori per linee aeree con tensione nominale superiore a 1000 V – Parte 1 Isolatori in materiale ceramico o in vetro per sistemi in corrente alternata;
- Norma CEI EN 60383-2 Isolatori per linee aeree con tensione nominale superiore a 1000 V – Parte 2 Catene di isolatori e equipaggiamenti completi per reti in corrente alternata;
- Norme CEI EN 61284 Linee aeree – Prescrizioni e prove per la morsetteria;
- Norma CEI EN 61000-6-2 Immunità per gli ambienti industriali;

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.8 – RENO808PDRrti008R0	RELAZIONE TECNICA OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE	7

- Norma CEI EN 61000-6-4 Emissione per gli ambienti industriali;
- Norma CEI-UNEL 35027: Cavi di energia per tensione nominale U da 1 kV a 30 kV
- Portate di corrente in regime permanente - Posa in aria ed interrata;
- Guida Terna. INSIX1016 Criteri di coordinamento dell'isolamento nelle reti AT;
- Guida Terna DRRPX04042 Criteri generali di protezione delle reti a tensione uguale o superiore a 120 kV;
- Guida Terna DRRPX02003 Criteri di automazione delle stazioni elettriche a tensione uguale o superiore a 120 kV;
- Guida Terna DRRPX03048 Specifica funzionale per sistema di monitoraggio delle reti elettriche a tensione uguale o superiore a 120 kV.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.8 – RENO808PDRrti008R0	RELAZIONE TECNICA OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE	8

### 3. STMG RILASCIATA DAL DISTRIBUTORE

La Soluzione Tecnica Minima Generale rilasciata dal distributore con codice pratica 202200630, prevede che l'impianto venga allacciato in antenna a 36 kV sulla sezione a 36 kV della Futura stazione Elettrica (SE) della RTN 380/150/36 kV da inserire in entra-esce alla linea RTN a 380 kV "Rumianca-Villasor" previo:

- ✓ Riclassamento a 380 kV della linea RTN 220 kV "Rumianca-Villasor";
- ✓ Ampliamento della sezione 380 kV della esistente SE RTN 220/150 di Villasor, da raccordare alla linea RTN 380 kV "Ittiri – Selargius".

Il preventivo di connessione prevede la richiesta di allaccio alla RTN dell'impianto FV UTA integrato con un sistema di accumulo da 45,6 MW.

La potenza totale ai fini della connessione è pari a 75 MW in immissione.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.8 – RENO808PDRrti008R0	RELAZIONE TECNICA OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE	9

## 4. DESCRIZIONE GENERALE DELLE OPERE

### 4.1. RIFERIMENTI CARTOGRAFICI

L'impianto fotovoltaico in oggetto è ubicato nel territorio del Comune di Uta (Città Metropolitana di Cagliari) e si sviluppa su un'area di circa 125 ha.

Le realizzande opere di connessione alla rete elettrica del distributore ricadono in buona parte nello stesso Comune di Uta ed in minima parte nel territorio del Comune di Assemini.

Dal punto di vista cartografico, le opere in progetto sono individuate all'interno delle seguenti cartografie e Fogli di Mappa:

#### 1) Impianto Fotovoltaico "FV UTA":

- Fogli I.G.M. in scala 1:25.000, di cui alle seguenti codifiche 233 I-NE, 233 I-SE, 234 IV-NO e 234 IV-SO;
- Carta Tecnica Regionale CTR, scala 1: 10.000, fogli n°556120 e n°556160;
- Foglio di mappa catastale n°49 del Comune di Uta, p.lla n°188;
- Foglio di mappa catastale n°50 del Comune di Uta, p.lle n°360, 361, 362, 363, 364, 365, 366, 367, 368, 369;

#### 2) Elettrodotto di collegamento 36 kV tra area di impianto e SE 150/36 kV:

- Foglio I.G.M. in scala 1:25.000, di cui alla seguente codifica: 556\_II\_SE-Assemini;
- Carta Tecnica Regionale (CTR), scala 1: 10.000, fogli n°556120, 556190, 557090, 557130;
- Foglio di mappa catastale n°49 del Comune di Uta, p.lle n°135, 137 e 188;
- Foglio di mappa catastale n°44 del Comune di Uta, p.lle n°659, 661 e 663;
- Foglio di mappa catastale n°50 del Comune di Uta, p.lle n°122, 223, 124, 450, 126, 444 e 469;
- Foglio di mappa catastale n°51 del Comune di Uta, p.lle n°835, 831, 907 e 141;
- Foglio di mappa catastale n°55 del Comune di Assemini, p.lle n°505, 199, 506, 317, 227, 226, 29 e 31;
- Foglio di mappa catastale n°54 del Comune di Assemini, p.lle n°1564, 1559, 1561, 1400, 528, 220, 1203, 1505, 1503, 323, 313, 312, 158, 54, 79, 154, 388, 1448, 182, 174, 173, 172, 171, 112 e 1287;
- Foglio di mappa catastale n°37 del Comune di Uta, p.lle n°225, 88, 388, 389, 265, 87, 86, 85, 198, 84, 931, 502, 464, 514, XX494, 430;
- Foglio di mappa catastale del Comune di Uta n°36, p.lle n° 134, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 137, 138, 139, 140, 692 (A-B-D), 691.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.8 – RENO808PDRrti008R0	RELAZIONE TECNICA OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE	10

Il cavidotto transiterà per quasi la totalità della sua estensione sulla SP1 e sulla Strada Consortile Macchiareddu che tuttavia ad oggi, non risultano catastalmente censite. Per l'ultimo tratto l'elettrodotto sarà interrato su viabilità comunale (Strada Comunale Bingias) per poi giungere all'edificio produttore e alla SE Terna.

### 3) Edificio Produttore (36 kV)

- Foglio I.G.M. in scala 1:25.000, di cui alla seguente codifica: 234 IV-NO;
- Carta Tecnica Regionale, scala 1: 10.000, foglio n°556120;
- Foglio di mappa catastale del Comune di Uta n°36, p.lle 134 e 135.

### 4) Stazione Terna SE

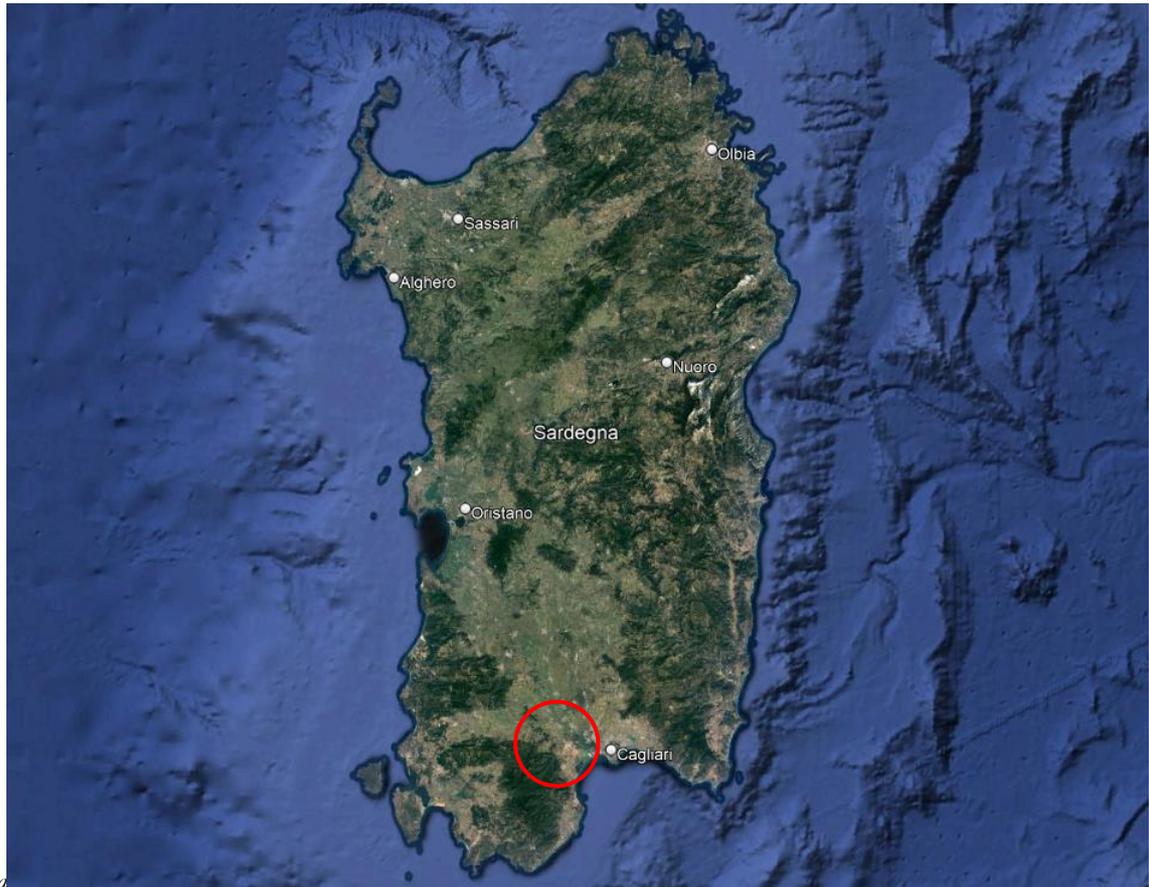
- Foglio I.G.M. in scala 1:25.000, di cui alla seguente codifica: 234 IV-NO;
- Carta Tecnica Regionale, scala 1: 10.000, foglio n°556120;
- Foglio di mappa catastale del Comune di Uta n°36, p.lle n° 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 137, 138, 139, 140, 692 (A-B-C-D), 691, 317, 316, 315, 314, 111, 54, 682, 187, 59, 436, 60, 62, 64, 66, 69, 77, 434, 712, 711, 517, 693, 79, 477, 80, 81, 114, 115, 116, 471, 117, 119, 145, 345, 146, 147 (A), 235, 478.

Di seguito le coordinate assolute del sito nel sistema UTM 33 WGS84:

COORDINATE ASSOLUTE NEL SISTEMA UTM 33 WGS84			
DESCRIZIONE	E [m]	N [m]	H
Parco Fotovoltaico "FV UTA"	496363	4339907	H <sub>variabile</sub> = 41/34 m s.l.m.
Area SE Terna	497590	4345624	H <sub>media</sub> = 10 m s.l.m.
Area Edificio Produttore	497483	4345489	H <sub>media</sub> = 9 m s.l.m.

Tabella 1 - Coordinate assolute del parco FV UTA e del punto di consegna

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.8 – RENO808PDRrti008R0	RELAZIONE TECNICA OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE	11



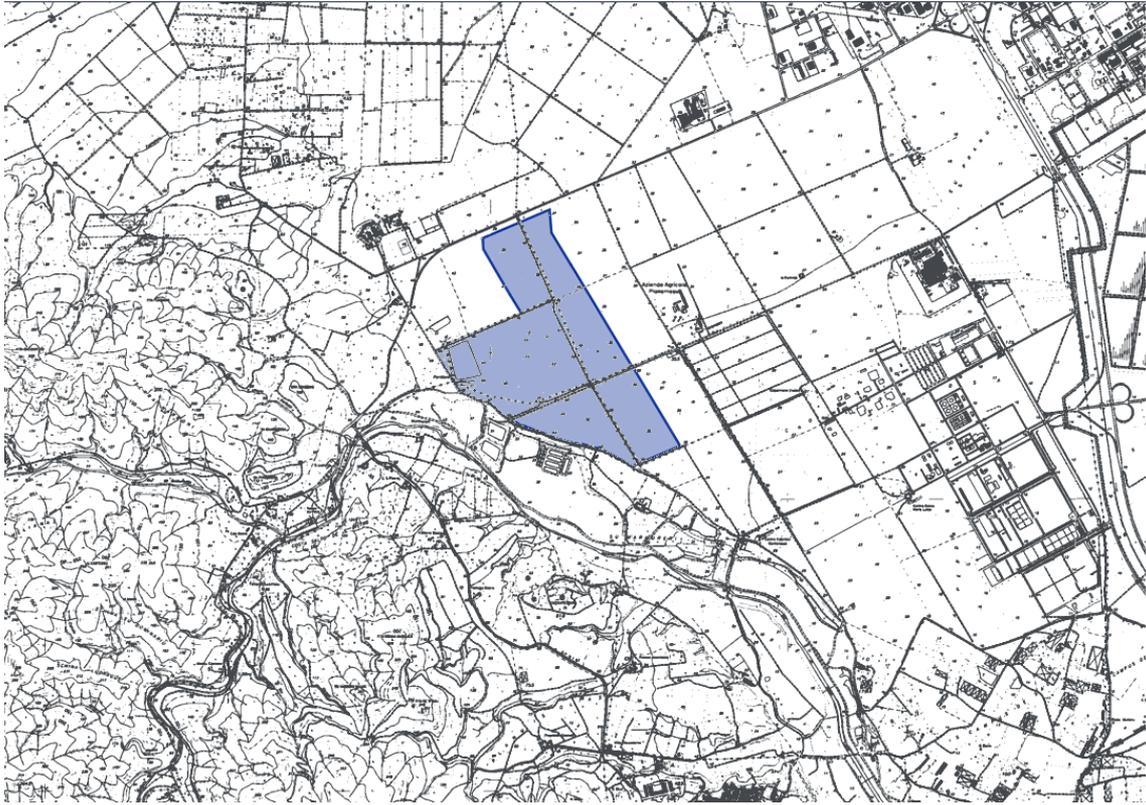
alla

Figura 1 - Ubicazione area di impianto da satellite

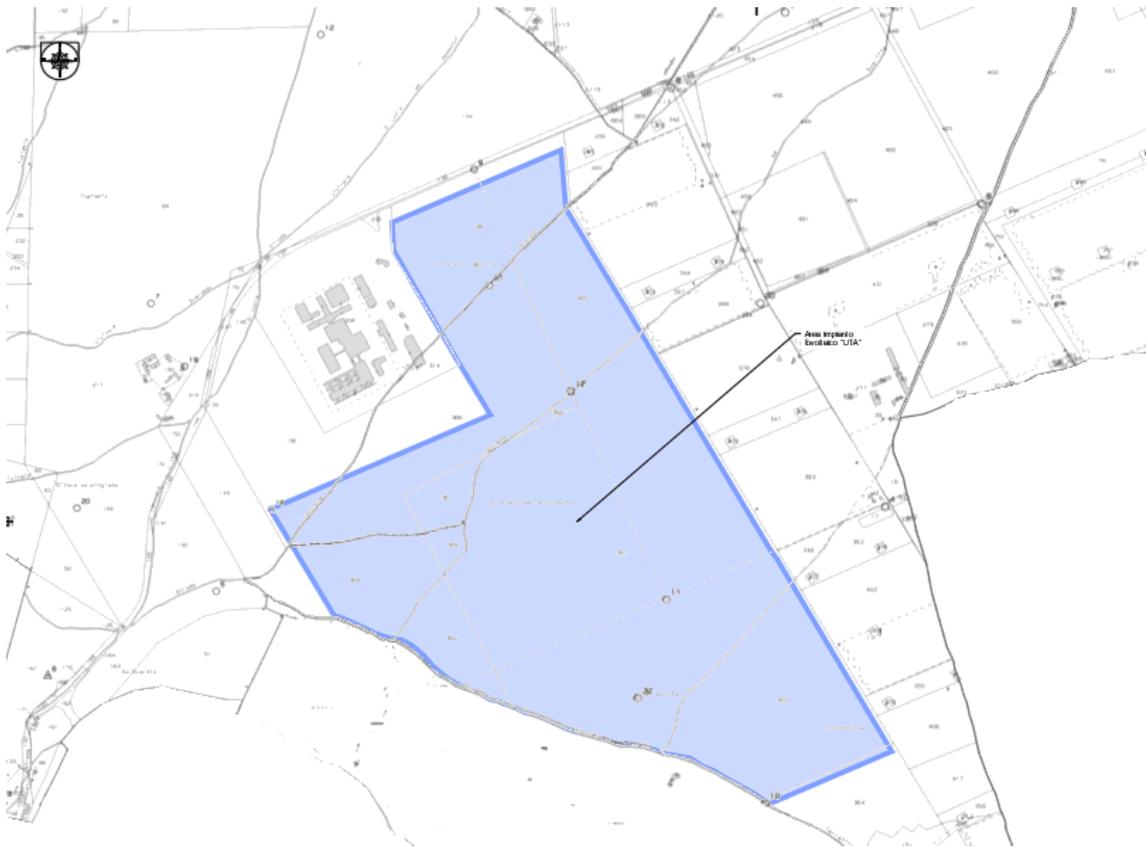


Figura 2 - Inquadramento Impianto "FV UTA" su ortofoto

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.8 – RENO808PDRrti008R0	RELAZIONE TECNICA OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE	12



*Figura 2 - Inquadramento Impianto "FV UTA" su C.T.R.*



*Figura 4 - Inquadramento Impianto "FV UTA" su catastale*

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.8 – RENO808PDRrti008R0	RELAZIONE TECNICA OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE	13

## 4.2. DATI GENERALI IMPIANTO

L'impianto fotovoltaico, nel suo complesso sarà costituito dalle seguenti componenti:

- ✓ moduli fotovoltaici in numero di 157.680 raggruppati in stringhe da 24 moduli: saranno installati su apposite strutture metalliche ad inseguimento monoassiale fissate al terreno attraverso profili metallici infissi o trivellati;
- ✓ n°426 String box che ricevono i cavi BT provenienti dalle stringhe di impianto e hanno lo scopo di parallelare i cavi verso gli inverter centralizzati ubicati all'interno delle power station;
- ✓ n°23 Inverter centralizzati (un inverter per ogni Power Station), che hanno lo scopo di ricevere i cavi BT provenienti dagli string box e di trasformare la corrente da continua (CC) ad alternata (AC);
- ✓ n°23 Power Station (PS) o cabine di campo che avranno la funzione di elevare la tensione da bassa a 36 kV. Si tratta delle PS SMA del tipo MVPS4000-S2 e MVPS4400-S2; esse saranno collegate tra loro ove possibile in entra-esce o direttamente alle cabine principali di impianto. Ogni PS raccoglie l'energia prodotta da ciascun campo di cui si compone l'impianto, con potenze variabili da 3,75 MWp a 4,635 MWp;
- ✓ una linea interrata BT di collegamento fra string box e Inverter centralizzati;
- ✓ una linea interrata interna a 36 kV - di collegamento fra le Power Station dell'impianto fotovoltaico "UTA" e le MTR di impianto;
- ✓ n°4 Cabine Elettriche MTR (Main Technical Room) per la connessione e la distribuzione; in esse sono contenuti i quadri a 36 kV all'interno dei quali verranno convogliate le linee 36 kV relative ai sottocampi (da A a P) di cui si compone l'impianto;
- ✓ n°1 MTR in uscita dall'impianto in cui verranno convogliate le linee a 36 kV provenienti dalle prime 4 MTR, avverrà il parallelo, lo scambio entra-esce con il BESS e la partenza verso l'edificio produttore prima e la SE TERNA poi;
- ✓ n°1 Control Room destinata ad ospitare uffici e relativi servizi: monitoraggio della strumentazione di sicurezza e locale deposito;
- ✓ un'area adibita allo Storage - BESS - composta da container prefabbricati che ospitano i rack di batterie, Power Conversion System (PCS) e una linea di connessione 36 kV all'edificio produttore della SSE utente.
- ✓ un edificio produttore a 36 kV sito in adiacenza alla SE TERNA all'interno del quale avverrà la misura e il parallelo delle linee prima dell'ingresso nei quadri della Stazione del Distributore;
- ✓ un collegamento elettrico dell'impianto fotovoltaico alla rete di trasmissione di alta tensione che avverrà in antenna a 36 kV sulla sezione a 36 kV della futura Stazione Elettrica (SE) della RTN 380/150/36 kV da inserire in entra – esce alla linea RTN a 380 kV "Rumianca - Villasor", previo:

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.8 – RENO808PDRrti008R0	RELAZIONE TECNICA OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE	14

- ✓ riclassamento a 380 kV della linea RTN 220 kV “Rumianca – Villasor”;
- ✓ ampliamento della sezione 380 kV della esistente SE RTN 380/220/150 kV di Rumianca;
- ✓ realizzazione della sezione 380 kV della SE RTN 220/150 kV di Villasor, da raccordare alla linea RTN 380 kV “Ittiri – Selargius”.

L’impianto è completato da:

- tutte le infrastrutture tecniche necessarie alla conversione DC/AC della potenza generata dall’impianto e dalla sua consegna alla rete di trasmissione nazionale;
- opere accessorie, quali: impianti di illuminazione, videosorveglianza, antintrusione, monitoraggio, viabilità di servizio, cancelli e recinzioni.

Da quanto progettato discendono i seguenti dati:

Elementi fisici impianto	Superficie impegnata [m <sup>2</sup> ]	Superficie impegnata [ha]	Incidenza percentuale
Proprietà	1251833,1	125,18	100,00%
Superficie viabilità	68851,6	6,89	5,50%
Area cabine totale	850,3	0,09	0,09%
Area a verde di mitigazione perimetrale	49096,8	4,91	3,92%
Area a verde di mitigazione interna esistente	19891,3	1,99	1,59%
Area Pannellata (inseguitori)	453609,5	45,36	36,24%
Area BESS	4645,0	0,46	0,37%
Corridoi tra pannelli	654888,6	65,49	52,31%

Il grafico che segue indica l’incidenza percentuale di ciascuna delle superfici su riportate sul totale di 125,18 ha.

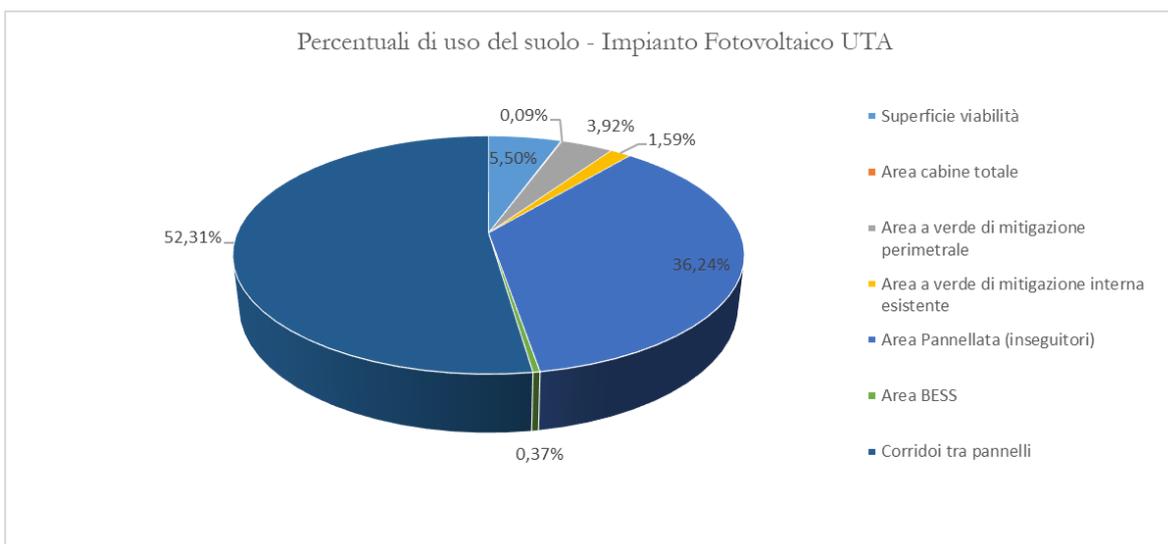


Figura 3 - Grafico che mostra l’incidenza percentuale della copertura di suolo sul totale disponibile

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.8 – RENO808PDRrti008R0	RELAZIONE TECNICA OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE	15

Come anticipato in premessa, ai fini della connessione alla rete di distribuzione dell'impianto fotovoltaico in progetto, la società promotrice ha richiesto e ottenuto dal distributore apposito preventivo di connessione identificato con codice pratica 202200630, condizionato all'autorizzazione, contestualmente alle opere di cui al presente progetto, delle opere necessarie per la connessione alla rete sopra. La connessione avverrà attraverso collegamento in antenna a 36 kV sulla sezione a 36 kV della futura Stazione Elettrica (SE) della RTN 380/150/36 kV da inserire in entra – esce alla linea RTN a 380 kV "Rumianca - Villasor". Tali opere di rete, rientrando negli interventi di adeguamento e/o sviluppo della rete di distribuzione e/o della Rete di Trasmissione Nazionale (RTN), risultano essere **Opere di Pubblica Utilità**.

Tali opere connesse, come indicato ai sensi dall'art. 1 octies della L. n.129/2010, costituiscono un unicum dal punto di vista funzionale con il progetto dell'impianto fotovoltaico in esame, e pertanto dovranno essere autorizzate in uno con lo stesso impianto fotovoltaico, ai sensi del D.Lgs. 387/03, art. 12 commi 3 e 4bis. L'impianto nel suo complesso è in grado di alimentare dalla rete tutti i carichi rilevanti (ad es: quadri di alimentazione, illuminazione). Di seguito si riporta la descrizione sintetica dei principali componenti d'impianto; per dati tecnici di maggior dettaglio si rimanda a tutti i relativi elaborati specialistici.

### 4.3. CONFIGURAZIONE IMPIANTO

L'impianto in progetto produce energia elettrica in BT su più linee in uscita dagli inverter centralizzati, le quali vengono convogliate verso appositi quadri nei locali di cabina, dove avverrà la trasformazione BT/36kV. La linea in uscita dai trasformatori BT/36kV di ciascun campo verrà quindi vettoriata verso le cabine MTR (da 1 a 4 a seconda dell'area di impianto), dove avverranno le misure e la partenza verso la MTR 5; all'interno di questa avverranno le misure, lo scambio con il sistema di storage (ESS) ad essa adiacente e la partenza verso l'edificio produttore e la SE Terna; il punto di consegna come sopra riportato sarà in antenna a 36 kV sulla sezione a 36 kV della futura Stazione Elettrica (SE) della RTN 380/150/36 kV da inserire in entra – esce alla linea RTN a 380 kV "Rumianca - Villasor". L'impianto FV come sopra sintetizzato, è suddiviso elettricamente in 23 aree cui competono le 23 PS presenti nel layout:

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.8 – RENO808PDRrti008R0	RELAZIONE TECNICA OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE	16

Sottocampo	Potenza (kW)
PS1	4.635,00
PS2	4.080,00
PS3	4.305,00
PS4	4.320,00
PS5	4.080,00
PS6	4.575,00
PS7	4.515,00
PS8	4.470,00
PS9	4.305,00
PS10	4.395,00
PS11	4.410,00
PS12	4.590,00
PS13	3.840,00
PS14	3.750,00
PS15	4.485,00
PS16	3.945,00
PS17	4.455,00
PS18	4.440,00
PS19	4.365,00
PS20	4.380,00
PS21	3.975,00
PS22	4.365,00
PS23	3.870,00
<b>Totale</b>	<b>98.550,00</b>

I moduli verranno installati su apposite strutture in acciaio zincato, del tipo ad inseguimento monoassiale, gravanti su pali infissi/trivellati nel terreno a profondità variabile.

La scelta dei materiali utilizzati per le strutture conferisce alla struttura di sostegno robustezza e una vita utile di gran lunga superiore ai 20 anni, tempo di vita minimo stimato per l'impianto di produzione. Il generatore fotovoltaico, presenta una potenza di picco complessiva pari a **98.550,00 kWp**, intesa come somma delle potenze di targa o nominali di ciascun modulo misurata in condizioni di prova standard (STC), ossia considerando un irraggiamento pari a 1000 W/m<sup>2</sup>, con distribuzione dello spettro solare di riferimento (Massa d'aria AM 1,5) e temperatura delle celle di 25°C, secondo norme CEI EN 904/1-2-3.

L'impianto Fotovoltaico in oggetto è composto complessivamente da 157.680 moduli fotovoltaici del tipo N-type in silicio monocristallino, collegati in serie da 24 moduli tra loro così da formare gruppi di moduli denominati stringhe le cui correnti vengono raccolte da string box (in numero complessivo pari a 426) collegati ad inverter centralizzati presso le

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.8 – RENO808PDRrti008R0	RELAZIONE TECNICA OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE	17

Power Station di impianto.

Le stringhe di ogni sottocampo verranno attestate a gruppi che variano da 15 a 16 presso gli String Box, dove avviene il parallelo delle stringhe e il monitoraggio dei dati elettrici.

La tabella che segue mostra la suddivisione dell'impianto di generazione in PS, con i dati relativi al numero di stringhe e alla potenza nominale in c.c.

STRUTTURE	AREA	N. stringbox per sezione inverter	N. stringhe per ciascun stringbox	Corrente stringbox	N. stringhe per sezione inverter	N. stringhe per Power Station	N. moduli per sezione inverter	Potenza ingresso sezione inverter [kW]	Potenza picco [kW]	Potenza nominale AC singolo inverter	Potenza nominale AC banco inverter	CONFIGURAZIONE	Rapporto di utilizzo inverter (DC/AC Ratio)
TRACCE MONDASOLI	PS1	11	15	203,4	165	309	3960	2475	4635	4400	4400	Power Station SMA MVPS da 4,40 MW	1,053
		9	16	216,96	144		3456	2160					
	PS2	16	15	203,4	240	272	5760	3600	4080	4000	4000	Power Station SMA MVPS da 4,00 Mw	1,020
		2	16	216,96	32		768	480					
	PS3	17	15	203,4	255	287	6120	3825	4305	4400	4400	Power Station SMA MVPS da 4,40 MW	0,978
		2	16	216,96	32		768	480					
	PS4	0	15	203,4	0	288	0	0	4320	4400	4400	Power Station SMA MVPS da 4,40 MW	0,982
		18	16	216,96	288		6912	4320					
	PS5	16	15	203,4	240	272	5760	3600	4080	4000	4000	Power Station SMA MVPS da 4,00 Mw	1,020
		2	16	216,96	32		768	480					
	PS6	15	15	203,4	225	305	5400	3375	4575	4400	4400	Power Station SMA MVPS da 4,40 MW	1,040
		5	16	216,96	80		1920	1200					
	PS7	3	15	203,4	45	301	1080	675	4515	4400	4400	Power Station SMA MVPS da 4,40 MW	1,026
		16	16	216,96	256		6144	3840					
	PS8	6	15	203,4	90	298	2160	1350	4470	4400	4400	Power Station SMA MVPS da 4,40 MW	1,016
		13	16	216,96	208		4992	3120					
	PS9	17	15	203,4	255	287	6120	3825	4305	4400	4400	Power Station SMA MVPS da 4,40 MW	0,978
		2	16	216,96	32		768	480					
	PS10	11	15	203,4	165	293	3960	2475	4395	4400	4400	Power Station SMA MVPS da 4,40 MW	0,999
		8	16	216,96	128		3072	1920					
	PS11	10	15	203,4	150	294	3600	2250	4410	4400	4400	Power Station SMA MVPS da 4,40 MW	1,002
		9	16	216,96	144		3456	2160					
	PS12	14	15	203,4	210	306	5040	3150	4590	4400	4400	Power Station SMA MVPS da 4,40 MW	1,043
		6	16	216,96	96		2304	1440					
	PS13	16	15	203,4	240	256	5760	3600	3840	4000	4000	Power Station SMA MVPS da 4,00 Mw	0,960
		1	16	216,96	16		384	240					
	PS14	6	15	203,4	90	250	2160	1350	3750	4000	4000	Power Station SMA MVPS da 4,00 Mw	0,938
		10	16	216,96	160		3840	2400					
	PS15	5	15	203,4	75	299	1800	1125	4485	4400	4400	Power Station SMA MVPS da 4,40 MW	1,019
		14	16	216,96	224		5376	3360					
	PS16	9	15	203,4	135	263	3240	2025	3945	4000	4000	Power Station SMA MVPS da 4,00 Mw	0,986
		8	16	216,96	128		3072	1920					
PS17	7	15	203,4	105	297	2520	1575	4455	4400	4400	Power Station SMA MVPS da 4,40 MW	1,013	
	12	16	216,96	192		4608	2880						
PS18	8	15	203,4	120	296	2880	1800	4440	4400	4400	Power Station SMA MVPS da 4,40 MW	1,009	
	11	16	216,96	176		4224	2640						
PS19	13	15	203,4	195	291	4680	2925	4365	4400	4400	Power Station SMA MVPS da 4,40 MW	0,992	
	6	16	216,96	96		2304	1440						
PS20	12	15	203,4	180	292	4320	2700	4380	4400	4400	Power Station SMA MVPS da 4,40 MW	0,995	
	7	16	216,96	112		2688	1680						
PS21	7	15	203,4	105	265	2520	1575	3975	4000	4000	Power Station SMA MVPS da 4,00 Mw	0,994	
	10	16	216,96	160		3840	2400						
PS22	13	15	203,4	195	291	4680	2925	4365	4400	4400	Power Station SMA MVPS da 4,40 MW	0,992	
	6	16	216,96	96		2304	1440						
PS23	14	15	203,4	210	258	5040	3150	3870	4000	4000	Power Station SMA MVPS da 4,00 Mw	0,968	
	3	16	216,96	48		1152	720						
<b>TOTALI</b>		<b>426</b>	<b>/</b>	<b>/</b>	<b>6570</b>		<b>157680</b>		<b>98550</b>		<b>98400</b>		

Coerentemente con la distribuzione delle sopra citate aree, sono state individuate differenti configurazioni per gli inverter, delle quali si dà dettaglio negli elaborati grafici di progetto.

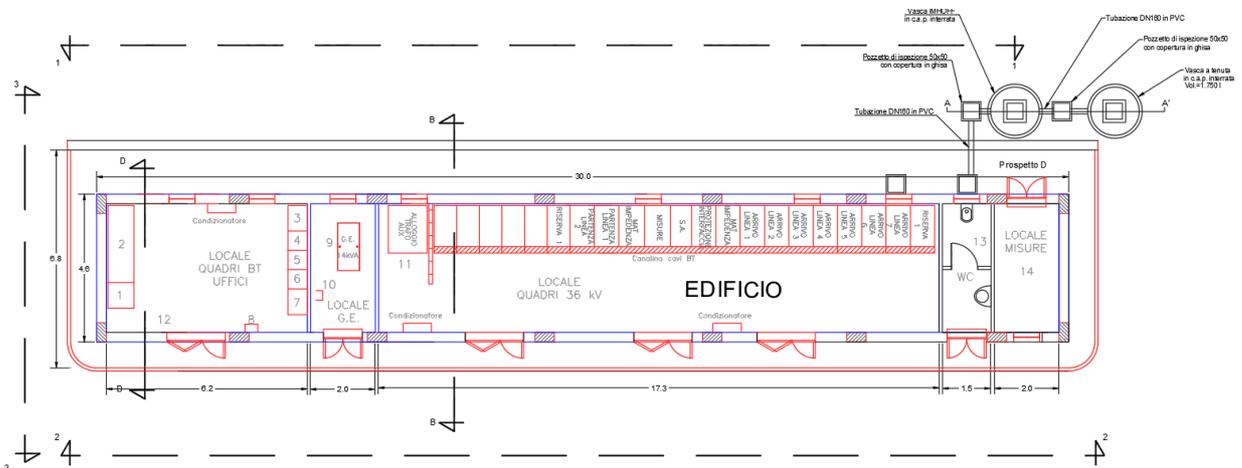
CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.8 – RENO808PDRrti008R0	RELAZIONE TECNICA OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE	18

## 5. EDIFICIO PRODUTTORE

Nel presente capitolo si darà descrizione dell'area dell'edificio produttore a servizio dell'impianto fotovoltaico, dando evidenza delle caratteristiche delle principali componenti elettriche e delle opere civili necessarie alla realizzazione dell'opera.

### 5.1. UBICAZIONE E VIABILITA' DI ACCESSO

Il parco fotovoltaico in progetto a UTA convoglierà l'energia prodotta verso una nuova Stazione Elettrica (di futura realizzazione), che verrà realizzata in entra-esce alla linea RTN a 380 kV "Ruminaca-Villasor". L'edificio produttore è previsto in adiacenza alla futura SE Terna, sempre in un'area del comune di UTA – foglio catastale n.36 UTA particelle 134 e 135. L'edificio ha dimensioni planimetrica pari a 30,0 m x 4,6 m come da immagine a seguire estratta dall'elaborato di progetto G.3.5-RENO808PDG103R0.



L'area sarà interamente recintata ed accessibile tramite cancello carrabile largo circa 7,00 m. Il sito è raggiungibile, così come per la nuova SE Terna dalla Strada Consortile Macchiareddu e viabilità comunale Bingias.

L'edificio è articolato in più locali interni adibiti a:

- Locale quadri (36 kV) con:
  - Quadro servizi ausiliari c.c;
  - Quadro servizi ausiliari a.c.;
  - Quadro rilevazione incendi;
  - Quadro batterie;
  - Quadro contatori;
  - Quadro sistema supervisione;
  - Quadro gruppo elettrogeno.
  - Quadro di compensazione;

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.8 – RENO808PDRrti008R0	RELAZIONE TECNICA OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE	19

- Quadro arrivo linee a 36 kV da SE Terna;
- Quadro partenza linee 36 kV verso impianto FV;
- Locale Magazzino;
- WC con Fossa imhoff.

## 5.2. OPERE CIVILI AREA EDIFICIO

Le Opere Civili di Stazione possono essere identificate così come segue:

- A. Edificio Consegna
- B. Opere complementari
  - muro di recinzione con altezza minima fuori terra su entrambi i lati di 2,50 m dal piano finito interno/esterno;
  - rete di scolo delle acque provenienti dalle superfici impermeabili (edificio ed eventuale viabilità in asfalto),
  - Vasca Imhoff e recipiente acqua.
  - Vie cavi realizzate con cunicoli e cavidotti interrati.

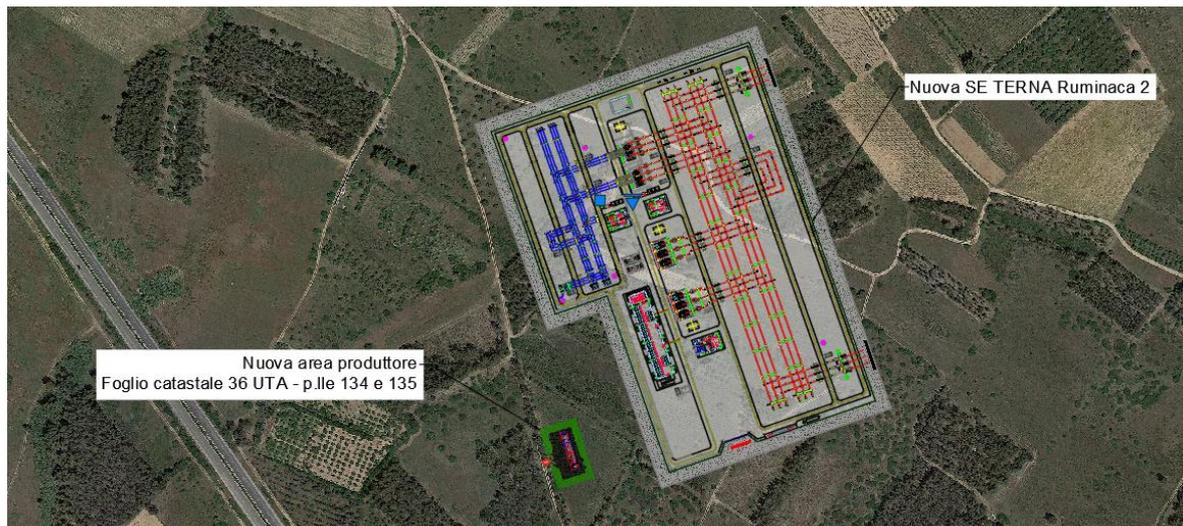


Figura 4 – Inquadramento area produttore su ortofoto

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.8 – RENO808PDRrti008R0	RELAZIONE TECNICA OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE	20

## 6. COLLEGAMENTO CON LA SE RTN 380/150/36 KV DI NUOVA REALIZZAZIONE RUMIANCA 2

Il parco fotovoltaico in progetto convoglierà l'energia prodotta verso una nuova Stazione Elettrica Terna 380/150/36 kV, da realizzarsi presso il comune di UTA e da inserire in entra/esce alla linea RTN a 380 kV "Ruminaca – Villasor".

All'interno della SE Terna, la corrente verrà innalzata in stallo Terna direttamente da 36 kV a 150 kV per l'immissione in rete. Tale soluzione non prevede pertanto la realizzazione di una sottostazione produttore.

Prima dell'ingresso nell'area Terna sarà presente un edificio produttore in cui i locali quadri consentiranno le misure della potenza in ingresso alla SE.

All'interno dell'edificio sono presenti, un locale quadri, un locale misure, un'area ufficio e un locale G.E per un generatore elettrico ausiliario. Da tale edificio, il cavo a 36 kV entrerà direttamente in SE Terna dove la linea verrà innalzata alla tensione di 150 kV in apposito stallo ed immessa in rete.

Il collegamento tra il parco e l'edificio produttore avverrà attraverso 7 terne di cavi a 36 kV provenienti dall'impianto per una lunghezza complessiva pari a circa 7 km, in conformazione (3x1x630) con cavo ARE4H5EE 20,8/36 kV; questi cavi, sono del tipo in alluminio, "shock resistant" con isolamento XLPE. Per quanto riguarda il collegamento tra edificio produttore e SSE Terna, questo avverrà tramite 4 terne di cavi a 36 kV della stessa tipologia di quella precedente. La lunghezza di tale collegamento è pari a 290 m e la configurazione sarà pari a 2x(3x1x630) mm<sup>2</sup>. Questi entreranno all'interno di due celle a 36 kV nella SSE Terna.

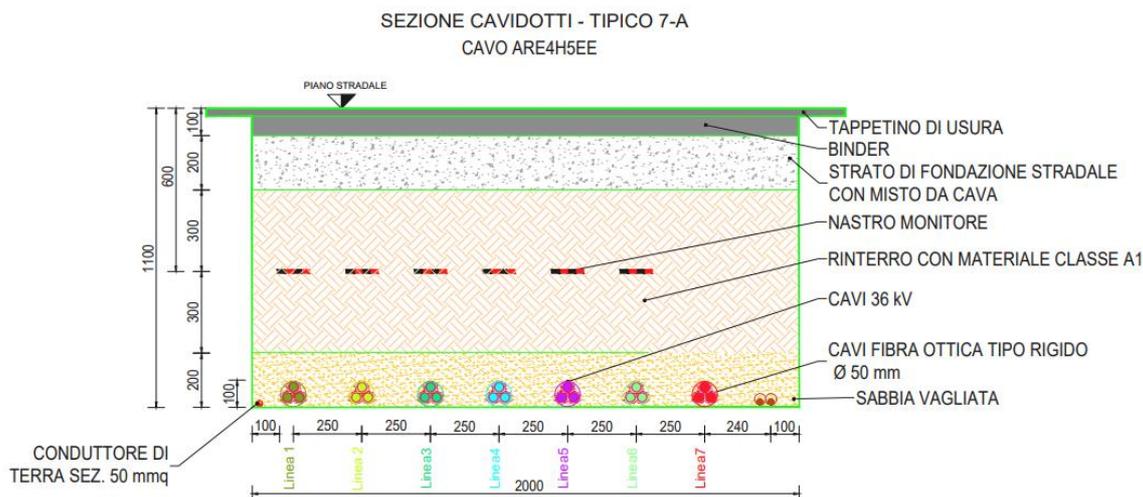


Figura 5 – Sezione cavidotto 36 kV su strada asfaltata – Connessione MTR5/Ed. Produttore

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.8 – RENO808PDRrti008R0	RELAZIONE TECNICA OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE	21

Dall'edificio alla SE TERNA, la configurazione dell'elettrodotto sarà sempre (3x1x630)mmq ma con 4 Terne.

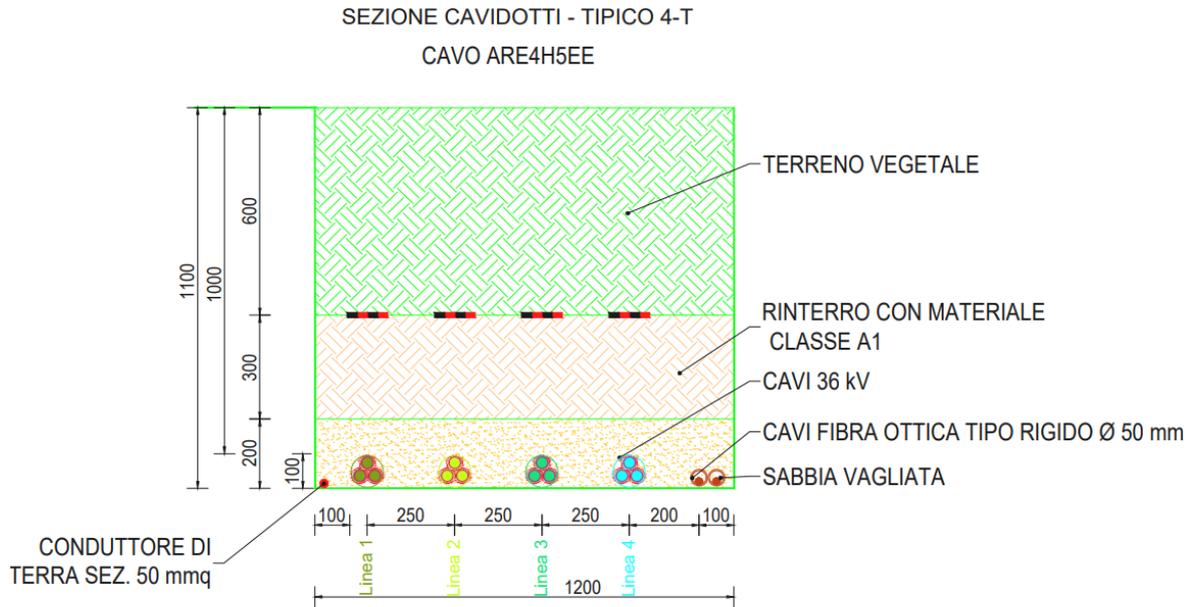


Figura 6 – Sezione cavidotto 36 kV su strada asfaltata – Connessione Ed. Produttore – SE TERNA



Figura 7 – Tracciato elettrodotto 36 kV di collegamento fra il parco FV Uta ed edificio produttore – SE TERNA Ruminaca 2

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.8 – RENO808PDRrti008R0	RELAZIONE TECNICA OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE	22

## 6.1. DIMENSIONAMENTO ELETTRICO

Il dimensionamento dei cavi è stato fatto tenendo conto della seguente disposizione, tratte dalla norma CEI 11-17:

- La sezione del cavo scelto deve essere caratterizzata da una portata immediatamente superiore alla corrente effettivamente circolante;

Una volta determinata la sezione dei singoli cavi in funzione della specifica appena riportata, si procederà a verificare che

- La caduta di tensione lungo la linea sia minore del 2%;
- Le perdite di potenza siano minori del 5%.

## 6.2. LA TENUTA TERMICA DEI CAVI A SEGUITO DI UN CORTOCIRCUITOCALCOLO DELLE CADUTE DI TENSIONE

Per il calcolo delle cadute di tensione sui singoli cavi, si è tenuto conto dei parametri longitudinali dei cavi, della potenza attiva transitante e di quella reattiva, attraverso la formula:

$$\Delta V = \frac{(P * R + Q * X)}{V^2}$$

P: potenza transitante;

Q: potenza reattiva, calcolata considerando un fattore di potenza pari a 0,95;

R: resistenza di fase del cavo, pari alla resistenza unitaria per la lunghezza del cavo;

X: reattanza longitudinale di fase del cavo, pari alla reattanza unitaria per la lunghezza del cavo;

V: tensione di esercizio del cavo (220kV).

Per quanto riguarda le perdite di potenza per effetto Joule, si è fatto uso della formula:

$$P = 3 * R * I^2$$

R: resistenza longitudinale del cavo;

I: corrente transitante.

## 6.3. CALCOLO DELLE PORTATE

Per la determinazione della portata dei cavi sarà applicato il metodo descritto dalla tabella CEI-UNEL 35026 e dalla norma CEI 11-17.

A partire dalla portata nominale del cavo, si calcola la portata effettiva sulla base di un fattore correttivo:

$$I_z = I_0 * K1 * K2 * K3 * K4$$

Dove

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.8 – RENO808PDRrti008R0	RELAZIONE TECNICA OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE	23

$I_z$  = portata effettiva del cavo

$I_o$  = portata nominale dichiarata dal costruttore, per posa interrata a 20°C

$K_1$  = Fattore di correzione per temperature del terreno diverse da 20°C

$K_2$  = Fattore di correzione per gruppi di più circuiti installati sullo stesso piano

$K_3$  = Fattore di correzione per profondità di interramento diversa da 0,8 m

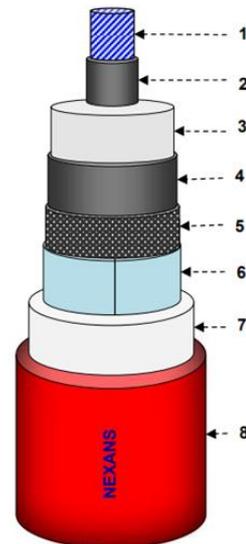
$K_4$  = Fattore di correzione per resistività termica diversa da 1,5 k\*m/W

### 6.3.1. Dati tecnici del cavo utilizzato

Ai fini del dimensionamento, si è tenuto conto di cavi di tipologia ARE4H5EE 20,8/36 kV o equivalente. Si tratta di cavi unipolari da posare in formazione a trifoglio con conduttori in alluminio, congiunti in maniera da formare un unico fascio di forma rotonda. L'isolante dei cavi è costituito da polietilene reticolato estruso (XLPE) e fra esso e il conduttore è interposto uno strato di mescola semiconduttrice. Sopra l'isolante è posto uno strato di schermo isolante, composto da una mescola semiconduttrice estrusa e, al di sopra di questa, vi è uno strato per la tenuta all'acqua, consistente in un nastro semiconduttore. Il cavo presenta, poi, uno schermo metallico realizzato con nastro di alluminio avvolto a cilindro longitudinale. Sopra lo schermo metallico sono presenti due differenti strati di protezione in guaina protettiva in polietilene. La tensione nominale dei cavi

#### CONSTRUCTION

- 1. Conductor**  
*stranded, compacted, round, aluminium - class 2 acc. to IEC 60228*
- 2. Conductor screen**  
*extruded semiconducting compound*
- 3. Insulation**  
*extruded cross-linked polyethylene (XLPE) compound*
- 4. Insulation screen**  
*extruded semiconducting compound - fully bonded*
- 5. Longitudinal watertightness**  
*semiconducting water blocking tape*
- 6. Metallic screen and radial water barrier**  
*aluminium tape longitudinally applied (nominal thickness = 0,20 mm)*
- 7. First sheath - 1**  
*extruded PE compound - colour: natural*
- 8. Second sheath - 2**  
*extruded PE compound - colour: red with improved impact resistance*



è pari a 20,8/36 kV. Di seguito le caratteristiche tecniche del cavo per le sezioni utilizzate in progetto.

Le portate nominali dei cavi sono fornite dal costruttore considerando le seguenti condizioni di posa:

- Disposizione a trifoglio;
- Profondità di posa a 0,8 m;
- Resistività termica pari a 1,5 °Cm/W;

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.8 – RENO808PDRrti008R0	RELAZIONE TECNICA OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE	24

- Posa interrata con temperatura pari a 20°C;

<b>Tipo</b>	ARE4H5EE o equivalente
<b>Tensione nominale [kV]:</b>	20,8/36
<b>Formazione e sezione [mm²]:</b>	3x1x630
<b>Resistenza a 90 °C [Ω/km]:</b>	0,0630
<b>Reattanza [Ω/km]:</b>	0,100
<b>Capacità [μF/km]:</b>	0,367
<b>Portata per posa interrata a 20°C [A]</b>	620

Tabella 2 – Caratteristiche tecniche del cavo 36kV

Considerate le diverse portate del cavo nelle differenti modalità di posa, **ai fini del calcolo si terrà conto delle condizioni peggiorative**, ossia quelle relative al **tratto con posa interrata**, intendendosi con esse verificate anche le altre condizioni di posa aventi parametri di calcolo migliorativi rispetto al caso in esame.

### 6.3.2. Temperatura del terreno

Al fine di un corretto dimensionamento, occorre tenere conto della temperatura del terreno effettiva, diversa da quella STC di riferimento (20°).

Si farà pertanto uso di un fattore correttivo come riportato nella tabella che segue.

	Cavi con $T_f = 90^\circ\text{C}$			
<b>Temperatura ambiente</b>	20°C	25°C	30°C	40°C
<b>Coefficiente</b>	1,00	0,96	0,93	0,84

È stata stimata una temperatura massima del terreno pari a 25°C alla profondità di posa dei cavi, per cui il fattore correttivo utilizzato sarà **K1 = 1,00**.

### 6.3.3. Numero di terne per scavo

A scopo cautelativo, si è preso come valore di riferimento quello pari al numero massimo di cavi presenti in parallelo lungo tutta la tratta del singolo cavo, ottenendo così un margine di sovradimensionamento rispetto alle effettive condizioni di esercizio. In particolare, si considera la tabella seguente per la compresenza di più terne di cavi unipolari disposti a trifoglio direttamente interrati, distanziati di 25 cm tra loro (in orizzontale).

In particolare,

- per i tratti con quattro terne si considera un fattore di correzione di 0,74;

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.8 – RENO808PDRrti008R0	RELAZIONE TECNICA OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE	25

- per i tratti con dieci terne si considera un fattore di correzione di 0,69 (disponendo 5 terne a profondità di 1,00 m e le altre 5 a 1,25 m);

	Distanza fra i circuiti 0,25 m			
N. circuiti	2	3	4	6
Coefficiente	0.86	<b>0.78</b>	<b>0.74</b>	0.69

Tabella 3 – Coefficiente  $K_2$  in funzione della distanza tra terne in orizzontale

#### 6.3.4. Posa direttamente interrata

Considerata la tipologia di posa, ossia direttamente interrata, non occorre applicare alcun fattore correttivo alla portata.

Si considerano infatti trascurabili le brevi tratte di posa in tubazione interrata relative a particolari attraversamenti, il cui effetto risulta di modesta entità.

A maggior salvaguardia, in corrispondenza di tali attraversamenti, la distanza fra le tubazioni interrate verrà aumentata sino a 0,5 m, così da potersi considerare validi gli stessi coefficienti di cui al paragrafo precedente, come previsto dalla norma CEI 11-17 allegato B tab. III.

#### 6.3.5. Profondità di posa

In generale, per tutte le linee elettriche, si prevede la posa direttamente interrata dei cavi, senza ulteriori protezioni meccaniche, ad una profondità minima di 1,25 m (con 7-10 terne si dispongono su due livelli) dal piano di calpestio.

In caso di particolari attraversamenti o di risoluzione puntuale di interferenze, le modalità di posa saranno modificate in conformità a quanto previsto dalla norma CEI 11-17 e dagli eventuali regolamenti vigenti relativi alle opere interferite, mantenendo comunque un grado di protezione delle linee non inferiore a quanto garantito dalle normali condizioni di posa.

Si farà pertanto uso di un fattore correttivo come riportato nella tabella che segue.

	Cavi con isolamento in EPR			
Profondità posa (m)	0,8	1,0	<b>1,25</b>	<b>1,5</b>
Coefficiente	1,00	0,97	<b>0,95</b>	<b>0,93</b>

Considerando il valore di posa di 1,50 m, si è ricavato il valore del coefficiente correttivo, che risulta  **$K_3 = 0,93$** .

#### 6.3.6. Resistività termica del terreno

In generale, per tutte le linee elettriche, si considera la posa in terreno con una resistività termica del terreno pari a  $2,0 \text{ }^\circ\text{K}\cdot\text{m}/\text{W}$ . Il costruttore fornisce la portata considerando una resistività termica pari a  $1,5^\circ\text{K}\cdot\text{m}/\text{W}$ .

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.8 – RENO808PDRrti008R0	RELAZIONE TECNICA OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE	26

Nella tabella seguente vengono mostrati i vari coefficienti riduttivi per diversi valori di resistività. Pertanto, il fattore correttivo utilizzato sarà  $K_4 = 1,00$ .

<b>Resistività termica [K m/W]</b>	1,0	<b>1,5</b>	2	2,5
<b>Coefficiente</b>	1,18	<b>1,00</b>	0,88	0,80

*Tabella 4 – Coefficiente  $K_4$  in funzione della resistività termica del terreno*

### 6.3.7. Tabulati di calcolo

Le tabelle che seguono riportano il dimensionamento delle linee elettriche in cavo interrato a 36 kV. I valori di portata indicati per i cavi tengono conto dei fattori correttivi introdotti nei paragrafi precedenti. Inoltre, viene inserito un ulteriore fattore correttivo utente,  $K_{\text{custom}}$ , pari a 1. Il fattore correttivo finale sarà diverso per le diverse terne in base alle condizioni di posa.

Oltre al dimensionamento vengono riportati i valori per la verifica della caduta di tensione e della perdita di potenza. La lunghezza di cui si tiene conto è quella massima del tratto di cavo. Per quanto riguarda la potenza, si considera pari a 98,4 MVA fino all'edificio produttore, mentre, tra l'edificio produttore e SE Terna si considera pari a 75MVA (potenza da contratto).

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.8 – RENO808PDRrti008R0	RELAZIONE TECNICA OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE	27

LINEA	Potenza Applicate nominale [MVA]	Fattore di potenza cosφ	Potenza Attiva nominale [MW]	Lunghezza cavo [m]	Corrente di impiego I <sub>n</sub> [A]	K <sub>cor</sub> correttivo	Portata minima del cavo I <sub>0, nom</sub> [A]	Sezione cavo [mm <sup>2</sup> ]	Portata cavo nominale I <sub>0</sub> [A]	Portata cavo nelle cond. di posa I <sub>0</sub> [A]	Dati impianto				Verifica I <sub>p</sub> > I <sub>0, nom</sub>	Dimensione minimo in portata	Resistenza cavo [Ω]	Reattanza cavo [Ω]	Potenza reattiva [MVAR]	ΔV %	Verifica ΔV % ≤ 3%	Potenza persa [kW]	Ap %	Verifica Ap % ≤ 5%
											Resistenza cavo [Ω]	Reattanza cavo [Ω]	Potenza reattiva [MVAR]	ΔV %										
MTR5-Edificio prod.	14,06	0,90	12,65	7000	225,44	0,642	351,3	3x18,630	620	398	0,4410	0,700	6,127	0,70%	OK	57%	0,4410	0,700	6,127	0,70%	OK	67,24	0,48%	OK
MTR5-Edificio prod.	14,06	0,90	12,65	7000	225,44	0,642	351,3	3x18,630	620	398	0,4410	0,700	6,127	0,70%	OK	57%	0,4410	0,700	6,127	0,70%	OK	67,24	0,48%	OK
MTR5-Edificio prod.	14,06	0,90	12,65	7000	225,44	0,642	351,3	3x18,630	620	398	0,4410	0,700	6,127	0,70%	OK	57%	0,4410	0,700	6,127	0,70%	OK	67,24	0,48%	OK
MTR5-Edificio prod.	14,06	0,90	12,65	7000	225,44	0,642	351,3	3x18,630	620	398	0,4410	0,700	6,127	0,70%	OK	57%	0,4410	0,700	6,127	0,70%	OK	67,24	0,48%	OK
MTR5-Edificio prod.	14,06	0,90	12,65	7000	225,44	0,642	351,3	3x18,630	620	398	0,4410	0,700	6,127	0,70%	OK	57%	0,4410	0,700	6,127	0,70%	OK	67,24	0,48%	OK
Edificio prod. - SSE TERNNA	37,50	0,90	33,75	200	601,41	0,703	855,5	2x(3x18,630)	1240	872	0,0183	0,029	16,346	0,04%	OK	69%	0,0183	0,029	16,346	0,04%	OK	19,82	0,05%	OK
<b>POTENZA COMPLESSIVA IN USCITA</b>	<b>98,400</b>																					<b>890,27</b>	<b>0,860%</b>	<b>OK</b>

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.8 – RENO808PDRrti008R0	RELAZIONE TECNICA OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE	28

## 7. CAMPI ELETTROMAGNETICI E FASCE DI RISPETTO

Per la valutazione dei campi elettromagnetici generati dalla presenza della sottostazione elettrica e dall'elettrodotto interrato di collegamento a 36 kV, nonchè per la determinazione delle fasce di rispetto (DPA) da apporre, si rimanda allo specifico elaborato **PD-R.10**.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.8 – RENO808PDRrti008R0	RELAZIONE TECNICA OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE	29

## 8. SE TERNA RUMINACA 2 - 380/150/36 KV

### 8.1. UBICAZIONE

La SE Terna 380/150/36 kV di nuova realizzazione sarà situata nei seguenti fogli di mappa:

- Foglio I.G.M. in scala 1:25.000, di cui alla seguente codifica: 234 IV-NO;
- Carta Tecnica Regionale, scala 1: 10.000, foglio n°556120;
- Foglio di mappa catastale del Comune di Uta n°36, p.lle n° 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 137, 138, 139, 140, 692 (A-B-C-D), 691, 317, 316, 315, 314, 111, 54, 682, 187, 59, 436, 60, 62, 64, 66, 69, 77, 434, 712, 711, 517, 693, 79, 477, 80, 81, 114, 115, 116, 471, 117, 119, 145, 345, 146, 147 (A), 235, 478;

L'accesso alla SE Terna avverrà direttamente attraverso Strada Consortile Macchiareddue Strada Comunale Bingias.

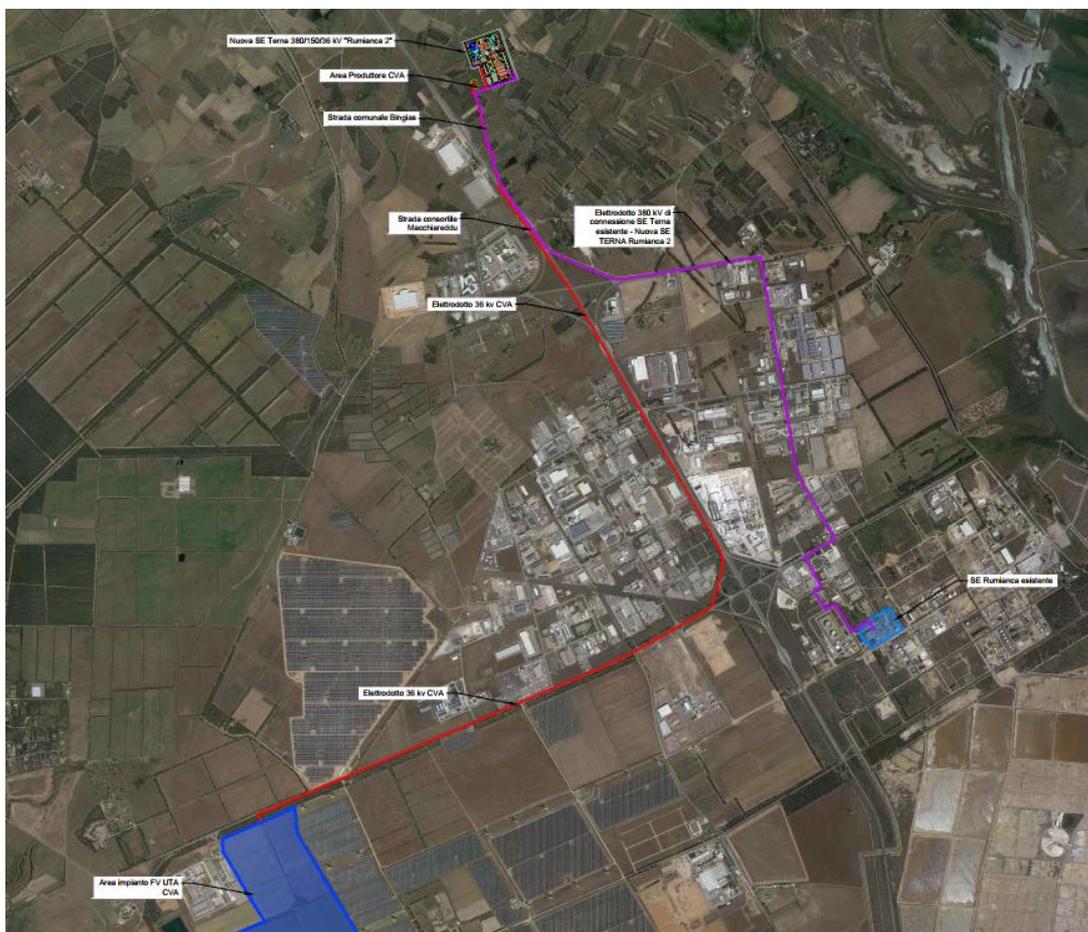


Figura 8 – Inquadramento su ortofoto SE TERNA

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.8 – RENO808PDRrti008R0	RELAZIONE TECNICA OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE	30

## 8.2. OPERE ELETTROMECCANICHE IN SE TERNA

La nuova Stazione Elettrica di Trasformazione 380/150/36 kV sarà del tipo unificato Terna con isolamento in aria a doppio sistema di sbarre e parallelo basso, che sarà costituita da un sistema a doppia sbarra a 380 kV e un sistema a doppia sbarra a 150 kV.

La sezione a 380 kV avrà un isolamento in aria a 10 passi di sbarra e sarà costituita da:

- ✓ n° 1 sistema a doppia sbarra;
- ✓ n° 2 stalli linea per entra-esce della linea “Rumianca-Villasor”;
- ✓ n° 2 stalli linea di collegamento per i produttori;
- ✓ n° 2 stalli per parallelo sbarre;
- ✓ n° 2 stalli per i trasformatori 380/36 kV;
- ✓ n° 2 stalli per autotrasformatori.

La sezione a 150 kV avrà un isolamento in aria a 12 passi di sbarra e sarà costituita da:

- ✓ n° 1 sistema a doppia sbarra;
- ✓ n° 8 stalli linea di collegamento per i produttori;
- ✓ n° 2 stalli per parallelo sbarre;
- ✓ n° 2 stalli per autotrasformatori.

La sezione a 36 kV sarà costituita da:

- ✓ edificio quadri;
- ✓ n° 2 trasformatori 380/36 kV;
- ✓ Bobine Petersen;
- ✓ n° 5 celle 36 kV per la connessione di altrettante linee di impianti di utenti su una singola sezione 36 kV.

Per quanto riguarda la documentazione relativa alle opere di rete su RTN incluse nel preventivo di connessione di Terna si rimanda al progetto di un impianto fotovoltaico denominato “MACCHIAREDDU 3” per il quale è stata presentata istanza di VIA (PNIEC-PNRR) al MASE in data 02.08.2022 (Codice Procedura n. 8787) dalla società “EnergyMac3 Srl”, in qualità di capofila nominata da Terna per la parte delle opere di connessione su RTN.

Di seguito si riporta lo schema elettromeccanico della Stazione Elettrica di Trasformazione 350/150/36 kV:

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.8 – RENO808PDRrti008R0	RELAZIONE TECNICA OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE	31

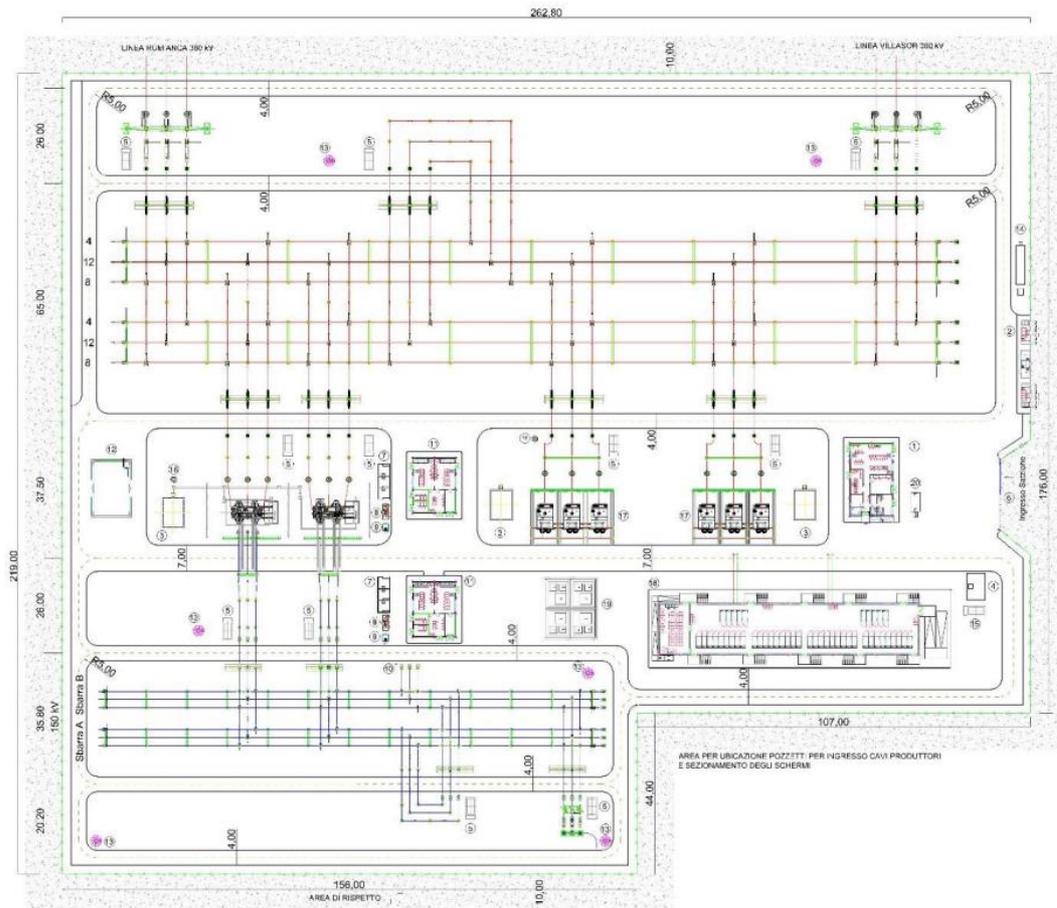


Figura 9 – Planimetria opere elettromeccaniche nuova SE TERNA 380/150/36 kV

### 8.2.1. Servizi ausiliari

I servizi ausiliari (S.A.) saranno realizzati con riferimento agli attuali standard delle stazioni elettriche di TERNA. Essi saranno alimentati da trasformatori MT/BT derivati dalla rete MT locale e integrati da un gruppo elettrogeno di emergenza che assicuri l'alimentazione dei servizi essenziali in caso di mancanza di tensione alle sbarre.

Le utenze quali protezioni, comandi interruttori, sezionatori e segnalazioni saranno alimentate in corrente continua a 110 V tramite batterie tenute in tampone da raddrizzatori.

### 8.2.2. Edifici SE TERNA

#### Edificio comandi e controllo

L'edificio Comandi contiene i quadri di comando e controllo della stazione, gli apparati di teleoperazione, gli uffici ed i servizi igienici per il personale di manutenzione.

La costruzione sarà di tipo prefabbricato o, dove ciò non fosse possibile, di tipo tradizionale con struttura in c.a. La copertura a tetto piano, sarà opportunamente coibentata ed impermeabilizzata. Gli infissi saranno realizzati in alluminio anodizzato naturale. L'isolamento

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.8 – RENO808PDRrti008R0	RELAZIONE TECNICA OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE	32

termico sarà realizzato impiegando materiali isolanti idonei in funzione della zona climatica.

#### Edifici Servizi Ausiliari e Servizi Generali (SA e SG)

Si prevedono n.2 edifici per Servizi Ausiliari e Generali. La costruzione sarà dello stesso tipo dell'edificio Comandi ed ospiterà le batterie, i quadri MT e BT per l'alimentazione dei servizi ausiliari ed il gruppo elettrogeno d'emergenza.

Per la tipologia costruttiva vale quanto descritto per l'edificio Comandi.

#### Edificio Quadri 36 kV

L'edificio quadri 36 kV sarà composto da una sala quadri 36 kV in cui saranno localizzati gli scomparti 36 kV completi di tutti gli organi di controllo, protezione e misura, e da una sala controllo in cui sono localizzate le apparecchiature per i servizi ausiliari. La struttura architettonica è composta da due livelli, con copertura piana disponibile per ospitare eventualmente pannelli fotovoltaici.

Per la tipologia costruttiva vale quanto descritto per l'edificio Comandi.

#### Edificio Magazzino

L'edificio magazzino servirà ad ospitare apparecchiature di scorta e attrezzature, anche di dimensioni notevoli.

La costruzione sarà dello stesso tipo degli edifici Comandi.

#### Punto di consegna MT e TLC

Il punto di consegna MT, in cui si attesteranno le due linee a media tensione di alimentazione dei servizi ausiliari della stazione e le consegne dei sistemi di telecomunicazioni, sarà destinato ad ospitare i quadri contenenti i Dispositivi Generali ed i quadri arrivo linea.

Si prevede di realizzare un edificio costituito da tre manufatti prefabbricati:

1. Cabina consegna per la consegna della prima alimentazione MT;
2. Cabina punto di consegna TERNA contenente le celle MT e il punto di consegna dei servizi di telecomunicazione (TLC);
3. Cabina consegna per la consegna dell'eventuale seconda alimentazione MT.

I locali dei punti di consegna saranno dotati di porte antisfondamento in vetroresina con apertura verso l'esterno rispetto alla stazione elettrica per quanto riguarda gli accessi ai fornitori dei servizi di energia elettrica e TLC.

#### Chioschi per apparecchiature elettriche

I chioschi sono destinati ad ospitare i quadri di protezione, comando e controllo periferici. Ogni chiosco sarà in struttura prefabbricata.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.8 – RENO808PDRrti008R0	RELAZIONE TECNICA OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE	33

### 8.3. DETTAGLIO

### APPARECCHIATURE

#### ELETTROMECCANICHE

Le principali apparecchiature costituenti gli stalli 380 e 150 kV saranno interruttori, sezionatori, trasformatori di tensione e di corrente, scaricatori e bobine sbarramento.

Le apparecchiature costituenti la sezione 36 kV saranno posizionate negli scomparti comprendenti tutti gli organi di controllo, protezione e misura.

Le principali caratteristiche tecniche complessive delle nuove installazioni saranno le seguenti:

#### Sezione 380 kV

- ✓ tensione massima sezione 380 kV: 420 kV
- ✓ frequenza nominale: 50 Hz
- ✓ correnti limite di funzionamento permanente:
  - sbarre 380 kV: 4.000 A
  - stalli linea 380 kV: 3.150 A
  - stallo ATR 380 kV 2.000 A
- ✓ potere di interruzione interruttori 380 kV: 63 kA
- ✓ corrente di breve durata 380 kV: 63 kA
- ✓ condizioni ambientali limite: -25/+40°C
- ✓ salinità di tenuta superficiale degli isolamenti: 40 g/l

#### Autotrasformatore (ATR) 380/150 kV

- ✓ Potenza nominale: 400 MVA
- ✓ Tensione nominale: 400/155 kV
- ✓ Raffreddamento: OFAF

#### Sezione 150 kV

- ✓ tensione massima sezione 150 kV: 170 kV
- ✓ frequenza nominale: 50 Hz;
- ✓ correnti limite di funzionamento permanente:
  - sbarre 150 kV: 2.000 A;
  - stalli linea e ATR 150 kV: 1.000 A;
- ✓ potere di interruzione interruttori 150 kV: 40 kA;
- ✓ corrente di breve durata 150 kV: 40 kA;
- ✓ condizioni ambientali limite: -25/+40°C;
- ✓ salinità di tenuta superficiale degli isolamenti: 40 g/l;

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.8 – RENO808PDRrti008R0	RELAZIONE TECNICA OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE	34

### **Sezione 36 kV**

- ✓ tensione massima sezione: 36kV;
- ✓ frequenza nominale: 50 Hz;
- ✓ Corrente di corto circuito: 20 kA per 1,0 s;
- ✓ condizioni ambientali limite: -25/+40°C;

### **Trasformatore (TR) 380/36/36 kV**

- ✓ Potenza nominale: 250 – 125 -125 MVA;
- ✓ Tensione nominale: 400/36/36 kV;
- ✓ Raffreddamento: OFAF;
- ✓ Collegamenti Stella con neutro/triangolo/triangolo;
- ✓  $V_{cc} = 19\% - 19\%$ .