

# IMPIANTO FOTOVOLTAICO DA 25,72 MWp DC (21,15 MW AC in immissione) IN LOCALITA' BERLINGHERI

REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA  
COMUNI DI SILIQUA E MUSEI

## STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

Elaborato:  
134TRS150R

Marzo 2023

Piano preliminare terre e rocce da scavo

PROPONENTE:



GREENERGY RINNOVABILI 6 S.R.L.  
Via Borgonuovo, 9 - 20121 Milano  
P.IVA 11892550960

REDATTORE SIA - CAPOGRUPPO:



**EGERIA**  
ingegneria per l'ambiente

Corso V.Emanuele II, 90 Cagliari  
P.Iva 03528400926  
Tel. +39 328 82 88 328  
info.egeria@gmail.com - www.egeriagroup.net

GRUPPO DI LAVORO: Dott. Ing. Barbara Dessì (EGERIA)  
Dott.ssa Arch. Elisabetta Erika Zucca (EGERIA)  
Dott. Ing. Marco A. L. Murru (Ingegnere elettrico)  
Dott. Archeol. Marco Cabras (Archeologo)  
Dott. Geol. Nicola Demurtas (Geologo)  
Dott. Nat. Francesco Mascia (Botanico e Agrotecnico)  
Dott. Nat. Maurizio Medda (Naturalista)  
Dott. Agr. Vincenzo Sechi (Agronomo)  
Dott. Piero Angelo Salvatore Rubiu (Tecnico compet. in Acustica Ambientale)

<b>1</b>	<b>Premessa .....</b>	<b>4</b>
1.1	Oggetto del documento.....	4
<b>2</b>	<b>Normativa di riferimento .....</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>Inquadramento territoriale .....</b>	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>Area di progetto.....</b>	<b>11</b>
<b>5</b>	<b>Stato attuale del lotto di intervento .....</b>	<b>13</b>
<b>6</b>	<b>Suolo e sottosuolo .....</b>	<b>22</b>
<b>7</b>	<b>Descrizione dell'impianto .....</b>	<b>31</b>
7.1	Descrizione delle varie componenti d'impianto.....	32
7.1.1	<i>Moduli fotovoltaici.....</i>	32
7.1.2	<i>Strutture di sostegno dei moduli - Tracker.....</i>	33
7.1.3	<i>Sistema di condizionamento della potenza - inverter.....</i>	34
7.1.4	<i>Cabine di zona, di raccolta e sezionamento, di supervisione .....</i>	34
7.1.4.1	Cabine di zona (Skid).....	34
7.1.4.2	Cabina di raccolta e trasmissione .....	35
7.1.4.3	Cabine / Container per l'accumulo e Inverter dedicati.....	36
7.1.5	<i>Cavi, rete di terra ed altri componenti.....</i>	37
7.1.5.1	Cavi in corrente continua .....	38
7.1.5.2	Cavi in corrente alternata BT e condotti prefabbricati BT .....	38
7.1.5.3	Cavi 36 kV .....	38
7.2	Connessione alla rete elettrica .....	39
7.3	Recinzione, mitigazione, viabilità, acque superficiali .....	40
7.3.1	<i>Recinzione .....</i>	40
7.3.2	<i>Interventi sul suolo e sulla fascia perimetrale dell'area di impianto .....</i>	40
7.3.3	<i>Viabilità.....</i>	42
7.3.4	<i>Smaltimento acque meteoriche .....</i>	42
7.4	Cantiere .....	43
7.4.1	<i>Macchine operatrici.....</i>	46

<b>8</b>	<b>Gestione e riutilizzo delle terre e rocce da scavo .....</b>	<b>47</b>
<b>9</b>	<b>Livellamenti di superficie, riprofilazione e scotico dell'area per le strutture con sostegni ad infissione .....</b>	<b>48</b>
<b>10</b>	<b>Movimenti terra per fondazioni e posa cavidotti .....</b>	<b>48</b>
<b>11</b>	<b>Campionamento e caratterizzazione delle terre e rocce da scavo .....</b>	<b>50</b>
<b>12</b>	<b>Deposito intermedio e trasporto (art. 5 e 6 D.P.R. 120/2017), modalità di scavo .....</b>	<b>52</b>
<b>13</b>	<b>Proposta del piano di indagine delle rocce da scavo.....</b>	<b>56</b>
13.1	Numero e caratteristiche dei punti di indagine.....	56
13.2	Numero e modalità dei campionamenti da effettuare .....	58
13.3	<i>Parametri da determinare</i> .....	59
<b>14</b>	<b>Riepilogo situazione riutilizzo delle terre del sito .....</b>	<b>61</b>

## 1 Premessa

La società Grenergy Rinnovabili 6 S.r.l., parte del gruppo Grenergy Renovables SA, attivo nel campo delle energie rinnovabili dallo sviluppo alla costruzione, fino alla gestione degli impianti, ha incaricato la società Egeria S.r.l. (a socio unico) per la progettazione dell'impianto fotovoltaico "**GR Siliqua**", da 25,72 MW, integrato con un sistema di accumulo di 6 MW, ricadente in un terreno prevalentemente pianeggiante posto a circa 84 metri s.l.m. dell'area agricola di Siliqua, Località Berlingheri. A tal fine è stato costituito un gruppo di lavoro che si è occupato di analizzare il contesto di intervento, le interazioni attese tra il progetto e le componenti ambientali, le soluzioni atte a favorire una mitigazione degli impatti prodotti dall'intervento.

L'area individuata per l'inserimento della tecnologia fotovoltaica **risponde ai requisiti delle aree idonee** ai sensi del D.lgs. 199/2021 art. 20 comma 8 lettera c quater (recentemente modificato dal D.L. n. 13 del 24 febbraio 2023) e, **allo stesso tempo, è indicata come idonea** nella geografia tracciata a **livello regionale** dalla DGR 59/90 del 27/11/2020.

I pannelli fotovoltaici saranno posizionati su tracker a inseguimento monoassiale orientati nord-sud distanziati su file parallele, in modo costituire **un layout d'insieme funzionale alla prosecuzione delle attività attualmente in essere** consistenti nella **coltivazione** in asciutto di cereali e leguminose da granella, alternate a coltivazioni foraggere e a **pascolo ovino**.

La connessione dell'impianto prevede la posa di un cavidotto interrato della lunghezza di circa 7 km e il collegamento a una nuova Stazione Elettrica (SE) di trasformazione della Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) a 150/36 kV nel comune di Musei.

Le scelte progettuali e le soluzioni tecniche adottate sono frutto di uno studio approfondito che tiene conto dei fattori ambientali e dei vincoli paesaggistici, analizza l'orografia dei luoghi, l'accessibilità al sito, la vegetazione e, per il tracciato del cavidotto di connessione, tutte le interferenze riscontrabili.

### 1.1 Oggetto del documento

Il Piano Preliminare delle Terre e rocce da scavo è stato elaborato - ai sensi del T.U. Ambientale, D.Lgs 152/2006 e s.m.i. e del D.P.R. 120/2017 che disciplina la gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164, vigente dal 22-8-2017 - nell'ambito della procedura di Valutazione di Impatto Ambientale di competenza statale dal momento che il progetto dell'impianto fotovoltaico presentato dalla società Grenergy Rinnovabili 6 s.r.l. ricade tra gli interventi di cui al punto 2 dell'Allegato II al D.Lgs

152/2006 così come modificato dall'art. 31 comma 6 della legge n. 108 del 2021, e dall'art. 10, comma 1, lettera d), numero 1.2), legge n. 91 del 2022.

Nell'ambito dell'intervento in progetto si prevede di gestire il materiale derivato dalle operazioni di scavo, mediante il riutilizzo all'interno del sito di produzione come previsto dall'art. 185 comma 1, lettera c) del D.Lgs 152/06 e pertanto il piano preliminare di utilizzo in sito delle terre e rocce da scavo è stato elaborato ai sensi dell'art. 24 del D.P.R. 120/2017.

Per questo motivo si provvederà a caratterizzare i suoli in fase di progettazione esecutiva o comunque prima dell'inizio lavori al fine di accertare i requisiti ambientali dei materiali provenienti dagli scavi ai sensi dell'art. 185 comma 1, lettera c) del D.lgs 152/06 o l'esclusione dal regime dei rifiuti.

Nel caso di conformità dei suoli rispetto alle Concentrazioni Soglie di Contaminazione (CSC) previste dal D.Lgs 152/06 e s.m.i., accertata mediante metodi analitici certificati, il materiale da scavo sarà riutilizzato per riempimenti, rinterrati e modellazioni in situ.

Il materiale che non potrà essere direttamente riutilizzato verrà destinato ad impianti di conferimento, in conformità con il regime legislativo vigente in materia di rifiuti.

## **2 Normativa di riferimento**

- D.lgs. 3 aprile 2006, n. 152 – Norme in Materia Ambientale;
- D.P.R. 13 giugno 2017, n. 120 - "Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164", in vigore il 22 agosto 2017.

### 3 Inquadramento territoriale

Il territorio del comune di Siliqua, interessato dal progetto dell'impianto fotovoltaico e da gran parte dello sviluppo del cavidotto in Alta Tensione finalizzato alla connessione, è stato recentemente incluso nella città metropolitana di Cagliari ma a lungo ha fatto parte della provincia del Sud Sardegna; si estende su un territorio di circa 190,25 km<sup>2</sup>, confinante con i Comuni di: Assemini, Decimomannu, Decimoputzu, Iglesias, Musei, Narcao, Nuxis, Uta, Vallermosa, Villamassargia, Villaspeciosa.

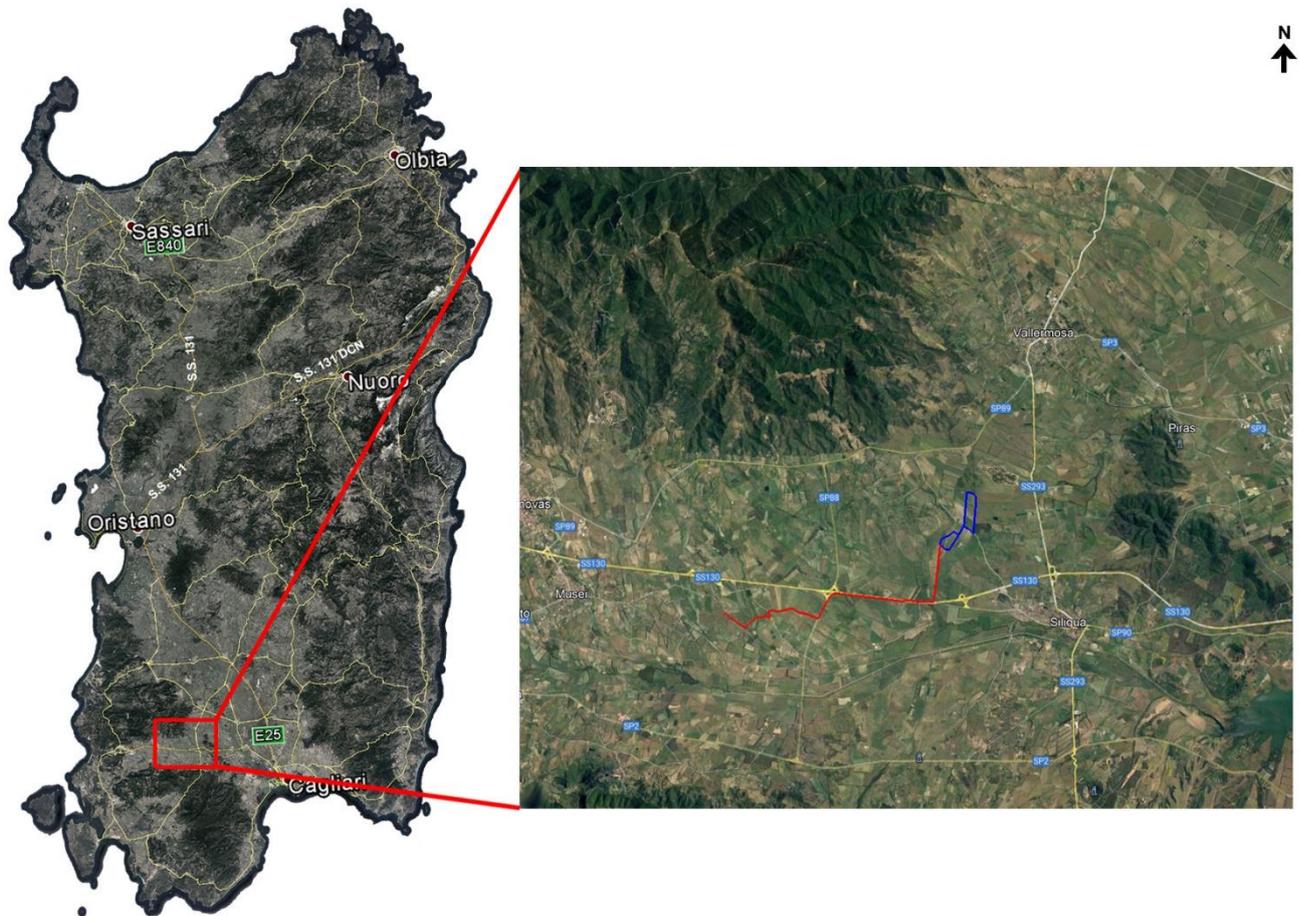


Figura 1: inquadramento territoriale dell'area oggetto di studio

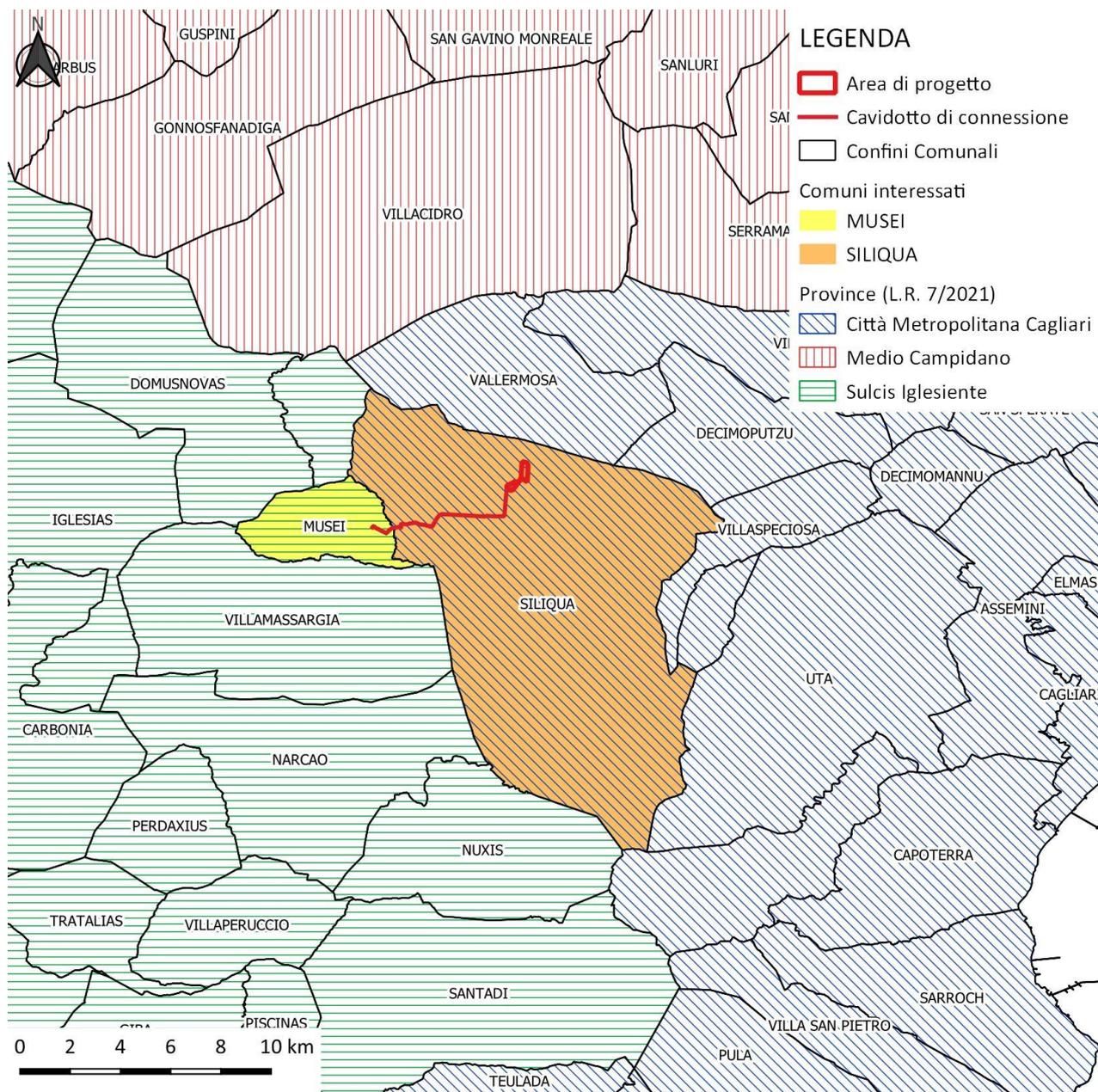


Figura 2: inquadramento territoriale dell'area oggetto di studio – scala comunale

L'abitato di Siliqua è situato nella vallata attraversata dal rio Cixerri che dalle montagne dell'Iglesiente conduce alla pianura del Campidano di Cagliari fra i sistemi montuosi dominati a nord dal monte Linas e a sud dal monte Arcosu. Lo sviluppo del paese, asseconda la strada interna che da Cagliari conduce verso le zone minerarie di Iglesias fino a Sant'Antioco secondo un asse prevalente est-ovest. I 3.614 abitanti<sup>1</sup> si distribuiscono tra il centro urbano e numerose case sparse a testimoniare una occupazione diffusa sul territorio associato alle pratiche agricole e pastorali.

<sup>1</sup> Dato ISTAT al 31/12/2021

L'area di progetto è a nord-ovest dell'abitato di Siliqua è prevalentemente pianeggiante e si attesta tra 80 e 85 m.s.l.m. A ovest scorre il Riu S'Ollistincu rispetto al quale l'impianto non interferisce; il cavidotto di connessione, interrato per tutto il suo sviluppo, intersecherà invece diversi corsi d'acqua: il Riu S'Ollistincu, il Riu Giba Acuzza, il Riu Acqua Dolce, il Riu Cixerri su Topi e il Riu Coddu de Musei.



*Figura 3: Inquadramento di dettaglio dell'area oggetto di studio*

L'ambito di intervento è raggiungibile prendendo l'uscita per Siliqua al chilometro 32 della S.S. 130; occorre poi proseguire verso il centro abitato in Via Michelangelo Buonarroti, successivamente verso nord per poi svoltare alla prima a destra dopo il ponte sulla statale 130, successivamente a sinistra su una strada di penetrazione agraria che conduce nel punto centrale dell'area di intervento.

Dalla stessa strada statale, è possibile prendere anche l'uscita precedente arrivando da Cagliari, al chilometro 29, per il Castello di Acquafredda. Proseguendo poi sulla S.S. 293 fino al chilometro 24 prima di Vallermosa per prendere l'uscita a sinistra per la S.P. 89 direzione Iglesias. Proseguendo per circa 3 km sulla provinciale, occorre svoltare a sinistra sulla strada di penetrazione agraria. La strada sterrata è parallela al Riu s'Ollistincu e va percorsa per circa 2 km lasciando alle spalle i nuclei sparsi di case. Si giunge all'area di intervento non appena si vede il Riu s'Ollistincu e gli alberi sulle sue sponde prendere un'altra direzione.



Figura 4: Viabilità di accesso all'area di intervento

## 4 Area di progetto

L'area di intervento ricade nei seguenti fogli cartografici:

- Nella Carta d'Italia (I.G.M.) in scala 1:25.000, l'area in esame ricade nel foglio n° 556 sez. III – sez. IV;
- nella Cartografia Tecnica Regionale (C.T.R.) in scala 1:10.000 essa ricade nel foglio n° 556 sez. 050 – 060 – 090.

Le coordinate geografiche chilometriche GAUSS-BOAGA del baricentro del lotto sono: Nord 4352412,55 e Est 1481054,45.

La superficie interessata dall'installazione dell'impianto è di circa 30,4560 ha su una superficie complessiva di circa 34,0352.

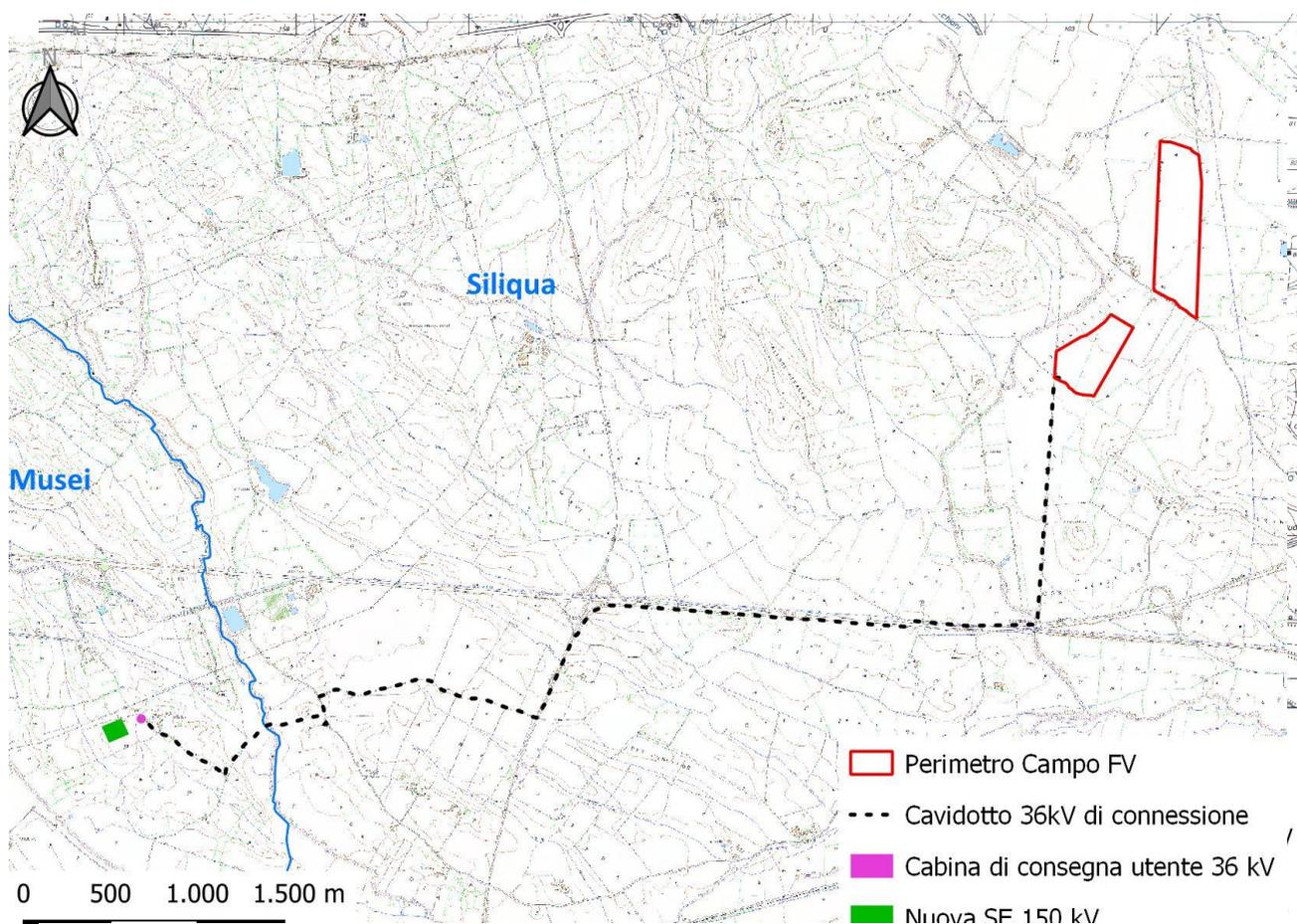


Figura 5: Inquadramento su carta I.G.M.  
Figura 6: Inquadramento su C.T.R.

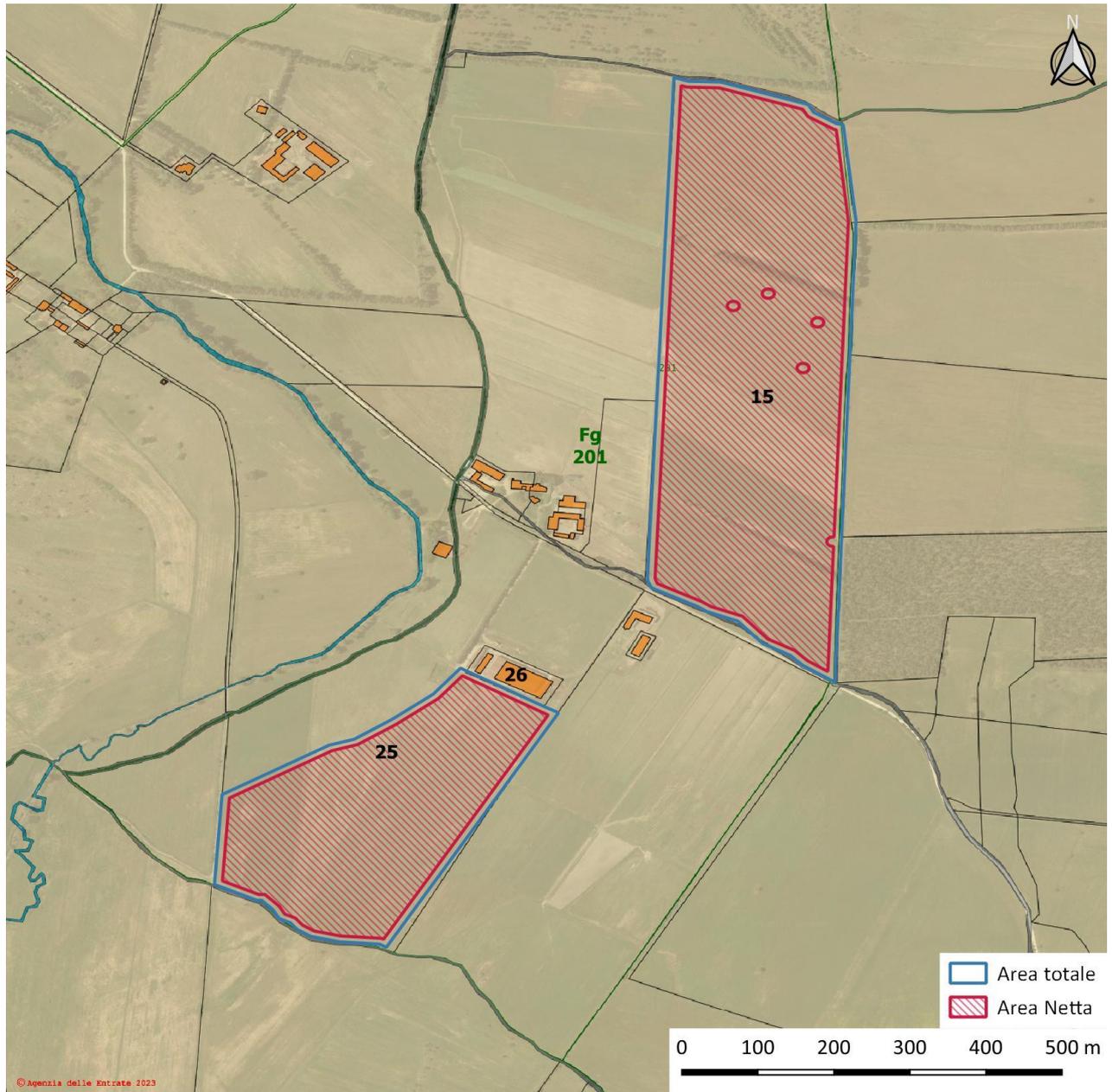


Figura 7: Inquadramento catastale

## 5 Stato attuale del lotto di intervento

Allo stato attuale il lotto di intervento che si estende per circa 34 ettari è utilizzato per coltivazioni foraggere e avena in asciutto alternate al pascolamento. Anche la macro area è caratterizzata dalle attività di tipo agricolo e pastorale, l'allevamento riguarda prevalentemente capi ovini. L'edificato è raro e diffuso; i centri abitati più vicini sono Siliqua (a circa 2 km in direzione sud est), Vallermosa (a circa 3,5 km in direzione nord) e Musei a (a circa 8,5 km in direzione sud ovest) nel cui territorio è prevista la realizzazione di parte delle opere di connessione.

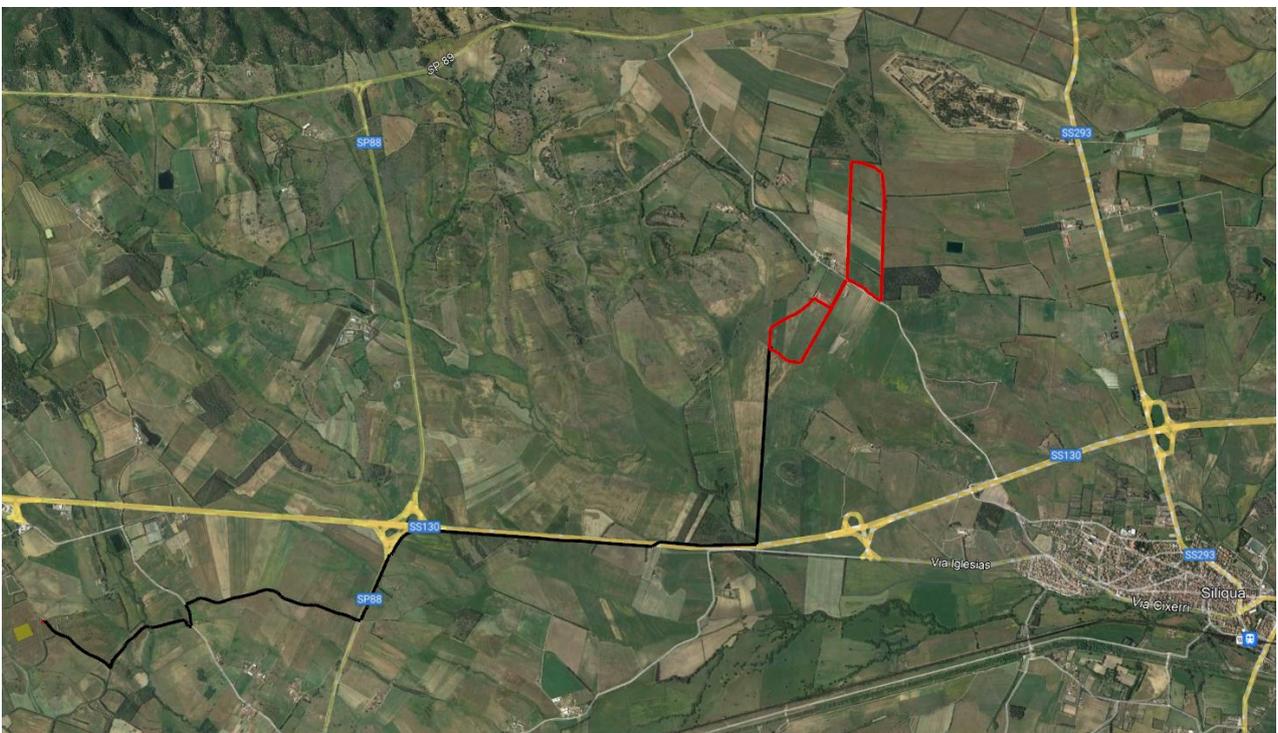


Figura 8: Inquadramento dell'area di progetto

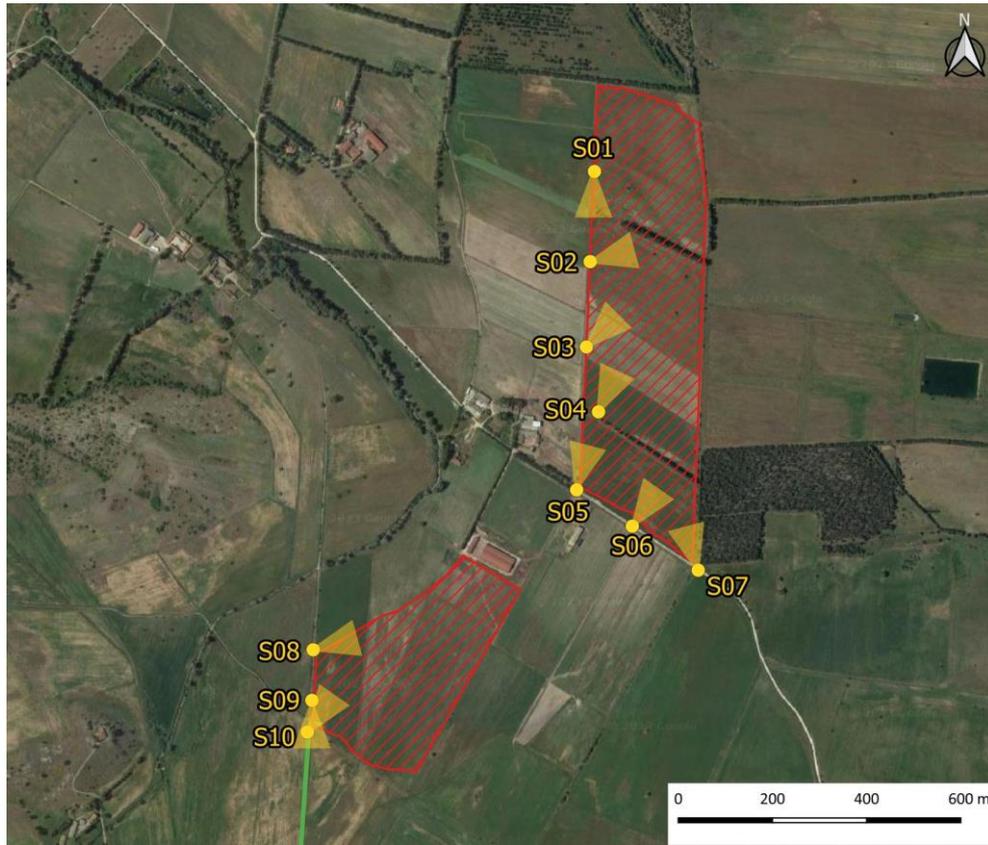


Figura 9: Rilievo fotografico dell'area di progetto - Punti di scatto



Figura 10: Rilievo fotografico dell'area di progetto – S01



*Figura 11: Rilievo fotografico dell'area di progetto – S02*



*Figura 12: Rilievo fotografico dell'area di progetto – S03*



*Figura 13: Rilievo fotografico dell'area di progetto – S04*



*Figura 14: Rilievo fotografico dell'area di progetto – S05*



*Figura 15: Rilievo fotografico dell'area di progetto – S06*



*Figura 16: Rilievo fotografico dell'area di progetto – S07*



*Figura 17: Rilievo fotografico dell'area di progetto – S08*



*Figura 18: Rilievo fotografico dell'area di progetto – S09*



*Figura 19: Rilievo fotografico dell'area di progetto – S10*

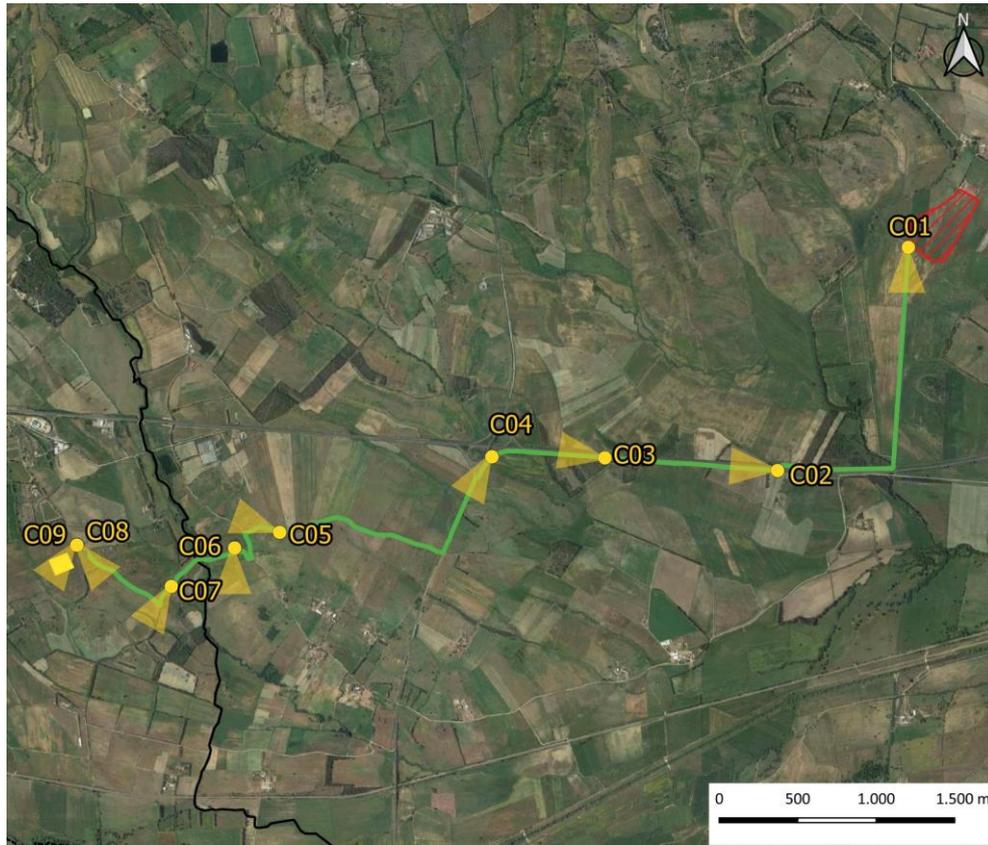


Figura 20: Rilievo fotografico del percorso del cavidotto - Punti di scatto



Figura 21: Rilievo fotografico del percorso del cavidotto - C01



*Figura 22: Rilievo fotografico del percorso del cavidotto - C02*



*Figura 23: Rilievo fotografico del percorso del cavidotto - C03*



*Figura 24: Rilievo fotografico del percorso del cavidotto - C04*



*Figura 25: Rilievo fotografico del percorso del cavidotto - C05*



*Figura 26: Rilievo fotografico del percorso del cavidotto - C06*



*Figura 27: Rilievo fotografico del percorso del cavidotto - C07*



*Figura 28: Rilievo fotografico del percorso del cavidotto - C08*



*Figura 29: Rilievo fotografico del percorso del cavidotto - C09*

## 6 Suolo e sottosuolo

(Estratto della relazione geologica – Dott. Geologo Nicola Demurtas)

*Per quanto concerne nel dettaglio l'inquadramento geologico, l'area è costituita da diverse formazioni geologiche riferibili principalmente al Quaternario, Cenozoico e al Paleozoico. Il territorio, infatti, è costituito da (in ordine cronologico dal più recente al più antico):*

- *a Depositi di versante. Detriti con clasti angolosi, talora parzialmente cementati. OLOCENE;*
- *b2 Coltri eluvio-colluviali. Detriti immersi in matrice fine, talora con intercalazioni di suoli più o meno evoluti, arricchiti in frazione organica. OLOCENE*
- *b / bb / ba / bna / bnb / bc / / bnc/ PVM2a / PVM2b Depositi sedimentari quaternari, antichi e recenti (OLOCENE - PLEISTOCENE);*
- *SQA PIROCLASTITI DI SILIQUA. Depositi di flusso piroclastico, debolmente cementati, grossolanamente stratificati, costituiti da clasti angolosi, da metrici a centimetrici, di lava microvescicolata andesitica, porfirica con fenocristalli di Pl e Am. OLIGOCENE – MIOCENE;*
- *CIX FORMAZIONE DEL CIXERRI. Argille siltose di colore rossastro, arenarie quarzosofeldspatiche in bancate con frequenti tracce di bioturbazione, conglomerati eterometrici e poligenici debolmente cementati. EOCENE MEDIO - ?OLIGOCENE;*
- *CIXa Litofacies nella FORMAZIONE DEL CIXERRI. Breccie di quarzo e liditi ben cementate e noduli ferruginosi alla base. EOCENE MEDIO - ?OLIGOCENE;*
- *SVI ARENARIE DI SAN VITO. Alternanze irregolari, da decimetriche a metriche, di metarenarie micacee, quarziti e metasiltiti con laminazioni piano-parallele ed incrociate. CAMBRIANO MEDIO – ORDOVICIANO INF.*

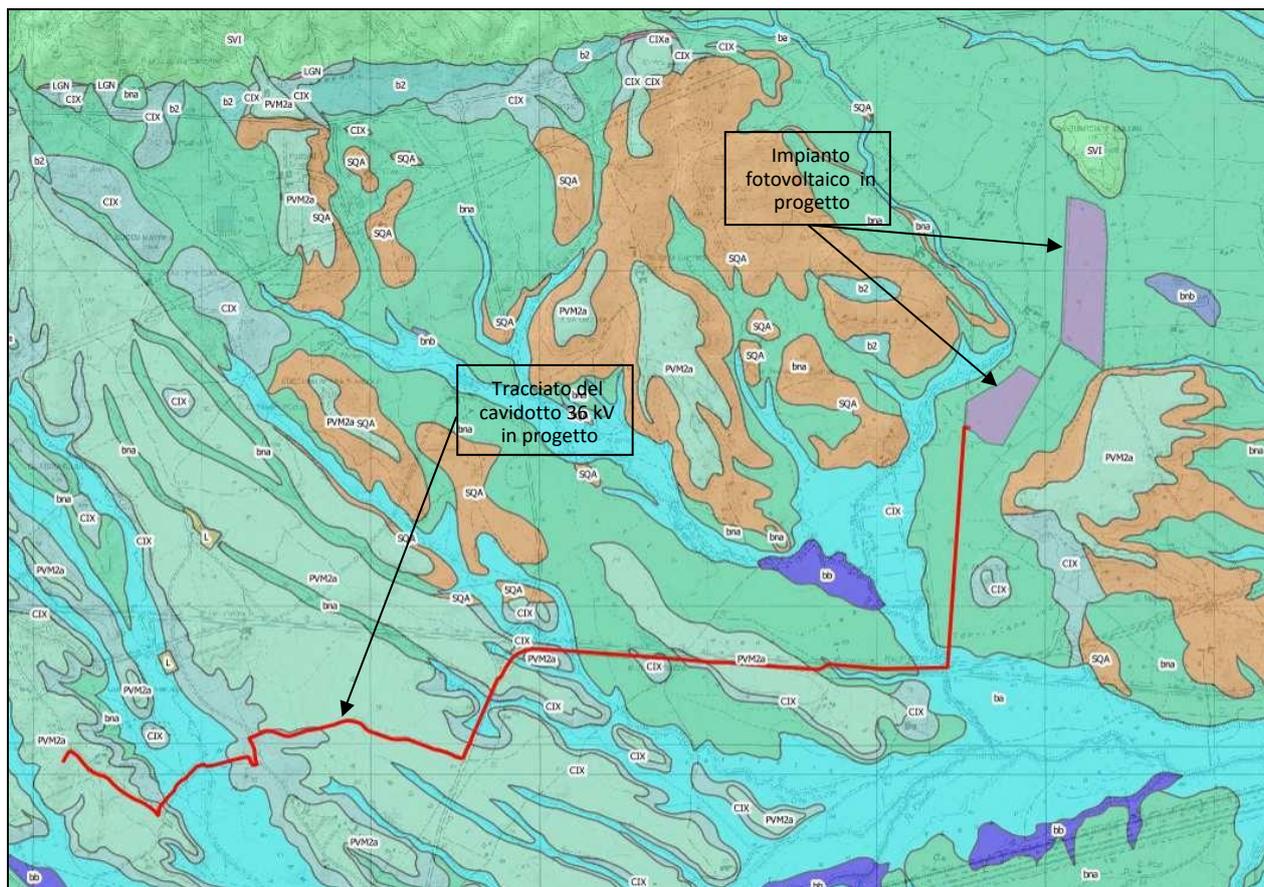


Figura 30: Carta litologica ed area di intervento - Base Cartografica I.G.M.

Il Quaternario (b / bb / ba / bna / bnb / bc/ / bnc/ PVM2a / PVM2b), che ricopre estese porzioni del territorio in esame, è rappresentato da depositi sedimentari olocenici – pleistocenici in facies continentale, i quali danno luogo ad affioramenti continui e di medio - notevole spessore.

Le alluvioni recenti sono rappresentate da depositi recenti ed attuali, con deboli spessori e più o meno terrazzati rispetto agli alvei attuali. Sono situati a ridosso del reticolo idrografico principale. La granulometria varia da sedimenti fini fino a ciottoli di dimensione centimetrica. Questi ultimi sono facilmente riconoscibili ed appartenenti a rocce magmatiche e metamorfiche. La matrice è sabbioso-limosa molto abbondante, di colore bruno-scuro. Il grado di cementazione è in genere debole. Tali depositi risultano talora terrazzati, con un'altezza rispetto all'alveo attuale di 1 - 3 metri.

Per quanto concerne i depositi detritici di falda, essi sono presenti esclusivamente nelle zone montuose e pedemontane dell'area in esame. Si ritrovano esclusivamente ai piedi dei rilievi montuosi di origine vulcanica e di origine metamorfica. Gli spessori di questi depositi sono variabili; raramente raggiungono altezze di alcuni metri. I ciottoli sono eterometrici e a spigoli vivi con matrice eterogenea. Le formazioni vulcaniche che interessano il settore oggetto di intervento, sono rappresentate principalmente da flussi piroclastici in facies ignimbratica.

Le piroclastiti di Siliqua (SQA), affiorano nel settore compreso tra Siliqua, la strada pedemontana per Vallermosa e, a N, lungo la S.S. 293. Piccoli affioramenti sono presenti lungo la S.S. 130. Morfologicamente formano colline che si elevano di poche decine di metri sulla pianura circostante. Si tratta di alternanze di depositi di flusso piroclastico ed epiclastiti (arenarie vulcanoclastiche più o meno conglomeratiche). I depositi piroclastici formano unità deposizionali di flusso, spesse in alcuni casi 2-3 m, costituite da clasti da angolosi equidimensionali a subarrotondati di lava microvescicolata andesitica e rarissimi clasti di metamorfiti immersi in una matrice cineritica ricca di cristalli. I clasti hanno dimensioni variabili da pochi centimetri a 1 m. Il rapporto quantitativo tra matrice e clasti è circa 1:10. Nel deposito non sono state ritrovate pomice. Talvolta si osserva una gradazione inversa con clasti più grandi concentrati al tetto delle unità deposizionali.

La porzione epiclastica è costituita da strati decimetrici di arenarie grossolane alternate ad arenarie fini. Esse sono costituite da granuli di quarzo e cristalli di plagioclasio, biotite e anfibolo. Spesso sono presenti clasti subarrotondati di lave andesitiche. In alcuni casi i blocchi di andesiti raggiungono volumi di oltre 1 mc, come lungo il Rio Marchioni (coord.: 799-539). L'unico affioramento che offra una sezione abbastanza chiara di una parte delle piroclastiti di Siliqua è esposto in prossimità della località Su Truncu de is Tanas (pochi chilometri a N dell'abitato di Siliqua, coord.: 834-522). Qui si osserva una successione di circa 3 m costituita alla base da una sequenza epiclastica e quindi da un deposito piroclastico di flusso. Il deposito epiclastico è costituito da: a) uno strato basale di 10 cm arenaceo grossolano di colore biancastro, con abbondanti cristalli detritici di plagioclasio, biotite, anfibolo e granuli di quarzo e rari clasti millimetrici di andesiti; b) uno strato spesso circa 5 cm con laminazione ondulata, di arenarie a grana fine con medesimo contenuto in cristalli detritici; c) uno strato di 5 cm di conglomerato matrice sostenuto, con clasti vulcanici subangolosi (con dimensioni tra 5 e 15 mm) e una matrice arenacea fine. Il deposito piroclastico di flusso è matrice-sostenuto, ha uno spessore totale di circa 2,8 m, è costituito da clasti lavici, eterometrici, monogenici, immersi in una matrice cineritica, con una debole gradazione inversa. I clasti lavici sono costituiti da blocchi di lava microvescicolata andesitica, porfirica per fenocristalli di orneblenda, plagioclasio zonato e biotite. Le dimensioni medie sono di circa 50 cm ma si osservano clasti di forma allungata, con asse maggiore fino a 90 cm disposto in direzione sub parallela alla stratificazione del deposito. La matrice cineritica è quantitativamente subordinata ai litici. Il deposito deriva da ripetuti collassi gravitativi di duomi di lava (block and ash-flow deposit). Raramente affiora il contatto basale di questa unità. In aree prossime al complesso domico di M. Su Silixianu, questi depositi poggiano direttamente sulle daciti e andesiti di Monte Sa Pibionada (PBN) (M. Accas, Guardia Perdu Pisu e M. Perdosu). Tra il Riu Cixerri e il bordo settentrionale dell'omonima valle le piroclastiti poggiano direttamente sulla successione clastica della formazione del Cixerri (CIX). L'assenza di minerali primari non ha permesso di eseguire determinazioni radiometriche; da un punto di vista cronostatigrafico, è possibile dedurre che

questo deposito è successivo alla messa in posto delle vulcaniti ipoabissali datate Oligocene superiore e precedente alla deposizione delle marne di Gesturi durante il Miocene inferiore.

Per quanto concerne invece l'Eocene – Oligocene, la formazione del Cixerri (CIX / CIXa) costituisce il substrato di tutta la valle del Cixerri, ma affiora in modo assai discontinuo poiché quasi sempre ricoperta da sottili depositi quaternari. Questa formazione, ben studiata in passato (PECORINI & POMESANO CHERCHI, 1969; BARCA et alii, 1973; BARCA & PALMERINI, 1973), è costituita alla base da breccie e conglomerati, marne e argille spesso contenenti noduli ferruginosi (CIXa); verso l'alto compaiono arenarie quarzoso-feldspatiche con frequenti intercalazioni di lenti di conglomerati (interpretati come paleoalvei). Breccie e conglomerati si ritrovano costantemente alla base della formazione a contatto con le metamorfiti (M. Gioiosa Guardia, Cuccuru San Lucifero, Piscina Farsa, Sa Guardia, Su Concali de Santa Maria, P.ta Concas Arrubias), costituiti da frammenti di quarzo e liditi e rare metamorfiti del basamento. Alle breccie e conglomerati basali sono intercalati sottili livelli di argilliti e siltiti con argille bentonitiche, noduli e incrostazioni ferruginose. L'orizzonte con i noduli ferruginosi è interpretato come un paleosuolo sviluppato in condizioni di clima caldo umido (FERRARA et alii, 1995). La parte basale della formazione è bene esposta in una cava presso Su Ferru su Cuaddu (coord.: 877-436) dove, su un fronte di circa 15 m, grazie ad alcune faglie dirette che intersecano il fronte stesso a vario angolo, si può osservare una successione di circa 25 m di spessore. Alla base affiorano i conglomerati con elementi di quarzo e liditi, ben cementati, quindi un livello di circa 1 m di argille grigie con noduli di ematite che passano verso l'alto ad argille giallastre spesse circa 2 m. Questo livello è seguito da 5 m di arenarie grigio-giallastre, grossolane, con elementi di quarzo e frammenti litici del basamento, con numerose piste di organismi limivori. Verso l'alto affiorano arenarie più massive (circa 10 m) con granulometria più fine in banchi plurimetrici privi di strutture sedimentarie. Si passa quindi ad argille rosse, alternate a siltiti rosso-violacee. Infine, queste sono ricoperte da depositi pleistocenici di conoide alluvionale del sistema di Portovesme (PVM). I litotipi arenacei, frequentemente con laminazioni incrociate, affiorano diffusamente in tutto il settore. I livelli conglomeratici, frequenti nella parte alta della formazione, sono in genere mal classati, affiorano soprattutto lungo la S.S. 130 e nei pressi di Guardia Orani. Sono costituiti da clasti poligenici, eterometrici, il cui diametro varia da 2 a 30 cm circa. Eccezionalmente (Brunco Miali e la Chiesa di S. Margherita) sono presenti elementi di oltre 1 m, costituiti da rocce paleozoiche, mesozoiche e dell'Eocene Inferiore. L'età della formazione del Cixerri è di difficile attribuzione, poiché il suo contenuto paleontologico è molto scarso. La base della formazione poggia in debole discordanza su depositi dell'Eocene medio (Lignifero Auct.) presso Tanca Aru. In altre zone il contatto con questa formazione è concordante. In questo caso il passaggio tra le due formazioni è graduale ed è stato convenzionalmente posto in corrispondenza della progressiva scomparsa delle litologie carbonatiche e di quelle carboniose (PASCI et alii, in stampa). In queste aree la base della formazione del

*Cixerri è quindi riferibile all'Eocene medio. I depositi clastici sono inoltre intrusi dalle andesiti ipoabissali calcoalcaline del complesso vulcanico di Siliqua, le cui età radiometriche (29-26 Ma, tab.1) indicano l'Oligocene superiore. Un'età oligocenica per questa formazione è sostenuta anche da MAXIA (1959) che segnala la presenza di alcune faune a gasteropodi molto simili a quelle rinvenute in Francia in alcune formazioni lacustri di età Oligocene Inferiore-medio. L'età della formazione del Cixerri risulta dunque compresa tra l'Eocene medio e l'Oligocene superiore. L'ambiente deposizionale è prevalentemente continentale e riconducibile ad una deposizione fluvio-lacustre, in un vasto sistema di piana alluvionale con carattere distale in un clima temperato-caldo e umido (BARCA, 1973). Lo spessore massimo osservabile in affioramento è di 40 m (M. Gioiosa Guardia). In un sondaggio presso Rio Caddeo, al centro della valle del Cixerri, dopo una decina di metri di copertura quaternaria, sono stati attraversati circa 140 m di alternanze di livelli arenacei e siltosi prima di arrivare ad alcuni metri di Lignitifero e quindi alle metamorfiti paleozoiche. Nei sondaggi eseguiti nel bacino del Sulcis sono stati attraversati spessori fino a 300 metri circa.*

**Relativamente al Paleozoico, di seguito la descrizione delle formazioni geologiche principali rilevate durante i sopralluoghi e caratterizzanti l'area in progetto.**

- **ARENARIE DI SAN VITO (SVI).** Alternanze irregolari, da decimetriche a metriche, di metarenarie micacee, quarziti e metasiltiti con laminazioni piano-parallele ed incrociate. **CAMBRIANO MEDIO – ORDOVICIANO INF.**

*Questa formazione, corrispondente al "Postgotlandiano" di TARICCO (1922), affiora nella settore di Vallermosa - Siliqua.*

*È una successione terrigena costituita da irregolari alternanze, da decimetriche a metriche, di metarenarie micacee e metaquarzoareniti, di colore variabile dal grigio chiaro al verdastro, al nocciola e al grigio scuro, con metasiltiti e metapeliti grigio-nerastre, talora verdi o violacee. Le metaquarzoareniti sono generalmente ben classate, con quarzo, feldspato e muscovite come componenti fondamentali, mentre subordinati sono tormalina, epidoti e ossidi. Negli intervalli a granulometria più fine sono frequenti laminazioni parallele, ondulate e convolute. Alla base degli intervalli a granulometria più grossolana talvolta possono essere conservati ripple, flute cast, load cast, canali d'erosione, slumping, stratificazione gradata e burrow (BARCA et alii, 1981a). Esempi particolarmente evidenti di strutture di carico e flute cast sono osservabili lungo la carrareccia di Cuccuru Sparau. Nell'area immediatamente a W di Vallermosa affiorano livelli di meta conglomerati clasto-sostenuti, principalmente a clasti di quarzo subarrotondati con dimensioni medie di circa 1 cm, in matrice prevalentemente fillosilicatica. Il rinvenimento da parte di PITTAU (1985) di acritarchi (*Stelliferidum*, *Cymatiogalea*, *Vulcanisphaera*, *Acanthodiacrodium*, *Striatotheca*) del TremadocArenig nell'area a E di Cuccurdoni Mannu, presso il Torrente Leni e altre*

*datazioni eseguite in aree limitrofe (BARCA et alii, 1981b; PITTAU, 1985), hanno permesso di riferire questa formazione al Cambriano medio - Ordoviciano Inferiore e la sua correlazione con i coevi depositi del Sarrabus. L'ambiente di sedimentazione corrisponde ad un sistema da litorale a deltizio sottomarino, con sedimentazione anche di tipo torbiditico (BARCA et alii, 1981a; BARCA & MAXIA, 1982). Lo spessore della formazione non è valutabile in quanto il contatto di base è tettonico e il limite superiore è erosivo. Lo spessore apparente è superiore a diverse centinaia di metri.*

***Relativamente all'area oggetto di intervento (Impianto fotovoltaico), essa risulta impostata in parte all'interno della formazione geologica appartenente a Depositi alluvionali terrazzati. Argille e ghiaie con subordinate sabbie. OLOCENE***

***Risultano presenti anche i Depositi alluvionali terrazzati. Sabbie con subordinati limi ed argille. OLOCENE.***

***Per quanto riguarda invece il cavidotto, di seguito il quadro geologico principale:***

Intervento	Litologia interessata
Cavidotto 36 kV	a) Materiale antropico – Viabilità stradale; b) Depositi alluvionali

### **Caratteri geologici e lito stratigrafici locali**

*Ai fini della caratterizzazione litostratigrafica dell'area interessata dal presente studio, è stato realizzato un rilevamento geologico della zona in esame, per un'area totale di 3,3 km<sup>2</sup>. Il suddetto rilevamento ha ricompreso anche parte della limitrofa area collinare di Cuccuru Casianoi (158,00 m s.l.m.) e Punta Sa Cruxi (401,00 m s.l.m.). Sono stati sottoposti a studio anche le sezioni stradali e gli scavi posti in prossimità del settore in esame.*

*In questa fase progettuale, non sono state eseguite indagini puntuali (trincee geognostiche – pozzetti geognostici – sondaggi geognostici a carotaggio continuo) per la verifica litostratigrafica locale.*



*Figura 31 : Area oggetto di intervento caratterizzata da una morfologia pianeggiante caratterizzata dalla formazione alluvionale dell'Olocene*

*All'interno del settore oggetto di intervento (Impianto Fotovoltaico) e a seguito del rilevamento geologico eseguito, si ipotizza la seguente successione lito-stratigrafica. Dall'alto verso il basso, abbiamo:*

- *Suolo superficiale: costituita da terreno vegetale, presenta uno spessore ipotizzato in media pari a 0,50 m;*
- *Depositi alluvionali terrazzati: Ghiaie con subordinate sabbie – Sabbie e argille. Spessore ipotizzato pari a circa 4,0 – 6,0 metri. OLOCENE;*
- *PIROCLASTITI DI SILIQUA: Depositi di flusso piroclastico, debolmente cementati, grossolanamente stratificati, costituiti da clasti angolosi, da metrici a centimetrici, di lava microvescicolata andesitica, porfirica con fenocristalli di Pl e Am. OLIGOCENE – MIOCENE;*
- *ARENARIE DI SAN VITO (SVI): Alternanze irregolari, da decimetriche a metriche, di metarenarie micacee, quarziti e metasiltiti con laminazioni piano-parallele ed incrociate. CAMBRIANO MEDIO – ORDOVICIANO INF.*

*Gli scavi previsti per la messa in opera degli interventi in progetto (linee elettriche in cavo sotterraneo – cabine elettriche – viabilità interna) andranno ad interessare le suddette formazioni litologiche (depositi alluvionali argillosi – sabbiosi e ghiaiosi), che caratterizzano l'intera area in esame e si presentano con un discreto grado di escavabilità.*



*Figura 32: Terreno uso agricolo all'interno dell'area oggetto di intervento*



*Figura 33: località Maghedda Porcus – sito caratterizzato dalla presenza di ciottoli e suolo argilloso*

Per quanto riguarda invece il cavidotto in progetto, di seguito il quadro lito-stratigrafico:

<i>Intervento</i>	<i>Litologia interessata</i>
<i>Cavidotto 36 kV in progetto</i>	<i>Materiale antropico – Sequenza pavimentazione stradale – Sequenza banchina stradale A fondo scavo molto probabilmente verranno intercettati i depositi alluvionali argillosi – sabbiosi e ghiaiosi</i>



Figura 34: Terreno uso agricolo all'interno dell'area oggetto di intervento - Loc. Sabaru



Figura 35: Terreno uso agricolo all'interno dell'area oggetto di intervento - Acqua Callentis

## 7 Descrizione dell'impianto

Il progetto in esame riguarda la realizzazione di un impianto fotovoltaico con potenza in corrente continua pari a 25.719,96 kWp, integrato con un sistema di accumulo di potenza pari a 6 MW, con Potenza ai fini della connessione di 21,15 MW da realizzarsi nel Comune di Siliqua Provincia Sud Sardegna, in località "Berlingheri".

La connessione dell'Impianto Fotovoltaico è prevista in antenna sulla sezione 36 kV di una nuova Stazione Elettrica (SE) di Smistamento e Trasformazione della RTN a 150/36 kV, da realizzarsi in agro del Comune di Musei, in entra - esce alla linea RTN a 150 kV "Iglesias 2 - Siliqua" previo potenziamento/rifacimento della linea RTN 150 kV "Villacidro-Villasor", come descritto nella STM Codice Pratica 202200309.

Il percorso del cavidotto è stato impostato in modo da interessare, il più possibile, la viabilità esistente, riducendo gli impatti su altri terreni ad esclusione di quelli coinvolti per la produzione fotovoltaica.

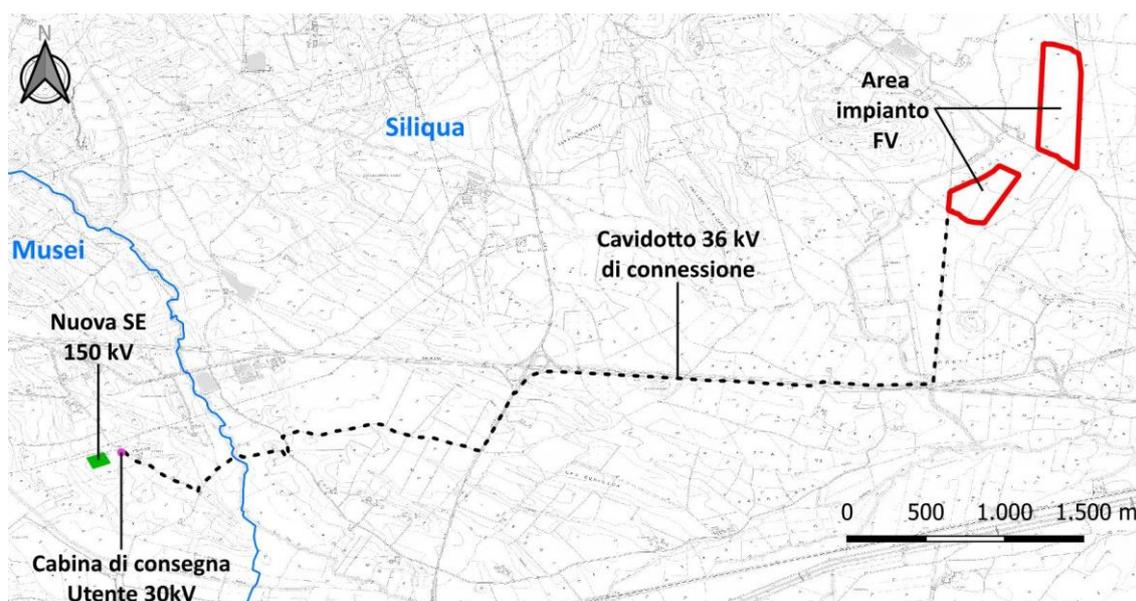


Figura 36 – Inquadramento del progetto

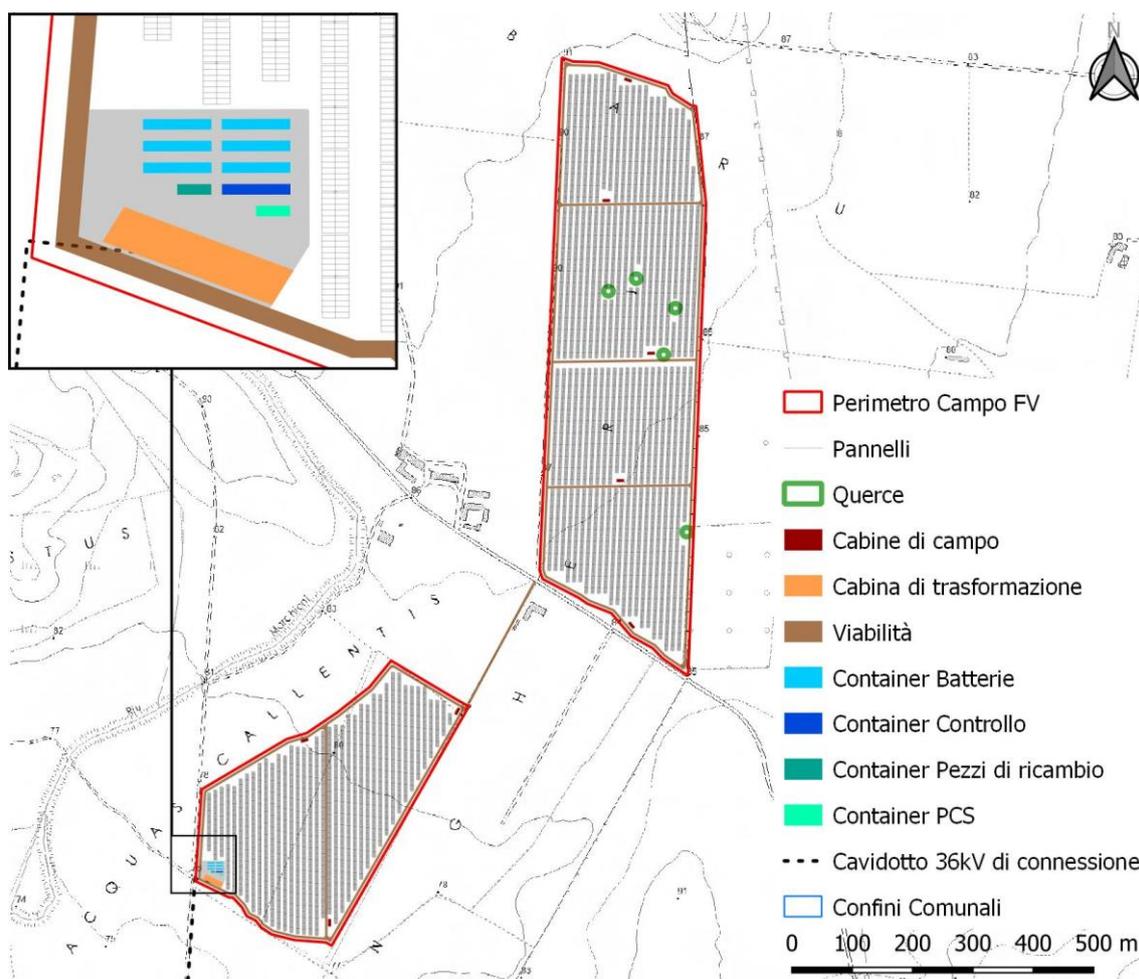


Figura 37 – Planimetria dell'impianto fotovoltaico

Si riporta di seguito una breve descrizione degli elementi di progetto, per gli approfondimenti si rimanda alla *Relazione tecnica descrittiva*.

## 7.1 Descrizione delle varie componenti d'impianto

### 7.1.1 Moduli fotovoltaici

Il dimensionamento dell'impianto è stato realizzato con una tipologia di modulo fotovoltaico composto da 132 celle in silicio monocristallino, ad alta efficienza e connessi elettricamente in serie, per una potenza complessiva di una stringa pari a 18,76 kWp.

L'impianto sarà costituito da un totale di 38.388 moduli per una conseguente potenza di picco pari a 25.719,96 kWp.

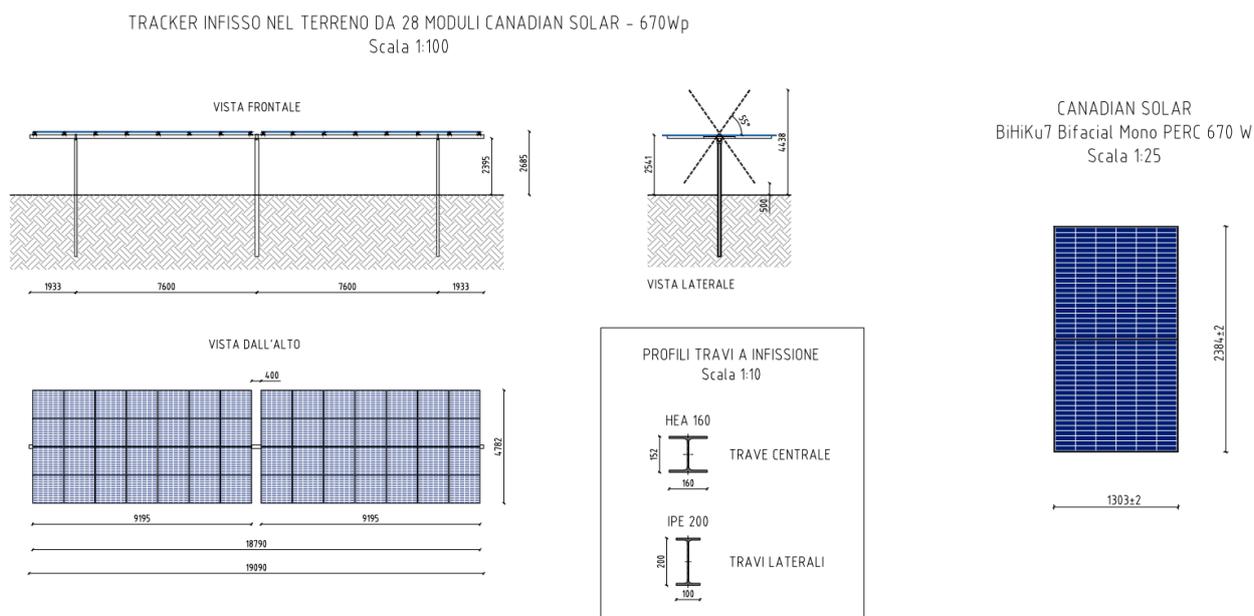
Nella tabella seguente sono elencate le caratteristiche principali del modulo utilizzato.

Parametro	Sigla e/o valori caratteristici	UM
Costruttore e sigla modello	Canadian Solar CS7N 670MS	-
Tipologia	Silicio monocristallino	-
Dimensioni	2384 x 1303 x 35	mm
Peso	34,4	kg
Numero di celle	132 (22 file da 6);	-
Potenza nominale massima con STC ( $P_{max}$ )	670	W
Efficienza del modulo	21,6	%
Tensione di esercizio ottimale ( $V_{mp}$ )	38,7	V
Corrente di esercizio ottimale ( $I_{mp}$ )	17,32	A
Tensione di circuito aperto ( $V_{oc}$ )	45,8	V
Corrente di corto circuito ( $I_{sc}$ )	18,55	A
Temperatura di esercizio	-40 °C ÷ 85	°C
Tensione massima di sistema	1500	V

**Tabella 1** - Caratteristiche dei moduli fotovoltaici previsti

### 7.1.2 Strutture di sostegno dei moduli - Tracker

Il sistema di sostegno dei moduli ad inseguimento (tracker), è previsto con strutture infisse su file monopalo, con i pannelli montati in configurazione “portrait” (affiancamento sul lato più lungo), con due file per vela. Il fissaggio dei pannelli a terra sarà realizzato con infissione sul terreno tramite macchine battipalo. La soluzione individuata permette una buona ventilazione, un buon irraggiamento del terreno. Il dimensionamento delle strutture tiene in conto i carichi statici (pesi dei componenti), le sollecitazioni dinamiche del vento e le caratteristiche del terreno sulla base dello studio geologico.



**Figura 38** – Tipico struttura supporto pannelli ad inseguimento (tracker)

Il layout con tracker mono-assiali ad asse di rotazione nord-sud consente di ottimizzare la produzione di energia elettrica, inseguendo la posizione giornaliera del sole con appositi motori, riduttori e schede di controllo installate a bordo dei tracker. Per gestire le diverse conformazioni delle superfici del terreno si sono adottati inseguitori di lunghezza e numero di pannelli standard, in particolare saranno utilizzati 1371 tracker da 28 moduli da 670 W, per cui i tracker avranno una potenza nominale di 18,76 kW dc.

### **7.1.3 Sistema di condizionamento della potenza - inverter**

Per la conversione dell'energia prodotta, da continua in alternata, sono stati previsti inverter di tipo centralizzato completi internamente dei componenti accessori, quali filtri e dispositivi di protezione e controllo, che rendono il sistema idoneo al trasferimento della potenza dal generatore fotovoltaico alla rete, in conformità ai requisiti normativi tecnici e di sicurezza applicabili.

Gli inverter individuati sono della Power Electronics, i due modelli che verranno utilizzati sono:

- MVS3430 di potenza 3'550 kVA;
- MVS2285 di potenza 2'365 kVA;

con potenze a 40 ° C, temperatura di riferimento tipiche delle macchine elettriche di potenza.

Questi inverter sono inseriti nel campo fotovoltaico all'interno delle rispettive **cabine di zona**.

### **7.1.4 Cabine di campo, di raccolta e sezionamento, di supervisione**

Le cabine sia quelle dedicate potenza elettrica, sia quelle per il control room e magazzino, verranno realizzate in stabilimenti dedicati per prefabbricati e verranno consegnate in cantiere pronte al collegamento DC lato inverter, AT lato rete di trasferimento e per la parte dati.

#### **7.1.4.1 Cabine di campo (Skid)**

Ciascuna di queste cabine è costituita dai diversi componenti, che globalmente avranno dimensioni esterne indicative: 10,00 x 2,50 x 3,00 [m], al loro interno sono contenuti il quadro 36 kV di tipo entra esce con le protezioni del trasformatore di potenza AT/BT, il quadro BT ed il trasformatore BT/BT per gli ausiliari. Nella figura sottostante è rappresentato un estratto che rappresenta lo skid previsto.

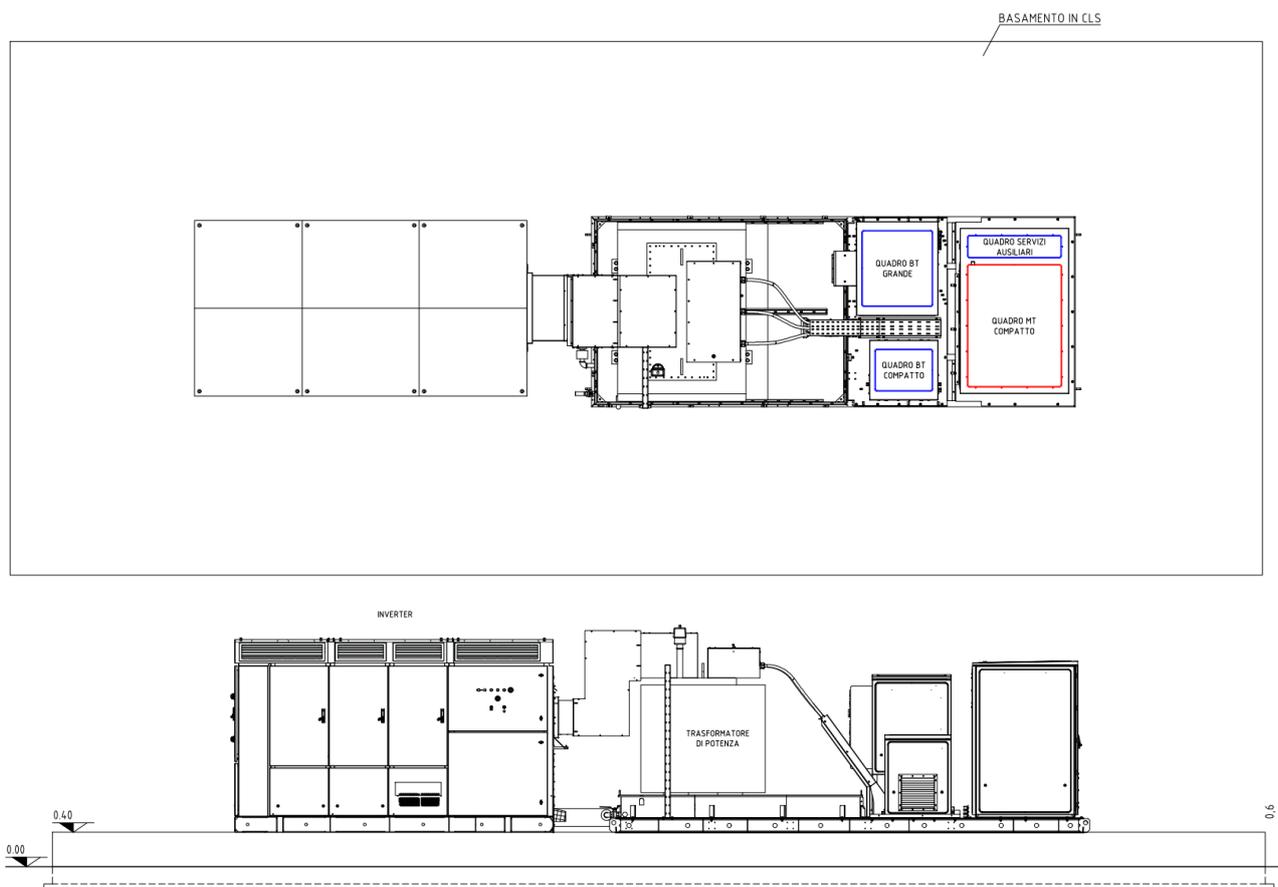


Figura 39 – Cabina di Campo - Pianta e prospetti

#### 7.1.4.2 Cabina di raccolta e trasmissione

Questa cabina contiene i quadri 36 kV con gli scomparti di arrivo delle linee dal campo e gli scomparti interruttori per le linee di trasmissione fino alla Stazione Elettrica Terna, in particolare questa avrà anche uno scomparto 36 kV per il trasformatore servizi ausiliari AT/BT, un gruppo elettrogeno di emergenza.

Oltre al locale 36 kV, in questo edificio sono presenti: una sala contatori e di controllo, un locale Servizi Ausiliari, un locale per il TSA, un locale per il Gruppo Elettrogeno.

Le dimensioni esterne totali del locale sono indicativamente: 32,00 x 6,50 x 4,50 [m], nella figura sottostante è rappresentato un estratto di quanto contenuto nell'elaborato:



**Figura 40** – Cabina di Raccolta e Trasmissione

#### 7.1.4.3 Cabine / Container per l'accumulo e Inverter dedicati

Queste cabine/container sono dedicate all'accumulo dell'energia, sono in numero di 6 ed hanno dimensioni esterne indicative paria a: 12,20 x 2,50 x 2,60 [m].

Sono previsti anche container dedicati dimensioni esterne indicative paria a: 6,00 x 2,50 x 2,60 [m], per la parte di conversione della sezione di accumulo, che sarà interconnessa anch'essa alla cabina di raccolta e trasmissione in quanto dovrà immettere energia al livello di tensione 36 kV prevista per la connessione.

Nella figura sottostante sono rappresentati la pianta del container batterie ed un esempio indicativo di realizzazione sia del container batterie che di quello inverter dedicato.



**Figura 41**– Container Storage e Power Converter System

Altri monoblocchi simili sono dedicati a funzioni specifiche che saranno meglio dettagliate in fase esecutiva.

L'area nella quale devono essere posizionati questi prefabbricati, dovrà essere accessibile ai mezzi con gru per lo scarico. Le aperture adibite per l'aerazione dei locali tecnici dovranno garantire un grado di protezione IP33 ed un'adeguata ventilazione; le tubazioni d'ingresso cavi, dovranno essere sigillate in modo da prevenire l'ingresso indesiderato di fluidi.

### **7.1.5 Cavi, rete di terra ed altri componenti**

Le caratteristiche dei cavi di collegamento, della rete di terra, dei componenti accessori necessari per il funzionamento dell'impianto e per il soddisfacimento dei requisiti di sicurezza, dovranno rispettare quanto previsto nelle norme. Di seguito si descrivono le diverse tipologie previste in funzione dei livelli di tensione che saranno presenti nelle diverse parti dell'impianto fotovoltaico.

### 7.1.5.1 Cavi in corrente continua

Per collegare i pannelli in stringhe fino all'ingresso degli inverter, per la tensione prevista, sono previsti cavi per il funzionamento fino a 1500 Vcc, del tipo FG7M2 o equivalente.

### 7.1.5.2 Cavi in corrente alternata BT e condotti prefabbricati BT

Dagli inverter l'energia in alternata, viene trasferita, alle cabine di campo in un quadro BT di raccolta, i cavi adatti sono quelli siglati FG16OR16 o caratteristiche similari.

All'interno delle cabine di campo, ci sarà il collegamento dai quadri BT a valle degli inverter fino ai terminali BT del trasformatore di potenza, esso potrà essere eseguito con più cavi in parallelo FG16OR16 o caratteristiche similari o con un condotto sbarre prefabbricato.

Questi collegamenti di fatto verranno forniti assemblati all'interno degli skid (cabine di campo).

### 7.1.5.3 Cavi 36 kV

I cavi 36 kV scelti per i collegamenti sono di tipologie e di sezione congruenti con la parte di impianto interessata, le caratteristiche generali e le modalità di posa sono riassunte nelle tabelle e nelle figure sottostanti, quelli con sezioni inferiori a 240 mm<sup>2</sup> sono utilizzati solo per il trasformatore ausiliari della Cabina di Raccolta e Trasmissione o all'interno degli skid.

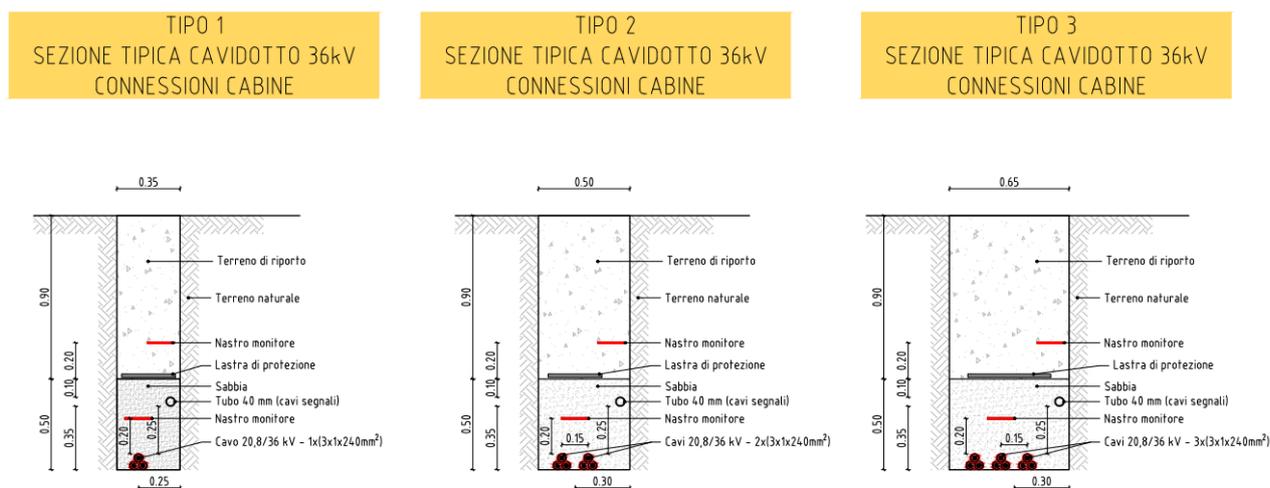
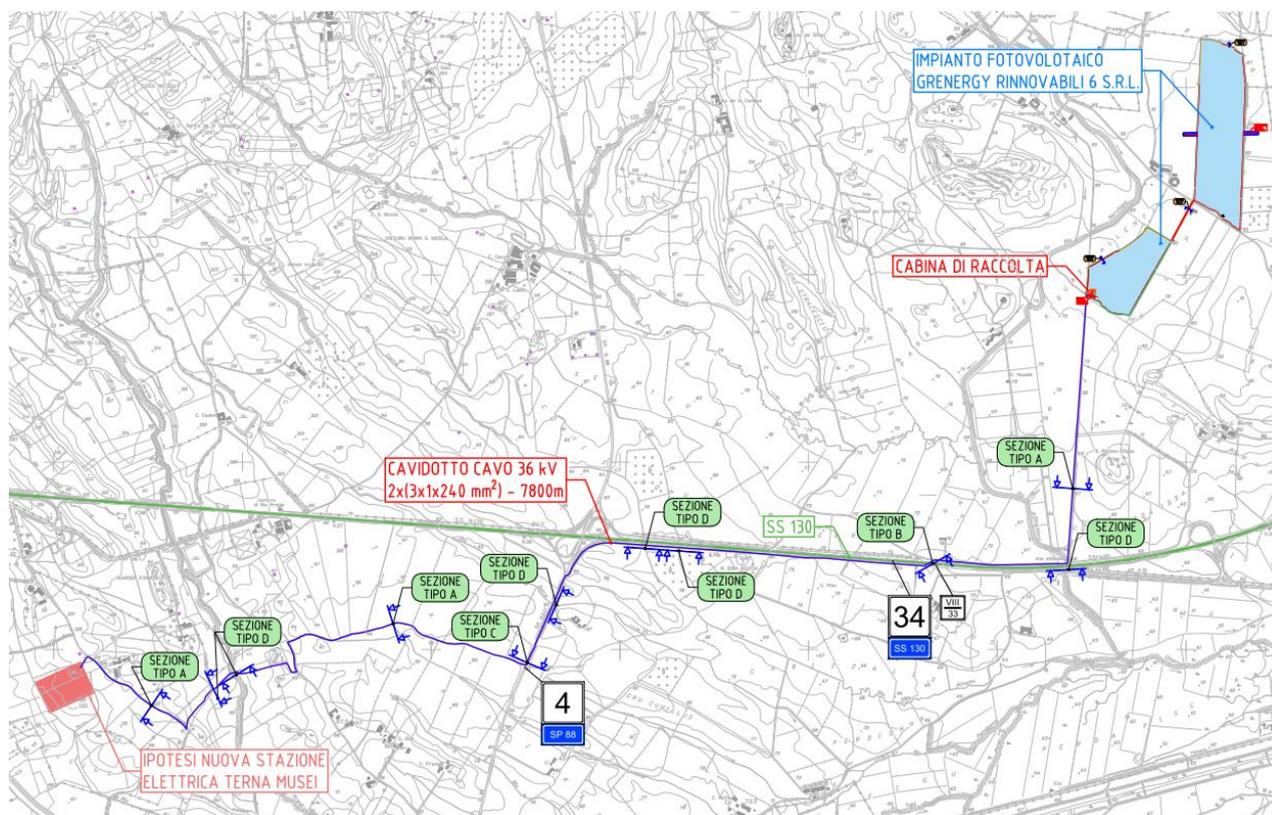


Figura 42 – Tipici per la posa interrata dei cavi 36 kV nell'area dell'impianto di produzione

## 7.2 Connessione alla rete elettrica

Considerata la potenza dell'impianto, essa sarà immessa nella rete in alta tensione, pertanto, ci sarà una prima rete di cavi 36 kV interrato che raccolgono l'energia delle cabine di campo e le convogliano ad una cabina di Raccolta e Trasmissione, dalla quale un altro cavo interrato AT provvede a trasportare l'energia in alta tensione, fino allo scomparto 36 kV dedicato nella Nuova Stazione Terna di Musei.



**Figura 1** - Connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale.

In vicinanza della nuova SE Terna di Musei, si provvederà a posizionare un locale prefabbricato, nel quale alloggiare un quadro di sezionamento, al fine di utilizzarlo per abbreviare i tempi per la ricerca di eventuali guasti sulla linea di trasmissione a 36 kV. Tale quadro non avrà protezioni a bordo ma soltanto organi di sezionamento, non sarà pertanto necessario un sistema di alimentazione permanente.

### 7.3 Recinzione, mitigazione, viabilità, acque superficiali

#### 7.3.1 Recinzione

Intorno a tutte le aree nelle quali saranno installati i pannelli fotovoltaici ci sarà una recinzione, al fine di delimitare la proprietà, essa sarà costituita da rete metallica romboidale, maglia 5 x 5 cm, altezza 2 m, plastificata verde, ancorata ad elementi metallici.

Al fine di garantire la continuità dei corridoi ecologici alle specie faunistiche, la recinzione sarà dotata di idonee aperture e/o dovrà essere sollevata da terra di almeno 20 cm.

Quanto descritto è rappresentato nella figura sottostante.

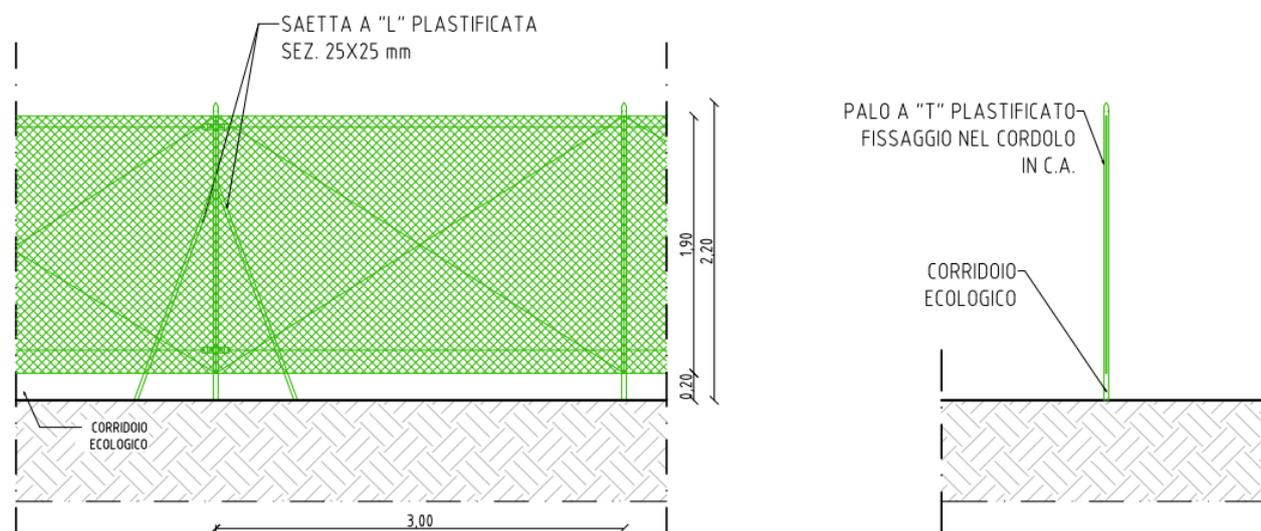


Figura 44 – Dettaglio recinzione - Prospetto e sezione

Per inibire furti ed atti vandalici i perimetri recintati saranno controllati da sistema antintrusione tramite sorveglianza con telecamere, con sensore di movimento, in grado di funzionare nel campo dell'infrarosso per la visione notturna e di attivare automaticamente l'accensione dell'impianto di illuminazione.

#### 7.3.2 Interventi sul suolo e sulla fascia perimetrale dell'area di impianto

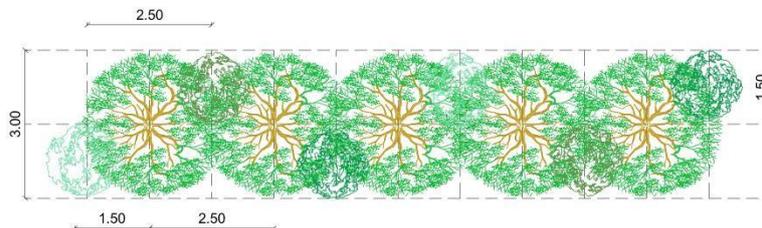
Il progetto dell'impianto fotovoltaico intende implementare una migliore gestione agronomica dei terreni sui quali insiste, al fine di contribuire nel tempo al miglioramento decisivo della fertilità del suolo agrario, con lo scopo di consentire la prosecuzione delle attività agro-zootecniche attualmente svolte e di restituire alla fine della vita utile dell'impianto fotovoltaico un terreno migliorato e pronto ad essere reimmesso nel ciclo produttivo agro-zootecnico.

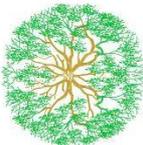
A tal fine si sostituiranno le attuali coltivazioni in asciutto di cereali e leguminose da granella alternate a coltivazioni foraggere, in superfici a “prato pascolo polifita permanente”.

La conversione delle superfici presuppone l’attuazione di una serie di operazioni di miglioramento agrario dei terreni al fine da renderli idonei ad ospitare la coltivazione del prato pascolo polifita permanente.

Con finalità di mitigazione visiva dell’impianto ai fini paesaggistici e contestuale attenzione alla naturalità del sito di intervento, così come riscontrata anche nelle relazioni dedicate alla componente flora e fauna, e allo scopo di implementare la biodiversità vegetale e animale dell’area, si prevede di realizzare una fascia tampone di mitigazione visiva costituita da specie arboree e arbustive esclusivamente autoctone e facenti parte della vegetazione potenziale dell’area vasta e storicamente presenti nel sito di intervento. Le specie arboree proposte sono le seguenti: sughera (*Quercus suber*), leccio (*Quercus ilex*); le specie arbustive proposte sono invece le seguenti: lentischio (*Pistacia lentiscus*), corbezzolo (*Arbutus unedo*), e, per concludere, fillirea a foglie larghe (*Phillyrea latifolia*). La distribuzione lungo la fascia perimetrale è rappresentata nell’immagine seguente e prevede che le querce presenti a bordo lotto vengano integrate.

VERDE DI MITIGAZIONE CON NUOVA PIANTUMAZIONE  
SESTO DI IMPIANTO - Scala 1:50



COMPONENTE ARBOREA	COMPONENTE ALTO-ARBUSTIVA ED ARBUSTIVA
 <i>Quercus ilex</i> (Leccio)	 <i>Pistacia lentiscus</i> (Lentisco)
	 <i>Arbutus unedo</i> (Corbezzolo)
	 <i>Phillyrea latifolia</i> (Fillirea a foglie larghe)
Altezza all'impianto: 80-150 cm	Altezza all'impianto: 60-80 cm

I dettagli di queste attività/inserimenti sono parte integrante del documento 134QAM200R – Relazione agronomica.

### **7.3.3 Viabilità**

Per quanto riguarda la viabilità, all'interno dei campi fotovoltaici, in generale il passo tra le file dei pannelli permette ai mezzi, sia in fase di costruzione sia in fase di esercizio e manutenzione di muoversi all'interno delle aree, mantenendo la velocità entro i valori da rispettare per i cantieri.

Per garantire la viabilità a mezzi importanti anche quando i tracker sono in funzione è stata predisposta una viabilità principale costituita da un percorso perimetrale ed alcune vie trasversali in direzione est - ovest per il parco Nord ed in direzione nord - sud per il parco Sud.

Per avere un ridotto impatto ambientale, i nuovi accessi e la viabilità saranno realizzati con la tecnica della terra stabilizzata, prendendo cioè il materiale in situ, opportunamente vagliato, miscelato ed impastato nelle dosi con calce e/o cemento, opportuni leganti, aggreganti, sanificanti.

Questo permette di avere percorsi stabili adatti anche al traffico pesante, altamente drenanti, contemperando le esigenze di valenza paesaggistica e di eco-sostenibilità con la funzionalità ed affidabilità nel tempo. La conformazione opportuna della sezione di queste strade, l'ottimizzazione dei percorsi dei cavidotti coordinandoli con la viabilità, permette la gestione delle acque superficiali in modo da non erodere il piano stradale e diminuire il più possibile la manutenzione delle stesse.

In alternativa le strade si potranno realizzare in tout-venant, soluzione che mantiene ugualmente una elevata capacità drenante, un basso impatto ambientale, ma che dovrà essere mantenuta con più frequenza ed intervenendo per il ripristino in caso di interruzione della viabilità.

### **7.3.4 Smaltimento acque meteoriche**

I movimenti terra, come già evidenziato nei paragrafi precedenti, saranno solo quelli indispensabili al livellamento, lasciando inalterati o migliorando i regimi di scorrimento delle acque superficiali, ripristinando gli scorrimenti già previsti, con la rimozione, ove necessario, dello strato superficiale del terreno e degli arbusti.

Per lo scopo, a fianco delle strade interne e periferiche, sarà realizzato un canale di invito che correrà parallelo alle strade stesse ed ove la direzione dei deflussi siano trasversali saranno aggiunti dei pozzetti con dei tubi di dreno a permettere lo scarico verso i canali di raccolta esistenti.

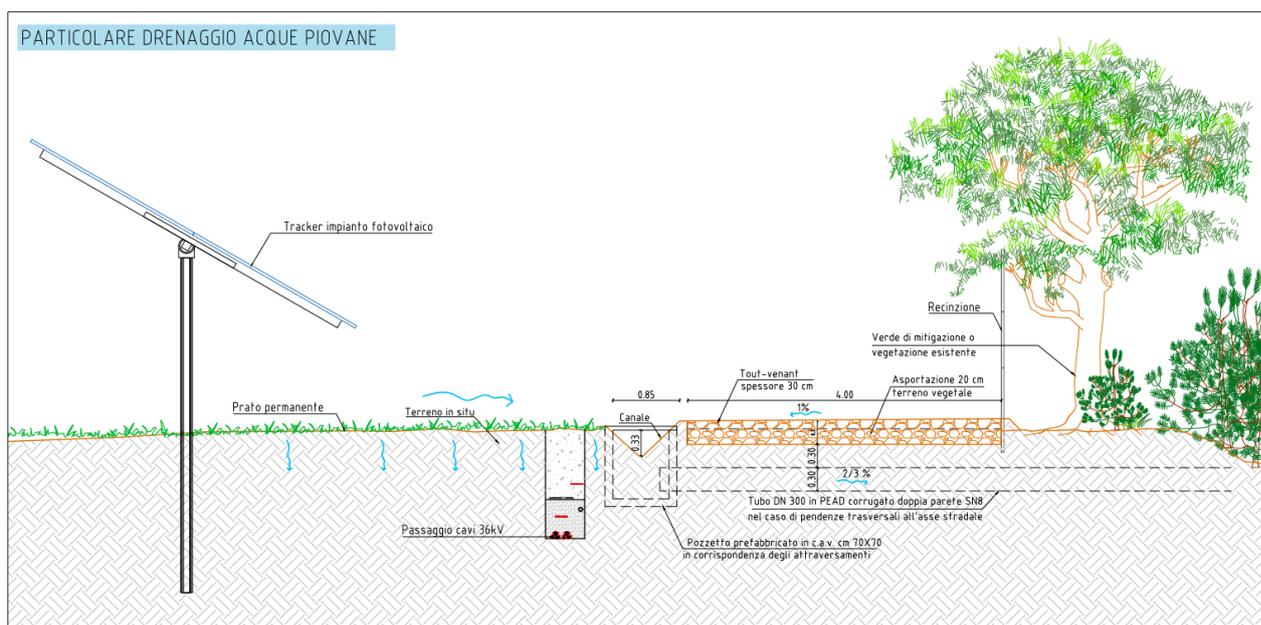


Figura 45 – Acque superficiali - drenaggi trasversali bordo strada

## 7.4 Cantiere

Per quanto concerne l'organizzazione del cantiere, si ipotizza di suddividerlo corrispondenza delle due parti principali Nord e Sud, dedicando a ciascuna un'area dedicata, tuttavia per necessità di controllo e di sorveglianza notturna, la principale sarà quella a sud nella quale saranno previste anche le baracche e le aree parcheggi mezzi di cantiere.

La viabilità sarà riorganizzata in modo da renderla congruente con la viabilità definitiva dell'impianto fotovoltaico, da collegare tramite apposite strade dedicate per l'accesso ai cantieri dei singoli sottocampi fotovoltaici.

Le aree di cantiere saranno recintate, avranno un accesso controllato (con badge o addetto) e vi saranno localizzati i baraccamenti, i parcheggi per il personale, i parcheggi dei mezzi di cantiere, le postazioni di cantiere, un'area per lo stoccaggio di pannelli e materiali e un'area per lo stoccaggio dei rifiuti.

In particolare, il layout della parte SUD sarà organizzato in due macro-aree:

- Direzionale: con uffici per il committente, la direzione lavori ed il coordinamento della sicurezza, un ufficio di cantiere per l'impresa affidataria delle opere civili ed uno per l'affidataria delle opere elettriche, una sala riunioni comune, servizi igienici.
- Operativa: con spogliatoi e servizi igienici per gli addetti, l'infermeria, una sala ristoro per pause brevi con tettoia all'aperto, un refettorio/mensa per le pause lunghe.

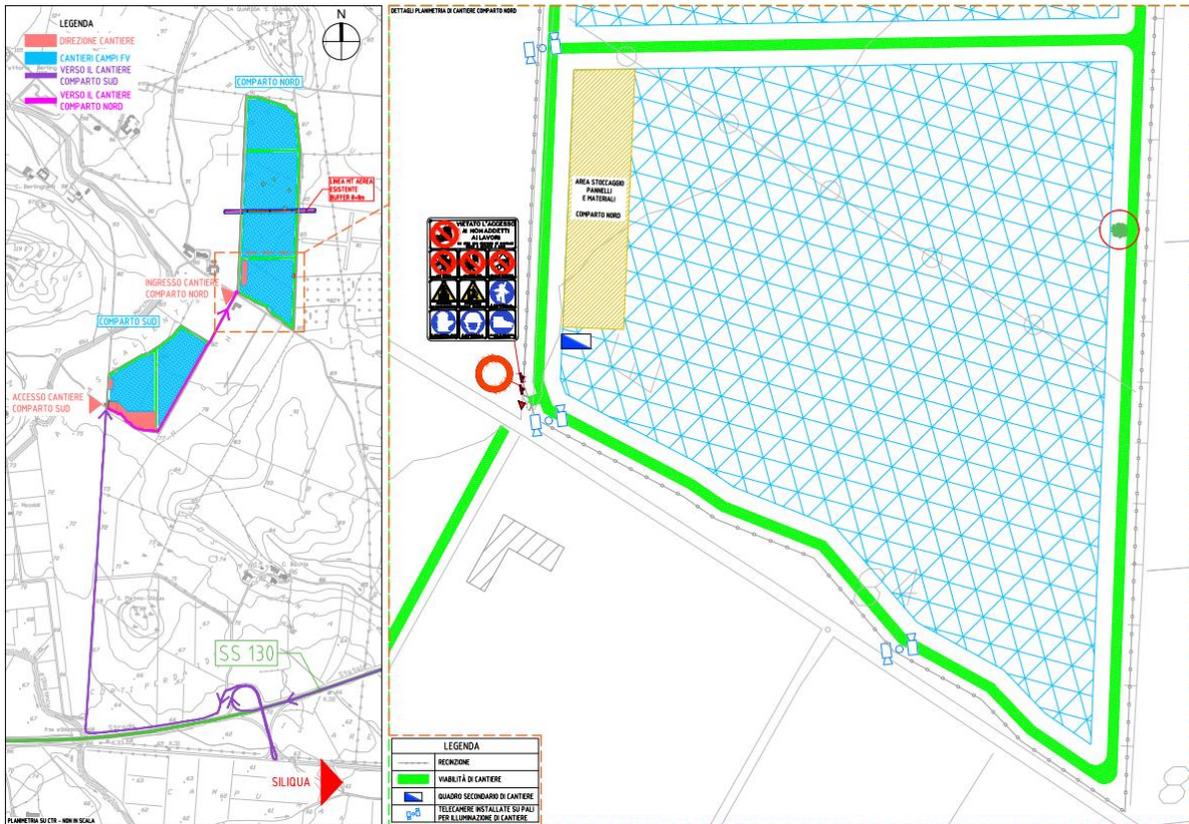


Figura Figura 46 – Layout cantiere area NORD

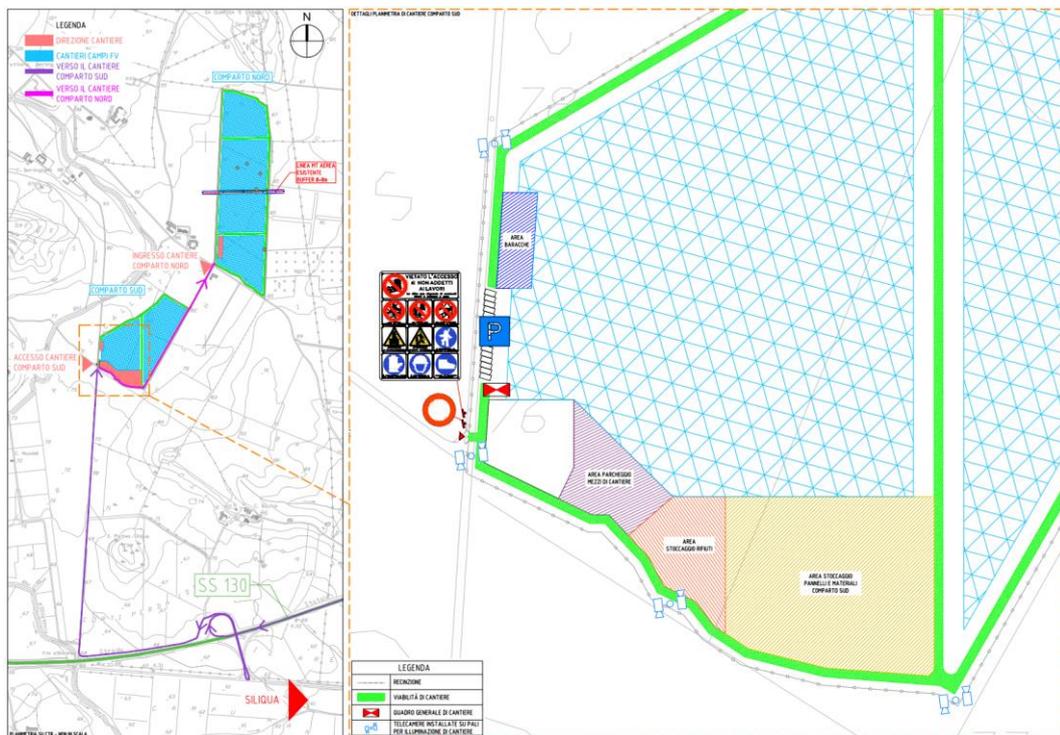


Figura 47 – Layout cantiere area SUD

Ciascuna delle aree di suddivisione di lavoro, che costituirà un cantiere satellite del principale, sarà recintato e dotato dei seguenti servizi minimi: un box di appoggio condiviso tra le imprese (o un box per impresa se verrà ritenuto necessario), un bagno chimico, una o più postazioni di lavoro libere, con zona di stoccaggio breve e montaggio.

Anche ciascuna di queste aree sarà recintata dotata di opportuna cartellonistica per indicare il cantiere e regolare l'accesso e, all'interno, per individuare pericoli e prescrizioni delle aree di lavoro.

Ogni cantiere sarà organizzato secondo opportuna viabilità interna, studiata per ridurre al minimo le interferenze.

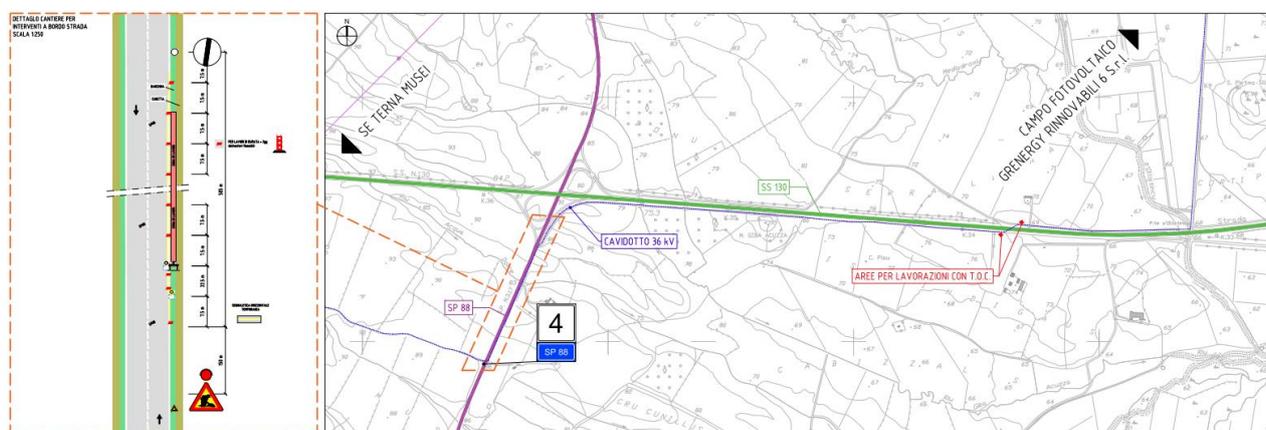


Figura 48 – Layout cantiere area SS 130

Per la realizzazione degli elettrodotti in cavo sono individuabili le seguenti fasi di lavoro:

- esecuzione degli scavi, per le parte di costeggiamento della strada;
- esecuzione No DIG per gli attraversamenti ove non si possono effettuare scavi;
- stesura e posa del cavo;
- realizzazione dei giunti;
- reinterro dello scavo fino ripristino del piano.

Per la posa longitudinale con scavo, l'area di cantiere sarà costituita essenzialmente dalla trincea di posa del cavo prevista per la lunghezza del percorso, larga circa 1m per una profondità variabile fino a 1,4 m. Ove la Direzione dei Lavori lo ritenesse opportuno, la profondità di posa potrà essere aumentata o anche diminuita, utilizzando in questo secondo caso, un'opportuna protezione meccanica aggiuntiva (bauletti in calcestruzzo).

Poiché per l'esecuzione dei lavori non sono previste tecnologie di scavo con prodotti in grado di contaminare rocce e terre, nelle aree a verde o canali in cui sono assenti scarichi e in tutte le aree in cui non sia accertata e non si sospetti potenziale contaminazione, nemmeno dovuto a fonti inquinanti diffuse,

il materiale scavato sarà considerato idoneo al riutilizzo in sito. In ogni caso durante la realizzazione delle opere, il criterio di gestione materiale scavato prevede il suo deposito temporaneo presso l'area di cantiere e successivamente il suo utilizzo per il reinterro degli scavi, previo accertamento, durante la fase esecutiva, dell'idoneità di detto materiale per il riutilizzo in sito.

In merito all'interessamento di aree da parte dell'elettrodotto, con riferimento ai riferimenti legislativi sugli espropri, le Aree Impegnate, cioè quelle necessarie per la sicurezza dell'esercizio e manutenzione dell'elettrodotto, in fase esecutiva saranno concordate nel dettaglio con la direzione tecnica dei proprietari delle strade.

Anche ciascuna di queste aree sarà recintata dotata di opportuna cartellonistica per indicare il cantiere e regolarne l'accesso e, all'interno, per individuare pericoli e prescrizioni delle aree di lavoro.

Per quanto riguarda i lavori sul tratto di strada provinciale SP 88, indicato in figura 30, verranno attuate le specifiche procedure dedicate agli interventi sulle strade aperte al traffico.

#### **7.4.1 Macchine operatrici**

Per le lavorazioni da eseguirsi in cantiere verranno utilizzate diverse macchine, in generale mobili, in particolare, indicativamente saranno presenti:

- 3 mezzi tra gommati e cingolati (ruspe e pale meccaniche) per il movimento e livellamento terra;
- Rullo compressore (per il solo compattamento strade in tout-venant)
- 2 trivelle e/o battipali per l'infissione dei supporti di sostegno delle strutture dei pannelli;
- 3 camion per trasporto del terreno, delle apparecchiature, dei pannelli e delle strutture;
- 1 Betoniera con autopompa per i getti di fondazioni container e cabina di raccolta e trasmissione;
- 1 autocisterna per rifornimento betoniera/impastatrice e per irrorazione strade per abbattimento polvere;
- 6 veicoli per il trasporto delle attrezzature e del personale

## **8 Gestione e riutilizzo delle terre e rocce da scavo**

Il quadro normativo vigente illustrato in precedenza rende possibile, il processo di gestione come sottoprodotti delle terre e rocce derivate dagli scavi dell'area di progetto, mediante il riutilizzo in situ. A tal fine le terre da scavo non devono essere contaminate.

Per il progetto di realizzazione dell'impianto fotovoltaico il regolamento sulla gestione delle terre e rocce da scavo si verrà applicato alle terre derivate da scavi/movimentazione generati dalle seguenti attività:

- scavi per la fondazione per il posizionamento delle cabine di trasformazione e ricezione e per gli inverter;
- scavi per la fondazione necessaria per il posizionamento dell'accumulo
- scavi per la posa dei cavidotti in MT all'interno dell'area di progetto
- movimentazione terre per la realizzazione delle strade interne all'impianto
- scavo a sezione obbligata per posa cavidotto lungo strada per la connessione dell'impianto

I volumi scavati saranno utilizzati ai fini dei rinterri -per quanto possibile- nella stessa area di cantiere, evitando sia di dover conferire in discarica i materiali di scavo sia di dover ricorrere ad apporti esterni.

## **9 Livellamenti di superficie, riprofilazione e scotico dell'area per le strutture con sostegni ad infissione**

Le attività di livellamento e riprofilazione dell'area che ospiterà l'impianto saranno seguite con attenzione in fase di direzione lavori. Le terre saranno gestite in fase di scotico attraverso eventuali spostamenti da zone più elevate e eventuali piccole depressioni. I volumi movimentati saranno limitati per via della natura pianeggiante dei due lotti oggetto di installazione dell'impianto.

## **10 Movimenti terra per fondazioni e posa cavidotti**

Per la realizzazione delle cabine di trasformazione e ricezione e per gli inverter è previsto il posizionamento di manufatti prefabbricati. Il progetto prevede la predisposizione di scavi, livellamenti e la preparazione delle superfici al getto dei basamenti in magrone. Se queste superfici poggeranno le strutture delle cabine MT/BT di campo e di ricezione MT.

Per la posa dei cavidotti MT, BT da realizzare nell'area interna all'impianto fotovoltaico sono previsti scavi a sezione obbligata.

Fuori dall'area interessata dall'impianto, sono previsti invece gli scavi a sezione obbligata per i cavidotti per la connessione dalla Cabina di sezionamento alla Stazione MT/AT del Produttore.

Il layout di progetto raffigura le cabine ed i cavidotti che sono individuabili nei seguenti elaborati:

- 134PRG605D Planimetria su CTR Distribuzione Pannelli e Cabine;
- 134PRG606D Planimetria su Ortofoto Distribuzione Pannelli e Cabine;
- 134PRG607D Planimetria su CTR percorso cavi 36kV;
- 134PRG611D Planimetria connessione alla RTN.

Nella seguente tabella sono sintetizzati i volumi di terra generata dagli scavi per il dettaglio delle opere previste da progetto:

Riferimento	L1 (sviluppo lunghezza)	L2 (larghezza)	P/H	Scavi	Reinterri	Bilancio terre
	[m]	[m]	[m]	[m <sup>3</sup> ]	[m <sup>3</sup> ]	[m <sup>3</sup> ]
Cavidotti BTDC interni dai tracker agli inverter (calcolo incidenza a MWp)	660,00	0,50	1,00	8.487,60	6.790,08	1.697,52
Cabine di campo (Skid)	14,00	6,00	1,00	672,00	134,40	537,60
Cabine/Container Storage + Control Container	14,00	5,00	1,00	490,00	98,00	392,00
Cabina Raccolta e Trasmissione	36,00	10,00	1,00	360,00	72,00	288,00
Cabina SCADA / TLC - Switching Stations + Spere Parts + PCS Containers	6,00	4,00	1,00	96,00	19,20	76,80
Cavidotti 36 kV interni Tipo 1	2.700,00	0,35	1,40	1.323,00	1.058,40	264,60
Cavidotti 36 kV interni Tipo 2	830,00	0,50	1,40	581,00	464,80	116,20
Cavidotti 36 kV interni Tipo 3	355,00	0,65	1,40	323,05	258,44	64,61
Cavidotto 36 kV esterno Tipo 3 (connessione a Terna)	7.000,00	0,65	1,40	6.370,00	5.096,00	1.274,00
				18.702,65	13.991,32	4.711,33

Tabella 3: Volumi e opere previste da progetto

Per le cabine sia di campo che di concentrazione i rinterri saranno riutilizzati per i rinfianchi intorno alle cabine stesse (che saranno leggermente sollevate dal piano di campagna (circa 15 cm).

I volumi di terra eccedente (previa verifica dei materiali), verranno riutilizzati sempre per favorire la regolarizzazione dell'area interessata dall'installazione delle strutture per i pannelli fotovoltaici.

**Il progetto non prevede l'apporto di terre e rocce esterne all'area di intervento.** Tutte le opere, infatti, (riprofilazione, livellamenti, rinterri, riempimenti, ri modellazioni) necessarie per la preparazione del piano di posa verranno effettuate solamente con terre e rocce da scavo riutilizzate sul posto.

## 11 Campionamento e caratterizzazione delle terre e rocce da scavo

Attraverso un piano di indagini si disporrà del valore dei terreni campionamento e caratterizzazione delle terre e rocce da scavo

Le modalità di campionamento dei materiali, necessarie e funzionali alla valutazione di idoneità ai rinterri possono essere definite in fase di progettazione o in corso d'opera.

In questo caso, si è optato per la realizzazione del campionamento in corso d'opera seguendo quanto proposto all'allegato 9 del DPR 120/17.

La parte A dell'allegato 9 permette di condurre le attività di caratterizzazione durante l'esecuzione dell'opera secondo una delle seguenti modalità:

- su cumuli all'interno di opportune aree di caratterizzazione;
- direttamente sull'area di scavo e/o sul fronte di avanzamento;
- sull'intera area di intervento.

A questo scopo, durante l'esecuzione dell'opera le attività di caratterizzazione, seguendo le modalità del punto A.1 dell'allegato 9 della norma, saranno condotte direttamente sull'area di scavo.

I volumi movimentati, stimati per 18.702,65 m<sup>3</sup>, saranno verificati secondo quanto previsto nell'allegato 9 al DPR 120/17. Le analisi da effettuare sono quelle di cui alla tabella 4.1 del DPR 120/17:

Tabella 4.1 - Set analitico minimale

- Arsenico
- Cadmio
- Cobalto
- Nichel
- Piombo
- Rame
- Zinco
- Mercurio
- Idrocarburi C>12
- Cromo totale
- Cromo VI
- Amianto
- BTEX (\*)<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> (\*) Da eseguire nel caso in cui l'area da scavo si collochi a 20 m di distanza da infrastrutture viarie di grande comunicazione e ad insediamenti che possono aver influenzato le caratteristiche del sito mediante ricaduta delle emissioni in atmosfera. Gli analiti

- IPA (\*)

I risultati delle analisi sui campioni saranno confrontati con le Concentrazioni Soglia di Contaminazione di cui alle colonne A e B, Tabella 1, Allegato 5, al Titolo V, della Parte IV, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, con riferimento alla specifica destinazione d'uso urbanistica.

## **12 Deposito intermedio e trasporto (art. 5 e 6 D.P.R. 120/2017), modalità di scavo**

Il deposito temporaneo delle terre e rocce da scavo, gestite come sottoprodotti, deve rispettare i requisiti indicati nell'art. 5 del D.P.R. 120/17.

Lo scavo sarà eseguito con escavatori; le terre e rocce da scavo saranno trasportate con carico su automezzi con cassone ribaltabile, che immediatamente scaricheranno sul deposito temporaneo individuato su terreni dell'area di proprietà. Per il riutilizzo in sito delle terre e rocce da scavo prodotte, gli escavatori caricheranno il materiale dal deposito temporaneo e tramite gli automezzi verrà scaricato nel punto di riutilizzo. Gli escavatori riutilizzeranno e modelleranno come previsto da progetto.

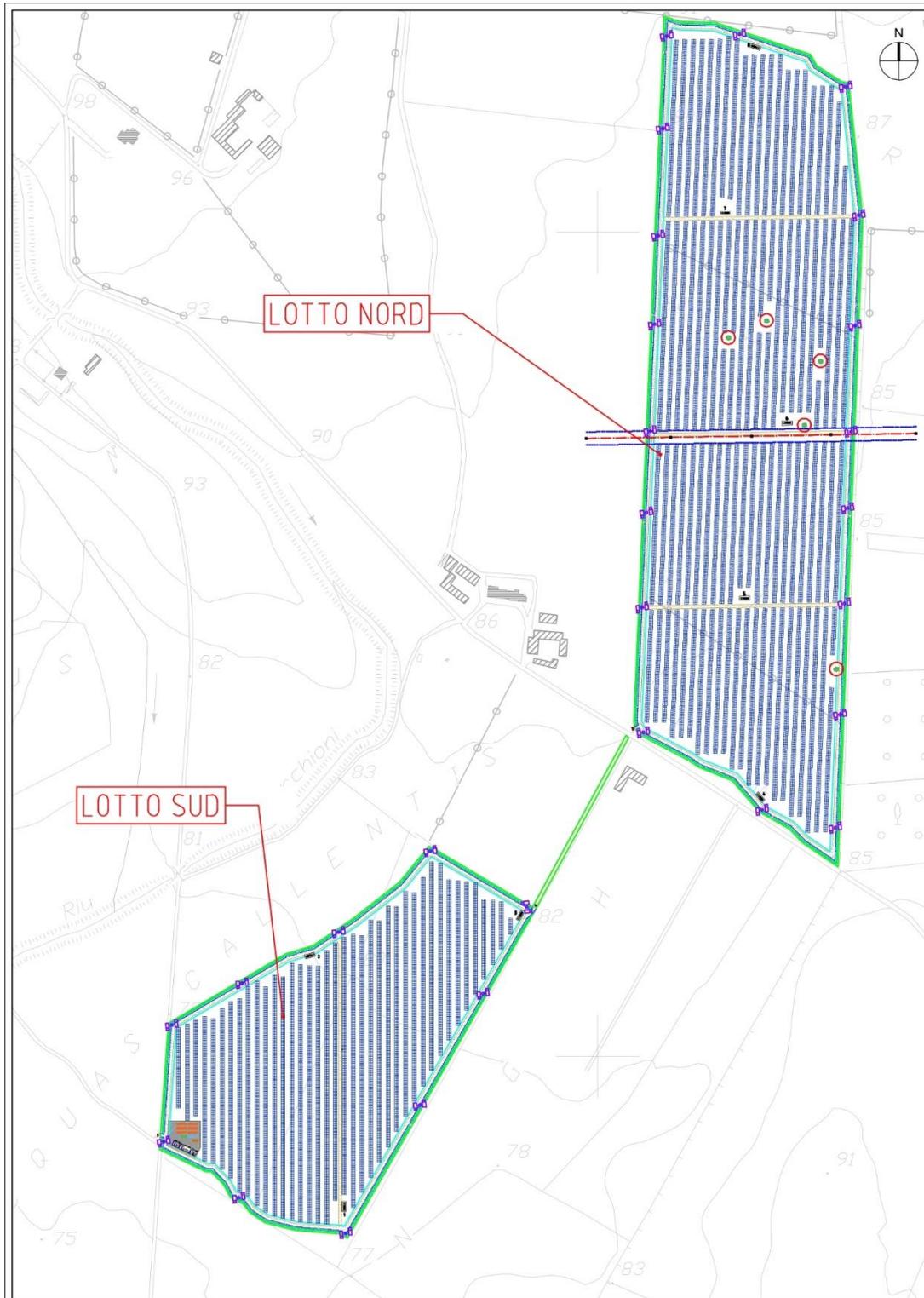


Figura 49: Suddivisione in lotti

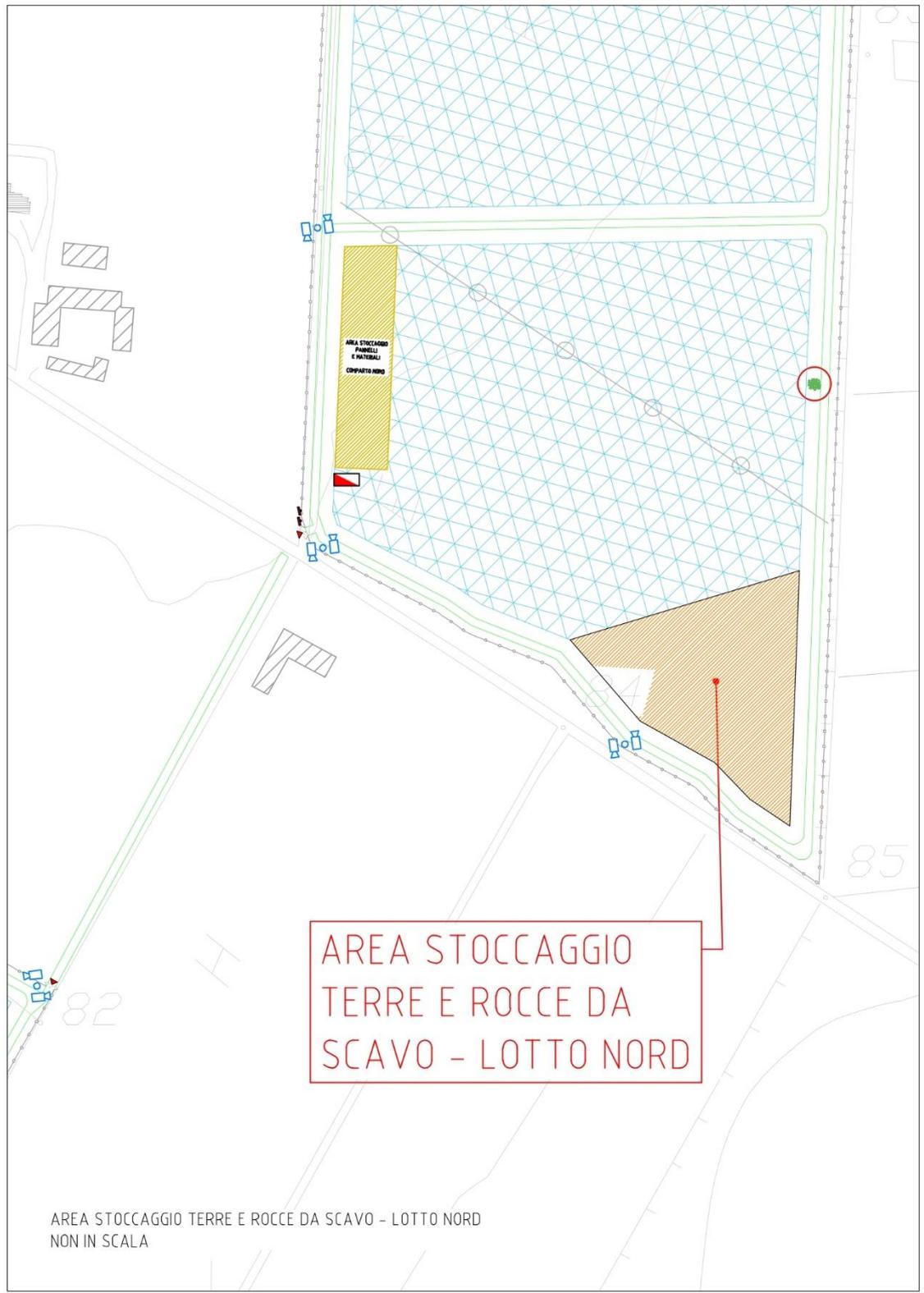


Figura 50: Area di stoccaggio terre e rocce da scavo – lotto nord



Figura 51: Area di deposito intermedio e trasporto - viabilità

## 13 Proposta del piano di indagine delle rocce da scavo

La scelta di utilizzare le terre e rocce da scavo, generate nel sito di intervento, ai fini del progetto stesso rimanda normativamente all'applicazione del titolo IV del D.P.R. 120/2017 che tratta le terre e rocce da scavo escluse dall'ambito di applicazione della disciplina sui rifiuti.

Il comma 3 dell'articolo 24 della norma sopra richiamata specifica che nel caso in cui la produzione di terre e rocce da scavo avvenga nell'ambito della realizzazione di opere sottoposte a valutazione di impatto ambientale, in fase di Studio di Impatto Ambientale, deve essere presentato un Piano preliminare di utilizzo in sito delle terre e rocce da scavo escluse dalla disciplina dei rifiuti, corredato della "c) Proposta del piano di caratterizzazione delle terre e rocce da scavo da eseguire nella fase di progettazione esecutiva o comunque prima dell'inizio dei lavori, che contenga almeno:

1. numero e caratteristiche dei punti di indagine;
2. numero e modalità dei campionamenti da effettuare;
3. parametri da determinare.

A seguire quanto si propone a proposito.

### 13.1 Numero e caratteristiche dei punti di indagine

Come descritto dall'allegato 2 del D.P.R. 120/17, la densità dei punti di indagine e la loro ubicazione si basa su un modello preliminare concettuale delle aree (campionamento ragionato) o sulla base di considerazioni di tipo statistico (campionamento sistematico su griglia o casuale).

In quest'ultimo caso, il lato di ogni maglia potrà variare dai 10 ai 100 m a seconda del tipo e delle dimensioni del sito oggetto dello scavo.

I punti di indagine potranno essere localizzati in corrispondenza dei nodi della griglia (ubicazione sistematica) oppure all'interno di ogni maglia in posizione opportuna.

Il numero di punti di indagine non può essere inferiore a quanto riportato in tabella 2.1 dell'allegato 2 del D.P.R. 120/17.

Dimensione dell'area	Punti di prelievo
Inferiore a 2.500 metri quadri	3
Tra 2.500 e 10.000 metri quadri	3+1 ogni 2.500 metri quadri
Oltre i 10.000 metri quadri	7+1 ogni 5.000 metri quadri

Tabella 3: Allegato 2.1 dell'allegato 2 del D.P.R. 120/17

L'area di intervento è divisa tra i comuni di Siliqua (luogo di installazione del campo fotovoltaico) e Musei (punto di connessione alla rete TERNA).

### Campo fotovoltaico

Tenuto conto che la distribuzione degli scavi riguarda circa il 2,3% della superficie interessata dall’impianto fotovoltaico (con conseguente estensione dell’area interessata dagli scavi pari a 0,7 ha, tenuto conto della tabella 2.1 dell’Allegato 2 del D.P.R. 120/2017 si ottengono 3 sondaggi più 1 punto ogni 2.500 metri quadri, equivalenti (arrotondando per eccesso) a 3, per un totale complessivo di n.6 punti. La scelta dell’ubicazione dei punti tiene conto del posizionamento previsto in progetto per le cabine di campo e dell’accumulo.

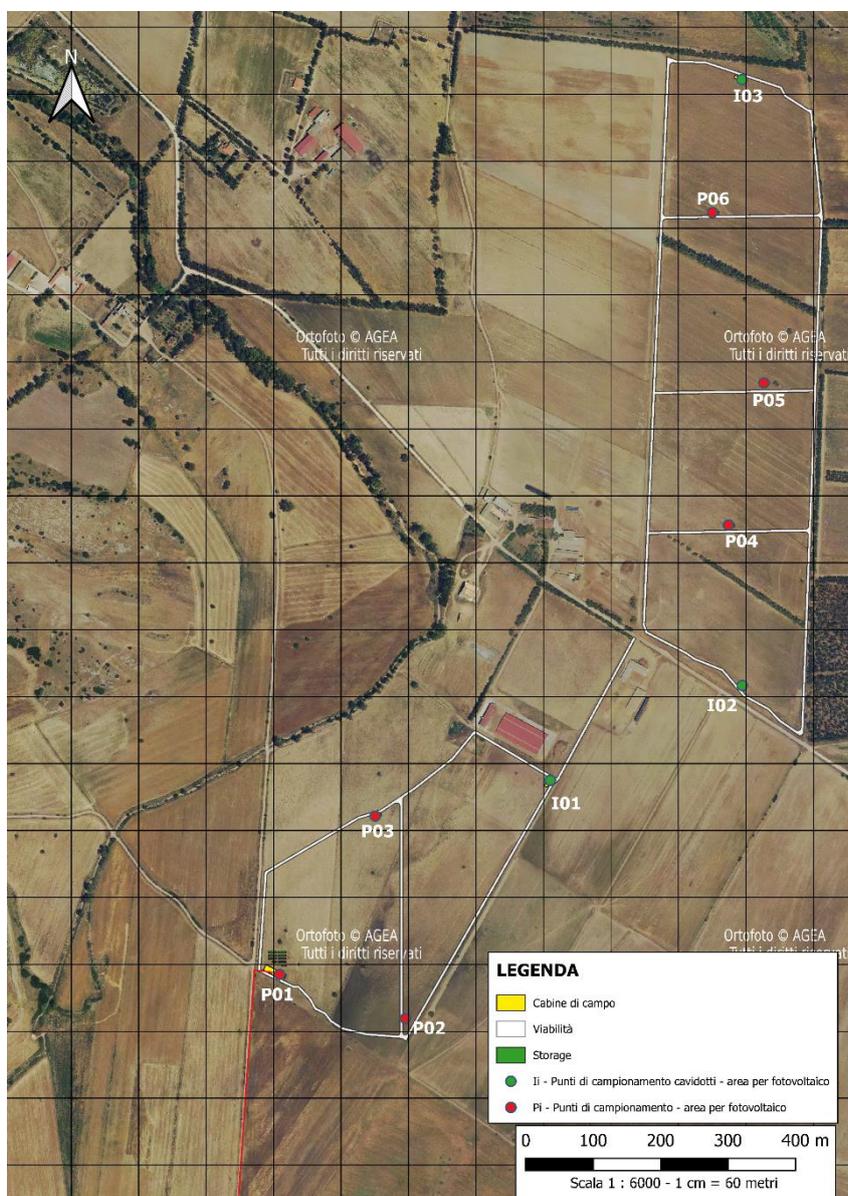


Figura 52 Punti di campionamento area e cavidotti interni - lotto

All’interno del lotto sono presenti delle opere lineari (cavidotti) che seguono il perimetro del lotto, per questi è previsto un campionamento ogni 500 metri. Laddove i punti P<sub>i</sub> indicati nella figura 52 in rosso

(punti di scavo per fondazioni coincidenti con punti di passaggio dei cavidotti stessi) non sono stati sufficienti a garantire un campionamento con passo 500 m, si è preveduto ad aggiungerne degli altri, i punti ulteriori sono indicati in figura 52 con la lettera I e di colore verde.

Complessivamente si avranno 9 punti di campionamento.

### Cavidotto AT

Per quanto concerne il cavo in AT posato sulla viabilità esterna si propone un campionamento ogni 500 metri lungo il percorso stesso, calcolati a partire dal campo fotovoltaico.

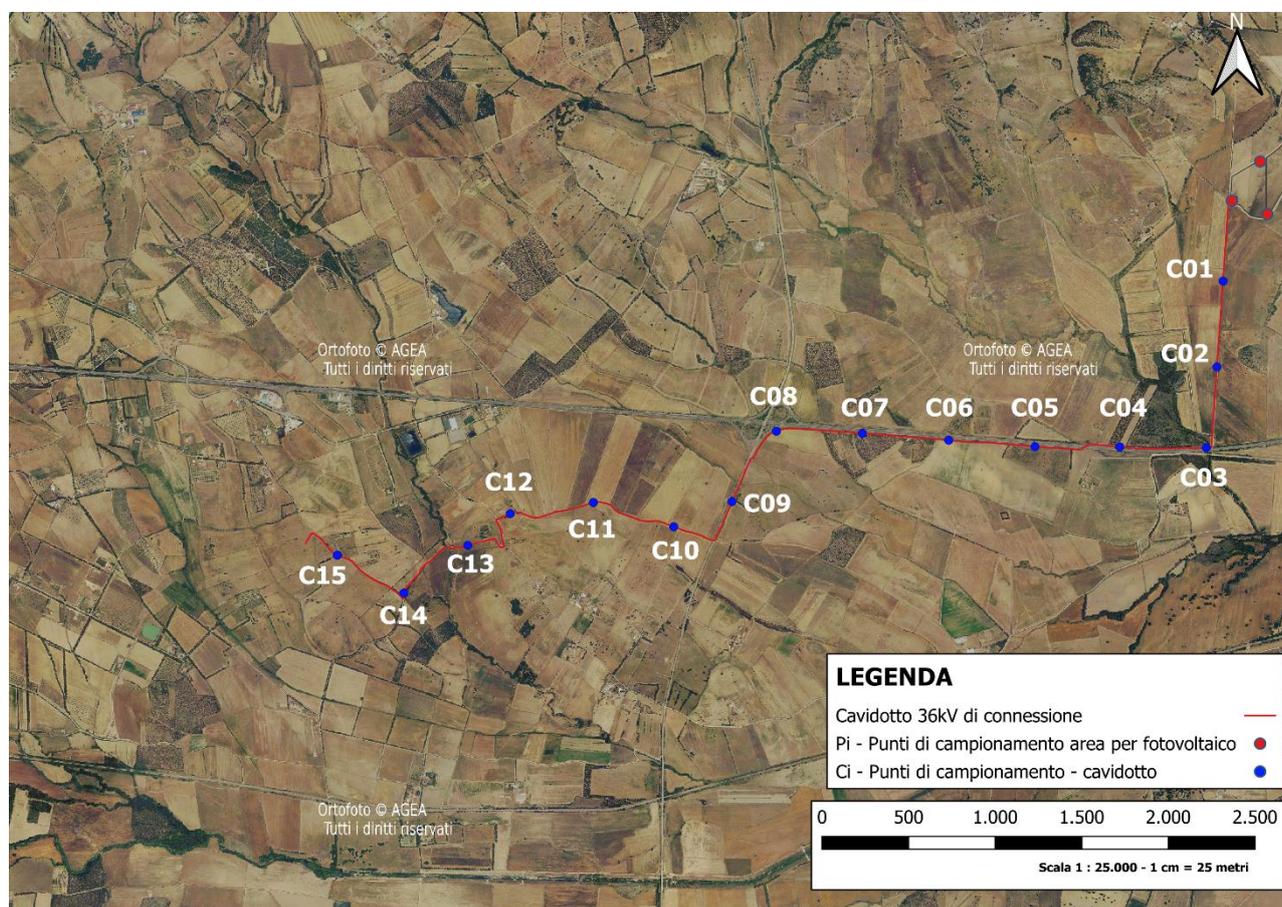


Figura 53: Punti di campionamento - cavidotto

### 13.2 Numero e modalità dei campionamenti da effettuare

Le investigazioni saranno condotte attenendosi a quanto previsto dall'allegato 2 del DPR 120/2017.

In particolare non si prevedono scavi di profondità superiore ai 2 m. **Pertanto i campioni saranno almeno 2, uno per ogni metro di scavo.**

Preliminarmente alle attività di perforazione, si provvederà alla pulizia della vegetazione presente.

Le perforazioni saranno eseguite in maniera tale da preservare le proprietà naturali del sottosuolo e da evitare le contaminazioni delle acque e delle formazioni litologiche costituenti l'acquifero.

I sondaggi saranno condotti in modo da garantire il campionamento in continuo di tutti i litotipi oggetto delle perforazioni, garantendo il minimo disturbo degli strati interessati.

### **13.3 Parametri da determinare**

Le indagini ambientali per la caratterizzazione del materiale prodotto da scavo saranno condotte investigando, per ogni campione, un set analitico di 12 parametri ivi compreso l'amianto al fine di determinare i limiti di concentrazione di cui alla Tabella 4.1 dell'Allegato 4 del D.P.R. 120/2017.

- Arsenico
- Cadmio
- Cobalto
- Nichel
- Piombo
- Rame
- Zinco
- Mercurio
- Idrocarburi C>12
- Cromo totale
- Cromo VI
- Amianto
- BTEX (\*)
- IPA (\*)

Le sostanze indicatrici con il simbolo (\*) saranno verificate solo nei punti in cui l'area di scavo dista da infrastrutture viarie di grande comunicazione e ad insediamenti che possono aver influenzato le caratteristiche del sito mediante ricaduta delle emissioni in atmosfera meno di 20 metri. Gli analiti da ricercare sono quelli elencati alle colonne A e B, Tabella 1, Allegato 5, Parte Quarta, Titolo V, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152.

Il rispetto dei requisiti di qualità ambientale di cui all'articolo 184-bis, comma 1, lettera d), del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, per l'utilizzo delle terre e rocce da scavo come sottoprodotti, è garantito quando il contenuto di sostanze inquinanti all'interno delle terre e rocce da scavo, comprendenti anche

gli additivi utilizzati per lo scavo, sia inferiore alle Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC), di cui alle colonne A e B, Tabella 1, Allegato 5, al Titolo V, della Parte IV, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, con riferimento alla specifica destinazione d'uso urbanistica, o ai valori di fondo naturali.

Le terre e rocce da scavo così come definite ai sensi del Codice dell'Ambiente saranno pertanto utilizzabili per reinterri, riempimenti, rimodellazioni, per sottofondi in sostituzione dei materiali di cava, così come previsto in progetto, verificate le condizioni sopra citate.

## 14 Riepilogo situazione riutilizzo delle terre del sito

Riepilogando, la normativa di riferimento per la gestione delle “terre e rocce da scavo” che, per il progetto di realizzazione di un impianto fotovoltaico da 25,72 MWp in località “Berlingheri”, nei comuni di Siliqua e Musei, si ritiene essere la seguente:

- D.P.R. 13 giugno 2017, n. 120 - "Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164", in vigore il 22 agosto 2017;
- D.P.R. 13 giugno 2017, n. 120 - Titolo IV: Terre e rocce da scavo escluse dall'ambito di applicazione della disciplina sui rifiuti;
- D.P.R. 13 giugno 2017, n. 120 - art. 24: “Utilizzo nel sito di produzione delle terre e rocce escluse dalla disciplina rifiuti”, nel comma 1 viene così citato:
- “Ai fini dell'esclusione dall'ambito di applicazione della normativa sui rifiuti, le terre e rocce da scavo devono essere conformi ai requisiti di cui all'articolo 185, comma 1, lettera c, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, e in particolare devono essere utilizzate nel sito di produzione”;
- D.lgs. 3 aprile 2006, n. 152 – T.U. Ambientale - art. 185 “esclusioni dal regime dei rifiuti” il comma 1 lettera c, cita: “il suolo non contaminato e altro materiale allo stato naturale scavato nel corso di attività di costruzione, ove sia certo che esso verrà riutilizzato a fini di costruzione allo stato naturale e nello stesso sito in cui è stato scavato, le ceneri vulcaniche, laddove riutilizzate in sostituzione di materie prime all'interno di cicli produttivi, mediante processi o metodi che non danneggiano l'ambiente né mettono in pericolo la salute umana”.

Come riportato nei paragrafi precedenti si riassume che la totalità dei volumi delle terre e rocce da scavo prodotte dalla realizzazione delle opere previste nel progetto saranno utilizzati sul posto per riprofilazione, livellamenti, riempimenti e rinterrati.

Eventuali eccedenze saranno riutilizzate per rimodellamenti puntuali, areali ed anche per livellamenti di porzioni dell'area di intervento.

Il presente Piano di Riutilizzo delle Terre e Rocce da Scavo, redatto ai sensi del D.P.R. 13 giugno 2017, n.120, verrà eventualmente aggiornato e integrato in fase di progettazione esecutiva.