

IMPIANTO FOTOVOLTAICO (CARBONIA AGR\_1, AGR\_2, ZI)

COMUNE DI CARBONIA

PROPONENTE

GC Carbonia s.r.l.  
Piazza Walther Von Vogelweide, 8  
39100 Bolzano

VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE

COMMESSA  
**0521**  
CODICE ELABORATO

OGGETTO:  
Relazione Geologica

VIA  
R08

COORDINAMENTO



BRUNO MANCA | STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA  
CENTRO COMMERCIALE LOCALITA' "PINTOREDDU", SN  
STUDIO TECNICO 1° PIANO INTERNO 4P 09028 SESTU  
+39 347 5965654 P.IVA 02926980927  
SDI: W7YVJK9 ATTESTATO ENAC N° I.A.P.R.A. 003678  
INGBRUNOMANCA@GMAIL.COM PEC: BRUNO.MANCA@INGPEC.EU  
WWW.BRUNOMANCA.COM WWW.UMBRAS360.COM

GRUPPO DI LAVORO S.I.A.

Dott.ssa Geol. Cosima Atzori  
Dott. Ing. Fabio Massimo Calderaro  
Dott. Giulio Casu  
Dott. Agr. Federico Corona  
Dott.ssa Ing. Silvia Exana  
Dott.ssa Ing. Ilaria Giovagnorio  
Dott. Ing Bruno Manca  
Dott. Nat. Maurizio Medda  
Dott.ssa Ing. Alessandra Scalas  
Dott. Nat. Fabio Schirru  
Dott. Archeol. Matteo Tatti

TIMBRO E FIRMA REDATTORE

TIMBRO DEL PROPONENTE

REV.	DATA	DESCRIZIONE REVISIONE	ELABORAZIONE	VERIFICA	APPROVAZIONE
01	settembre 2022	Seconda emissione	Cosima Atzori	Gianluca Valenti	
00	maggio 2021	Prima emissione	Bruno Manca	Gianluca Valenti	
FORMATO		FILE DI ELABORAZIONE	FILE DI ELABORAZIONE		
ISO A4 - 297 x 210		VIA-R08 Relazione Geologica.doc	VIA-R08 Relazione Geologica.pdf		

## INDICE

<b>1. PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
<b>2. STUDI ED INDAGINI DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>4</b>
<b>3. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO GENERALE .....</b>	<b>5</b>
<b>4. CARATTERISTICHE DI PROGETTO DELL'OPERA .....</b>	<b>10</b>
<b>5. INQUADRAMENTO GEOLOGICO .....</b>	<b>12</b>
5.1. Descrizione del contesto geologico dell'area vasta oggetto di intervento .....	13
5.2. Situazione geologica e litostratigrafica dell'area interessata dall'intervento .....	16
5.3. Caratteri geostrutturali, geometria e caratteristiche delle superfici di discontinuità .....	17
<b>6. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO .....</b>	<b>19</b>
6.1. Analisi dell'area geomorfologicamente significativa al progetto .....	21
<b>7. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO .....</b>	<b>22</b>
7.1. Schema della circolazione idrica superficiale .....	22
7.2. Schema della circolazione idrica sotterranea .....	25
7.3. Dissesti in atto o potenziali che possono interferire con l'opera e loro tendenza evolutiva .....	27
<b>8. INQUADRAMENTO PEDOLOGICO .....</b>	<b>28</b>
<b>9. USO DEL SUOLO .....</b>	<b>29</b>
<b>10. ANALISI E SISMICITA' STORICA .....</b>	<b>30</b>
10.1. Vita nominale, classi d'uso e periodo di riferimento .....	31
<b>11. PARAMETRI DI PERICOLOSITA' SISMICA .....</b>	<b>33</b>
<b>12. ANALISI DEI VINCOLI GRAVANTI SUI TERRENI .....</b>	<b>34</b>
12.1. Piano d'Assetto Idrogeologico .....	34
12.2. Art.30ter NTA PAI .....	35
12.3. Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) .....	37
12.4. Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (PSFF) .....	37
<b>13. MODELLO GEOLOGICO .....</b>	<b>38</b>
<b>14. FATTIBILITÀ GEOLOGICA - GEOTECNICA .....</b>	<b>39</b>
<b>15. VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI DEL PIANO SULLE COMPONENTI AMBIENTALI SUOLO, SOTTOSUOLO E ACQUE .....</b>	<b>40</b>
<b>16. CARATTERIZZAZIONE DELLE TERRE E DELLE ROCCE DA SCAVO .....</b>	<b>42</b>
16.1. Piano di riutilizzo delle terre e rocce provenienti dallo scavo e da eseguire in fase di progettazione esecutiva e comunque prima dell'inizio dei lavori .....	43
16.1.1. Materiale riutilizzato in sito .....	43

## 16.2. Piano di Riutilizzo: criteri generali.....44

**Indice delle figure**

Figura 3.1 – Inquadramento topografico, CTR 1:10.000 Foglio 564020, Fonte RAS .....	7
Figura 3.2 Localizzazione area progetto .....	10
Figura 5.1 Stralcio Carta Geologica d'Italia, foglio 564 "Carbonia" .....	14
Figura 5.2 - Inquadramento geologico dell'area di progetto.....	14
Figura 5.3 - Stralcio delle Carta geologica dell'area interessata dall'intervento .....	15
Figura 5.4 Schema dei rapporti stratigrafici dei depositi quaternari nel foglio 564 "CARBONIA" .....	16
Figura 5.5 - Foto aerea dell'area e superfici di discontinuità dell'ammasso roccioso .....	17
Figura 5.6 Giunto in dettaglio .....	18
Figura 5.7 Rioliti di Seruci in affioramento e relative discontinuità .....	18
Figura 6.1 - particolare delle forme del paesaggio oggetto di studio.....	19
Figura 6.2 - Stralcio carta geomorfologica del settore in studio .....	20
Figura 6.3 Rio Gutturu Nieddu a Dx e muro di faglia a Sx.....	21
Figura 7.1 Inquadramento idrografia superficiale.....	22
Figura 7.2 - Tabella delle caratteristiche idrauliche dei sottobacini del Riu S'Acqua Stanziana.....	23
Figura 7.3 Stralcio Tav. 13 Bacini idrografici - Corsi d'acqua, Art. 8 comma 2 degli art. 24 e 25 delle NTA del PAI .....	24
Figura 7.4 Stralcio schema Idrogeologico del foglio 564 "Carbonia" .....	26
Figura 7.5 – Carta della Permeabilità dei Substrati e dei Suoli .....	27
Figura 9.1 Stralcio Carta Uso del Suolo – Fonte RAS .....	30
Figura 11.1 - Parametri sismici in funzione delle coordinate geografiche del sito.....	33
Figura 12.1 Stralcio della Carta della Pericolosità da frana Studio di dettaglio Art.8 c.2 NTA PAI .....	34
Figura 12.2 - Stralcio della Carta della Pericolosità Idraulica Studio di dettaglio Art.8 c.2 NTA PAI e agg. Giugno 2021 ....	35
Figura 12.3 - Stralcio carta PSFF relativo all'area di interesse. In rosso l'area in studio. (Fonte RAS, SardegnaMappe PAI)	38
Figura 13.1 Modello geologico del sito (6.2.1 NTC 2018).....	39

C3&amp;D

## 1. PREMESSA

Il proponente **GC Carbonia Srl** intende realizzare un impianto fotovoltaico in località *Su Campu sa Domu* a ovest della zona industriale del **Comune di Carbonia**, per il cui progetto è stato conferito, alla scrivente Geol. Cosima Atzori, regolarmente iscritta all'Albo Professionale dei Geologi della Sardegna al n°656, con studio in Sestu (CA) – C.D. Pittarellu - Loc. Scala Sa Perda 87, C.F. TZRCSM72H41B354F e P.I.V.A. 03191600927, l'incarico professionale per la redazione della Relazione Geologica, la cui stesura ottempera quanto previsto dal D.M. del 17/01/2018 recante le nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (di seguito NTC), con l'obiettivo di evidenziare, le caratteristiche geologico-morfologiche e il comportamento fisico-meccanico dei terreni interessati dalle opere in progetto.

La presente è redatta in ottemperanza a quanto stabilito dalla vigente normativa in materia, con particolare riferimento a:

- D.M LL.PP. 11.03.1988 "Norme Tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii attuali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione in applicazione della Legge 02.02.1974 n°64.
- Circ. Min. LL.PP. n° 30483 del 24.09.1988 – Istruzioni per l'applicazione del D.M. LL.PP.11.03.1988.
- Raccomandazioni, programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche, 1975 – Associazione Geotecnica Italiana.
- D.M. Infrastrutture 17.01.2018 - Norme Tecniche per le Costruzioni. (6.2.1 – Caratterizzazione e modellazione geologica del sito, 6.4.2 Fondazioni superficiali)
- D.lgs. n. 152/2006 Norme in materia ambientale
- DPR 59/2013 Regolamento recante la disciplina dell'autorizzazione unica ambientale e la semplificazione di adempimenti amministrativi in materia ambientale gravanti sulle piccole e medie imprese e sugli impianti non soggetti ad autorizzazione integrata ambientale
- Dgls 50/2016 Codice dei contratti pubblici
- Deliberazione n. 6/16 del 14 febbraio 2014- Direttive in materia di autorizzazione unica ambientale. Raccordo tra la L.R. n. 3/2008, art.1, commi 16-32 e il D.P.R. n. 59/2013.

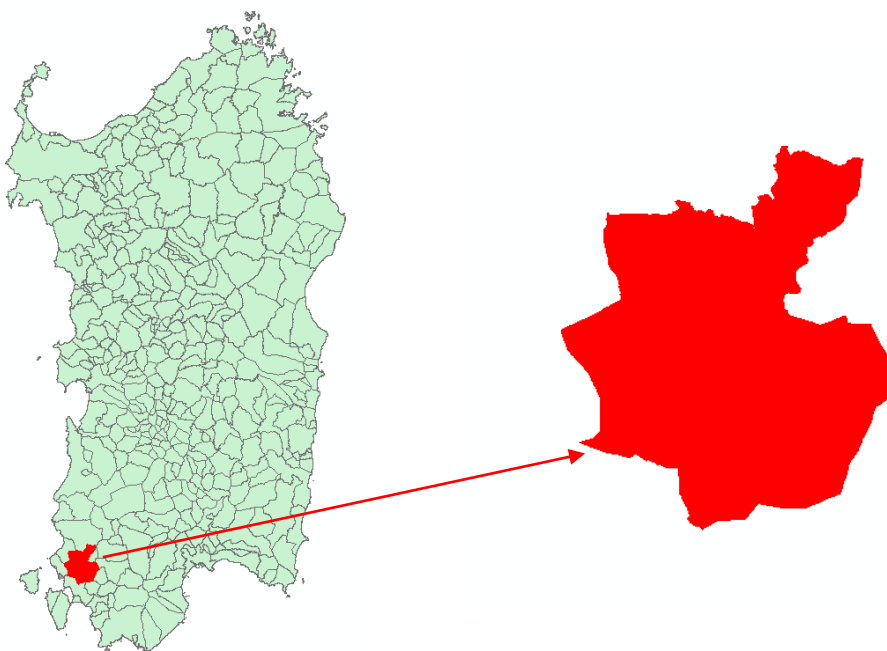
## 2. STUDI ED INDAGINI DI RIFERIMENTO

Le informazioni topografiche e geologiche dell'area oggetto della presente sono state ricavate dalla cartografia tematica esistente. Si elencano di seguito:

- Carta Topografica I.G.M. scala in 1:25000
- Carta Tecnica Regionale in scala 1:10000
- RAS - Modello digitale del Terreno con passo 1m
- Carta Geologica dell'Italia in scala 1:100000, nel foglio n°233 e n°564 in scala 1:50.000.
- Cartografia Geologica di base della R.A.S. in scala 1:25000
- RAS - Carta dell'Uso del Suolo della Regione Sardegna, 2008
- I.S.P.R.A. - Archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo (legge 464/84)
- RAS – Studio dell'Idrologia Superficiale della Sardegna, annali idrologici 1922-2009
- RAS – ARPA – Dati meteorologici 1971-2000 e 2014
- RAS – Autorità di Bacino - Piano Stralcio d'Assetto Idrogeologico
- RAS – Autorità di Bacino - Piano di Tutela delle Acque
- RAS – Autorità di Bacino - Piano Stralcio delle Fasce Fluviali
- Analisi orto-fotogrammetrica

### 3. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO GENERALE

Il Comune di Carbonia, capoluogo provvisorio della provincia del Sud Sardegna, si trova a circa 65 km da Cagliari e, con 28.009 abitanti, è il principale centro abitato del Sulcis. La città è quindi situata nella parte settentrionale della storica regione del Sulcis, denominata alto Sulcis.



Il terreno sul quale verrà realizzato il progetto ricade in località "Su Campu sa Domu".

Le coordinate geografiche sono: 39° 9'35.43"N 8°29'39.71"E

L'inquadramento cartografico di riferimento è il seguente:

- Cartografia ufficiale dell'Istituto Geografico Militare I.G.M. Serie 25 foglio **564 IV Calasetta**
- Carta Tecnica Regionale della Sardegna – scala 1:10000 – **sez. 564020**
- Carta Geologica d'Italia – scala 1:50000 – foglio **564 "Carbonia"**



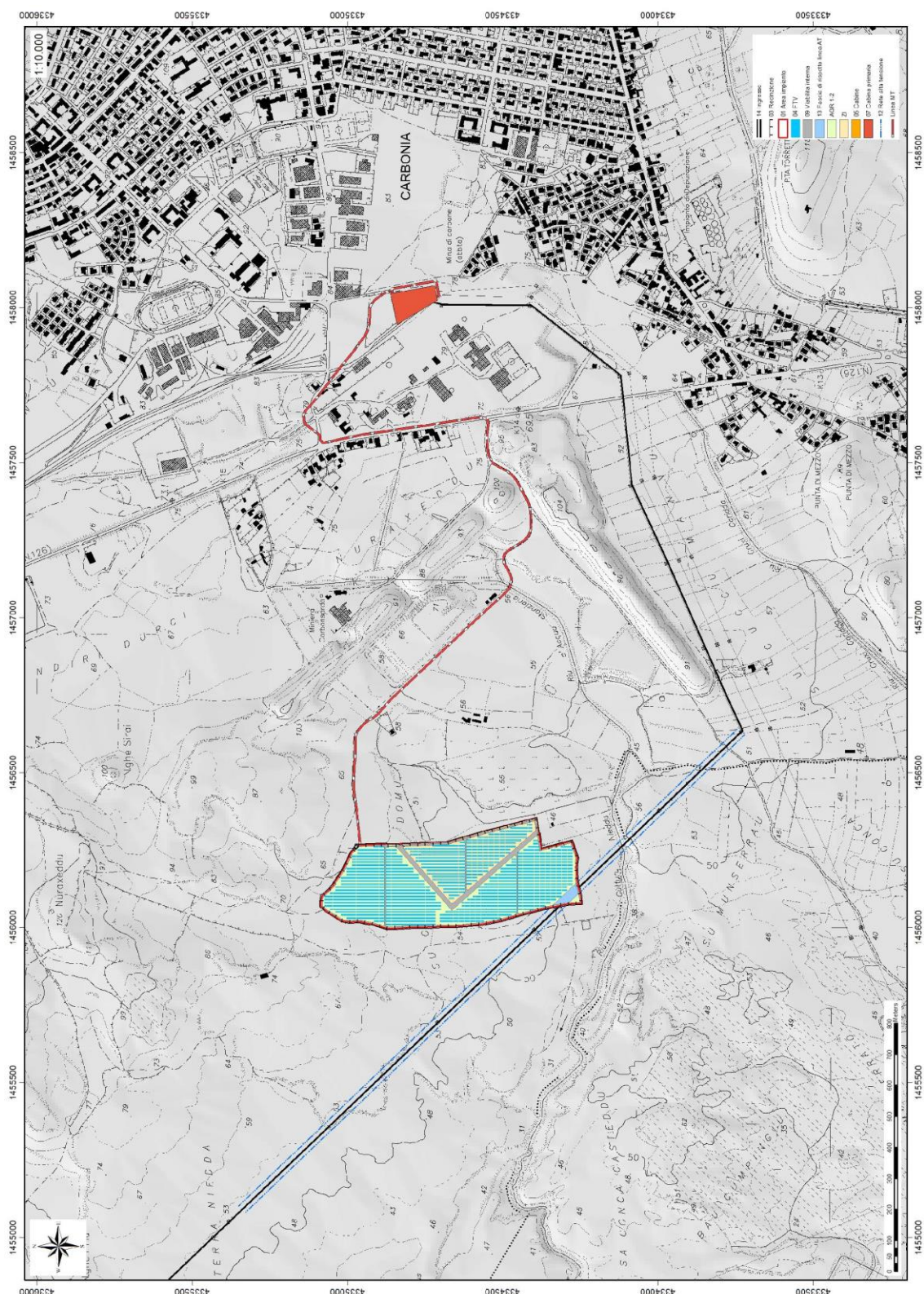


Figura 3.1 – Inquadramento topografico, CTR 1:10.000 Foglio 564020, Fonte RAS



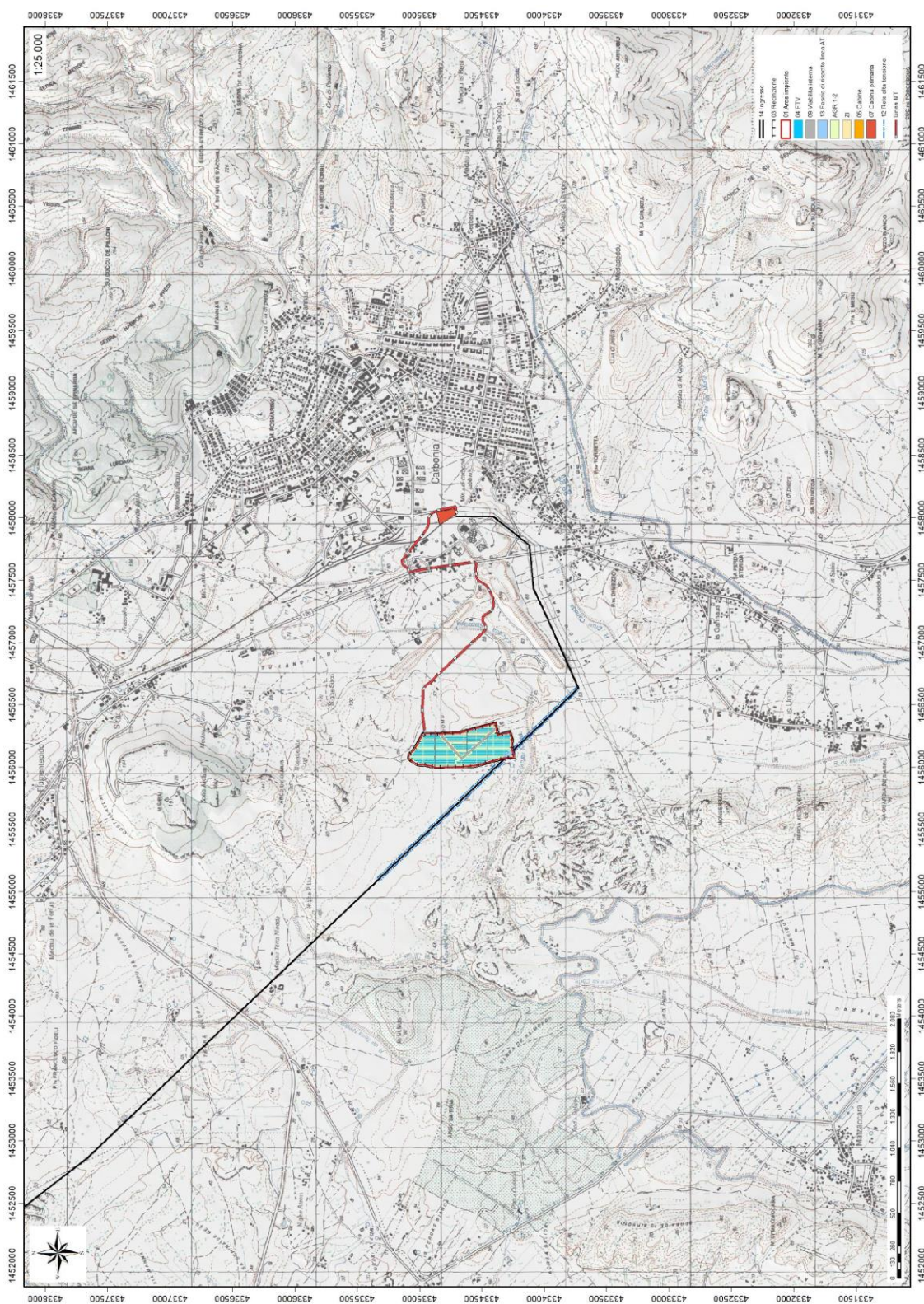


Figura 3-2– Inquadramento topografico, IGM 1:25.000 Foglio 564 IV Calasetta, Fonte RAS

**GC Carbonia S.r.l.**

Piazza Walther Von Vogelweide, 8

39100 Bolzano

Proponente:

**IMPIANTO FOTOVOLTAICO "Carbonia"**

Comune di Carbonia (SU)

VIA-R08\_rev01

**Relazione Geologica e Valutazione Impatti Ambientali delle componenti abiotiche**

Pag.9 di 46

---

Dott.ssa Geol.  
**COSIMA ATZORI**

ORDINE DEI GEOLOGI DELLA SARDEGNA  
Sezione A n°656



Studio Tecnico di Geologia  
Applicata all'Ingegneria e all'Ambiente

[info@gaiaconsulting.eu](mailto:info@gaiaconsulting.eu)  
[posta-certificata@pec.gaiaconsulting.eu](mailto:posta-certificata@pec.gaiaconsulting.eu)



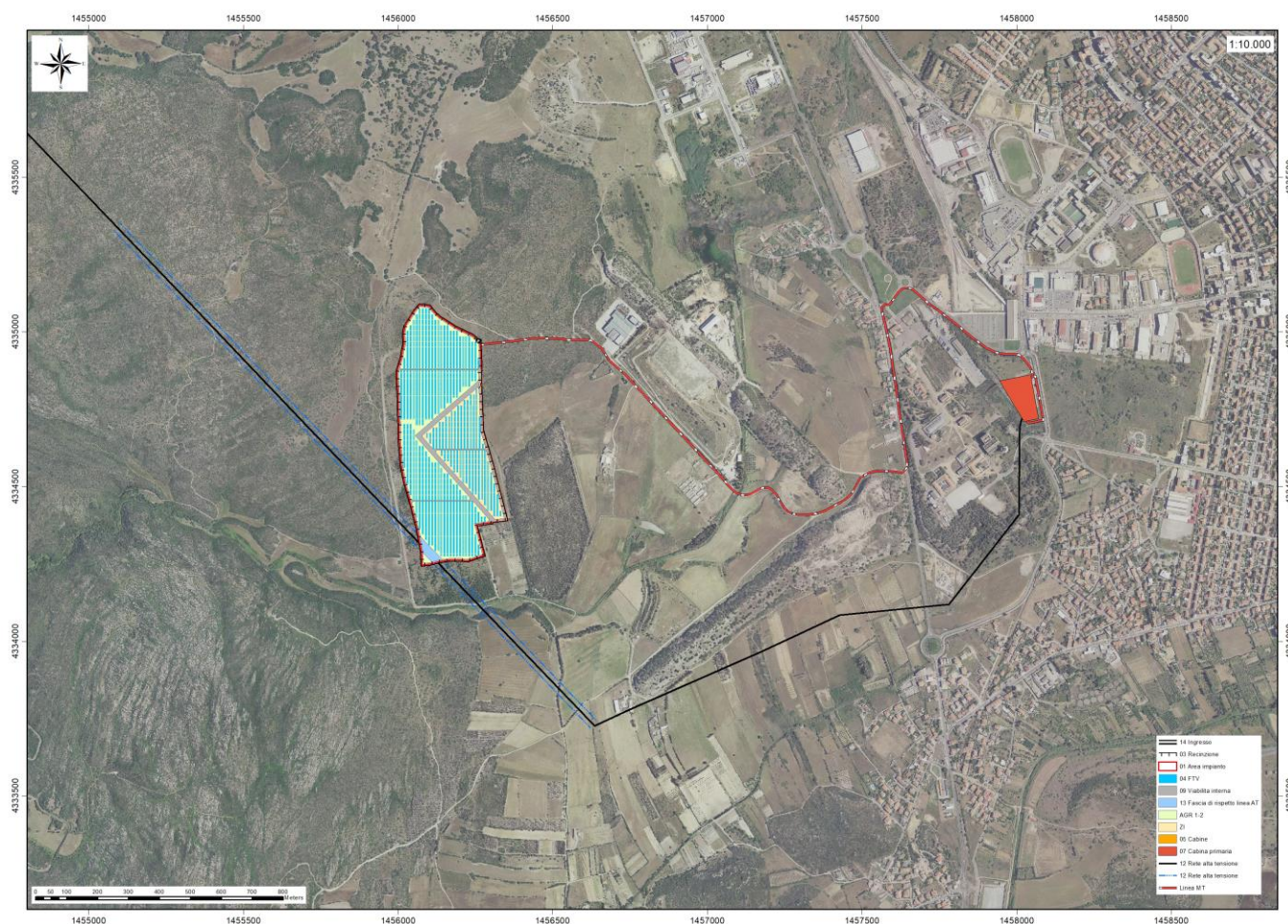


Figura 3.2 Localizzazione area progetto

#### 4. CARATTERISTICHE DI PROGETTO DELL'OPERA

Il progetto **CARBONIA** prevede l'installazione di un parco fotovoltaico con un sistema di tipo ad inseguimento. L'impianto sarà costituito da moduli fotovoltaici posizionati su strutture ad inseguimento monoassiale con asse di rotazione lungo la direttrice Nord Sud che permettono al piano dei pannelli di seguire la rotazione del sole E-O. Le strutture saranno infisse a terra e connesse elettricamente in stringhe serie/parallelo su inverter di stringa in bassa tensione. Ogni inseguitore ospiterà n. 26 moduli fotovoltaici disposti su due file da 13 moduli ciascuno (double portrait). La larghezza complessiva del singolo inseguitore è pari a circa 17,25 m (ovvero la larghezza di 13 moduli, pari a 1,303 m cadauno, oltre lo spazio per i montanti). La struttura potrebbe riportare delle modeste variazioni dimensionali legate al produttore scelto in fase realizzativa.

I pannelli sono supportati da profilati ad omega trasversali alla struttura, che a loro volta sono connessi mediante un corrente longitudinale con sezione quadrata. Grazie a questo sistema la parte

mobile è in grado di ruotare intorno ad un asse orizzontale posto ad una altezza pari a circa 2,75 m fuori terra, con un angolo di rotazione di  $\pm 55^\circ$ , sfruttando così al meglio l'assorbimento dell'energia solare e consentendo comunque lo sfalcio del terreno sottostante.

Il corrente che governa il moto della struttura è sostenuto da profili di acciaio cui è collegato mediante delle cerniere con asse di rotazione parallelo al tubolare. Nella cerniera centrale trova collocazione una ghiera metallica che, collegata ad un motore ad azionamento remoto, regola l'inclinazione del piano dei pannelli. I profili ad  $\Omega$  di sostegno sono infissi nel terreno.

La struttura completa proposta è rappresentata nella figura seguente.

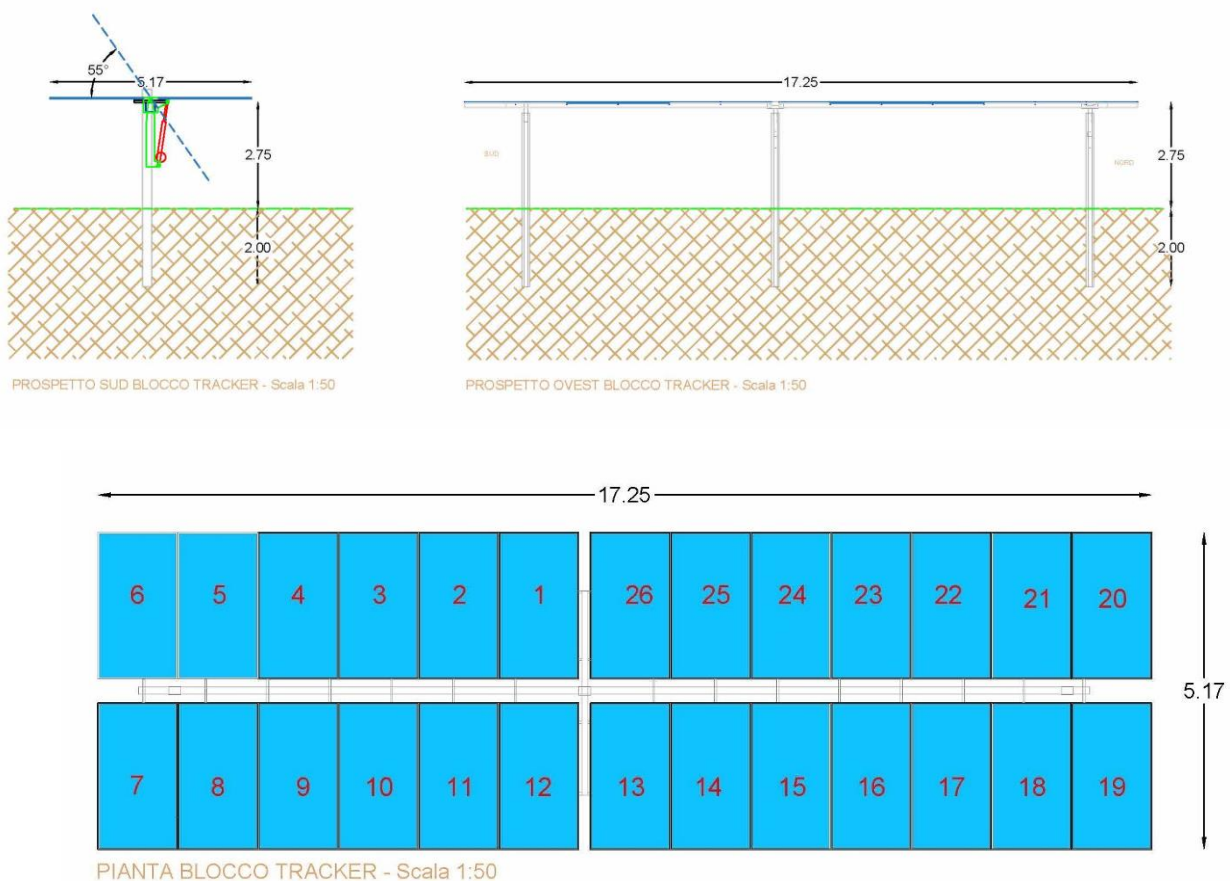


Figura 4.1 – Tipologico struttura sostegno moduli – sezioni e planimetria

Il cavidotto di connessione proveniente da tre cabine correrà in parte interrato ed in parte aereo. È prevista anche l'opzione del totalmente interrato per i tratti riportati nelle immagini sottostanti



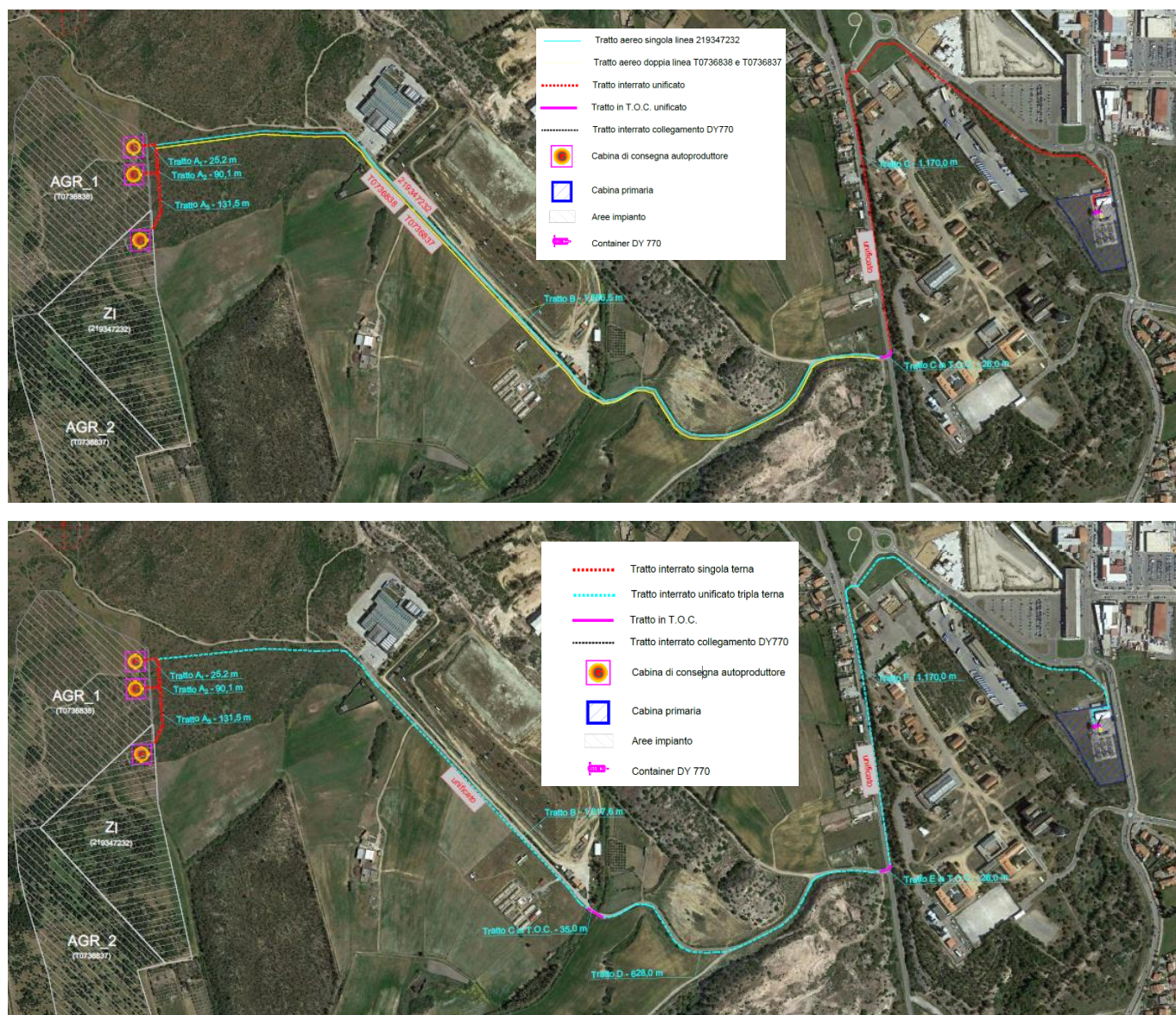


Figura 4.1 – Schemi del percorso del cavidotto. a) aereo-interrato; b) totalmente interrato

## 5. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

L'obiettivo dell'analisi dell'assetto geologico è quella di caratterizzare l'area ove verranno installati i pannelli e le infrastrutture di servizio e quella geomorfologicamente significativa, con particolare riferimento alle condizioni del piano di posa delle fondazioni, agli scavi ed ai riporti necessari per la realizzazione della rete viaria e delle sue potenziali interazioni con le condizioni al contorno (dinamica geomorfologica, circolazione idrica superficiale e sotterranea, rapporti fra le componenti litologiche interessate) attraverso:

- Definizione dell'assetto geologico-strutturale e idrogeologico di area vasta e dell'area geomorfologicamente significativa;
- Definizione dell'assetto stratigrafico dell'area di sedime delle opere;
- Definizione del modello geologico di sito;

### 5.1. DESCRIZIONE DEL CONTESTO GEOLOGICO DELL'AREA VASTA OGGETTO DI INTERVENTO

A partire dal paleozoico si sono susseguiti una serie di eventi geologici sviluppatasi nell'arco di circa mezzo miliardo di anni, che hanno reso la Sardegna una delle regioni geografiche più antiche del mediterraneo centrale e, morfologicamente e cronologicamente eterogenea.

Riflette pertanto una storia geologica molto articolata, che testimonia, in maniera più o meno completa, alcuni dei grandi eventi geodinamici degli ultimi 400 milioni di anni.

L'orogenesi Caledoniana, la più antica, le cui tracce si rinvenivano principalmente nel nord della Gran

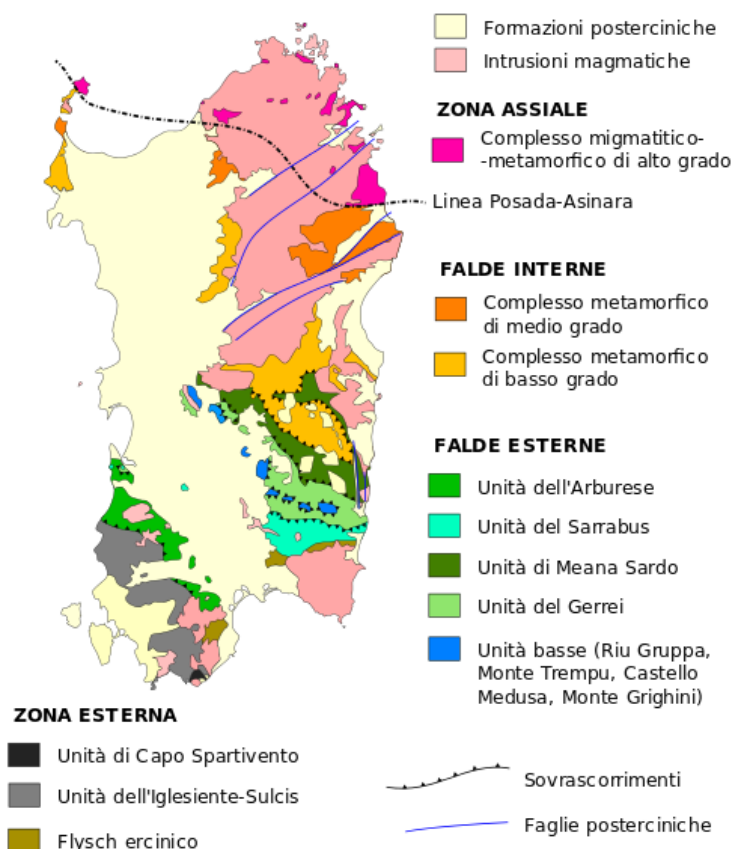
Bretagna e nella Scandinavia occidentale, fu causata dalla progressiva chiusura dell'oceano Gipeto, a seguito della collisione dei continenti Laurentia, Baltica e Avalonia, dando così origine al super continente Laurussia.

Successivamente, nel Cambriano, la messa in posto dei batoliti granitici ercinici ha causato metamorfismo termico delle rocce esistenti.

La successiva fase dell'orogenesi Ercinica (o Varisica) ha avuto corso a partire dal Carbonifero, circa 350 Ma fa e si è protratta fino al Permiano determinando un'estesa catena montuosa ubicata tra il Nord America e l'Europa.

Quest'orogenesi ha prodotto in Sardegna tre zone metamorfiche principali. Procedendo dal nucleo orogenetico verso l'avanzata si trovano le zone dette: Assiale (Sardegna NE) –

a Falde (Sardegna centrale) - a Falde esterne (Sardegna SW).





La Sardegna è classicamente divisa in tre insiemi geologici che affiorano per estensioni circa equivalenti: Il basamento metamorfico ercinico, il complesso intrusivo tardo-paleozoico, le successioni sedimentarie e vulcaniche tardo paleozoiche, mesozoiche e cenozoiche.

Questa varietà geologica della Sardegna trova riscontro nel territorio comunale di Carbonia, dove sono presenti rocce con caratteristiche petrografiche e strutturali molto varie, con età che nel complesso ricoprono un arco di tempo maggiore di 500 milioni di anni. Le aree poste ad Est e a Nord della città sono occupate da rocce paleozoiche formanti un semicerchio che delimita il bacino di Carbonia:

I settori occidentali e meridionali, riguardanti il progetto, sono caratterizzati dalla presenza di una copertura vulcanica prevalentemente di natura ignimbratica risalente all'Era Terziaria, originatasi durante la fase di rotazione antioraria della Sardegna e della Corsica.



Figura 5.1 Stralcio Carta Geologica d'Italia, foglio 564 "Carbonia"



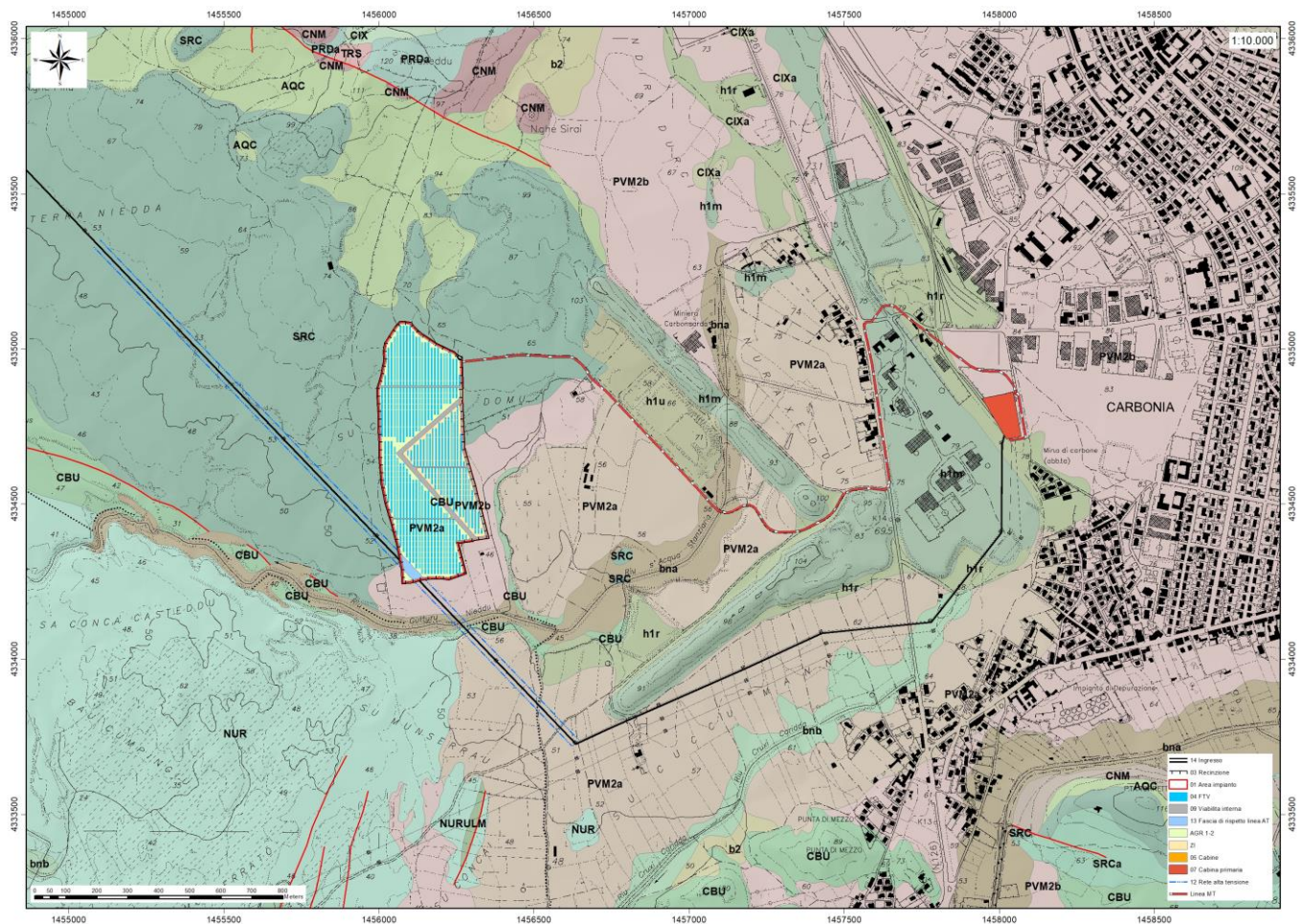


Figura 5.3 - Stralcio delle Carta geologica dell'area interessata dall'intervento



## 5.2. SITUAZIONE GEOLOGICA E LITOSTRATIGRAFICA DELL'AREA INTERESSATA DALL'INTERVENTO

La zona di intervento, riguardante l'area FV, sorgerà prevalentemente sulla formazione delle Rioliti di Seruci (SRC), costituita da depositi di flusso piroclastico in facies ignimbrítica, densamente saldate, e sulle litologie appartenenti al sintema di Portovesme, costituite da depositi di ambiente alluvionale (PVM2a), e depositi di ambiente eolico (PVM2b). All'interno dell'area sono presenti dei piccoli affioramenti appartenenti alle rioliti di Monte Crobu (CBU), riguardanti depositi di flusso piroclastico in facies ignimbrítica, da densamente saldati a non saldati.

La cabina primaria è ubicata a circa 1.800 metri di distanza dall'area di progetto. La connessione tra le due unità si estende linearmente e incontra roccia affiorante nella zona più prossima all'impianto e successivamente, da ovest verso est, un'alternanza di tratti sterrati e asfaltati in relazione all'intersezione con la rete stradale.

La vicinanza alla Miniera Carbonsarda ha favorito l'utilizzo di materiali provenienti dall'attività mineraria per la riqualificazione di aree bonificate, il che motiva l'importante presenza di questo tipo di materiali nei depositi antropici nell'area in questione.

In figura 5.6 è possibile osservare i rapporti stratigrafici tra le litologie di una sezione geologica prossima all'area di progetto, estrapolata dal foglio 564 "Carbonia".

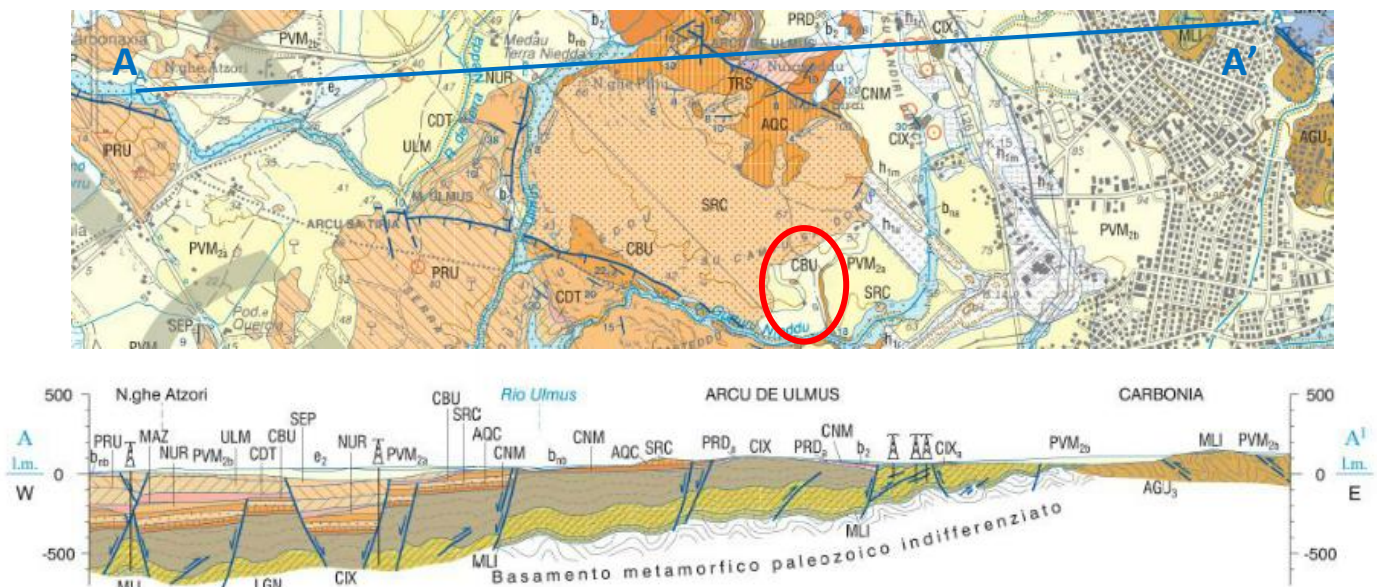


Figura 5.4 Schema dei rapporti stratigrafici dei depositi quaternari nel foglio 564 "CARBONIA"

### 5.3. CARATTERI GEOSTRUTTURALI, GEOMETRIA E CARATTERISTICHE DELLE SUPERFICI DI DISCONTINUITÀ

I principali lineamenti fisiografici dell'area vasta derivano dall'evoluzione tettonica e vulcanica oligo miocenica, responsabile dello sviluppo del “Bacino di Narcao” e della formazione dei rilievi vulcanici. La strutturazione del basamento ha invece età ercinica e ha prodotto deformazioni penetrative e metamorfismo.

L'area di Carbonia essendo strutturalmente complessa, necessita di un inquadramento che abbraccia un contesto che va al di là dei limiti comunali. Il sistema di faglie che interessa tutta la sequenza terziaria controlla spesso i principali elementi morfologici degli affioramenti; la direzione è prevalentemente N-NW e S-SE e coniugata, e, subordinatamente, E-W.

Alcune faglie del territorio di Carbonia attraversano anche i termini più recenti della successione vulcanica e sono pertanto riferibili ad una tettonica non più antica del Miocene medio.

La più importante struttura affiorante è la Faglia di Paringianu, con un'orientazione circa WNW-SE e estensione di circa 5 km e si trova nei settori di Rio Gutturu Nieddu, in prossimità dell'area di progetto.



Figura 5.5 - Foto aerea dell'area e superfici di discontinuità dell'ammasso roccioso

La roccia affiorante presenta numerose discontinuità osservabili perfino dalle foto aeree. A seguito di un sopralluogo, le fratture sono state osservate dettagliatamente ed è emerso che l'ammasso roccioso



presenta una serie di famiglie di giunti, con spaziature da centimetriche a deci-centimetriche, riempite da materiale sabbioso argilloso (Fig. 5-4, 5-5).



Figura 5.7 Rioliti di Seruci in affioramento e relative discontinuità



Figura 5.6 Giunto in dettaglio



## 6. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

L'evoluzione geomorfologica del territorio comunale è il risultato della combinazione dei processi endogeni ed esogeni; è quindi strettamente dipendente dalla struttura geologica, dalle caratteristiche mineralogico-petrografiche delle rocce, dal loro assetto giaciturale e dalla resistenza offerta all'erosione.

A questi due fattori bisogna aggiungere in maniera non subordinata:

- l'azione del clima locale che favorisce od ostacola determinati processi fisici e chimici sulla superficie e sul substrato roccioso;
- l'interazione antropica sul territorio, particolarmente discriminante nelle zone periurbane.

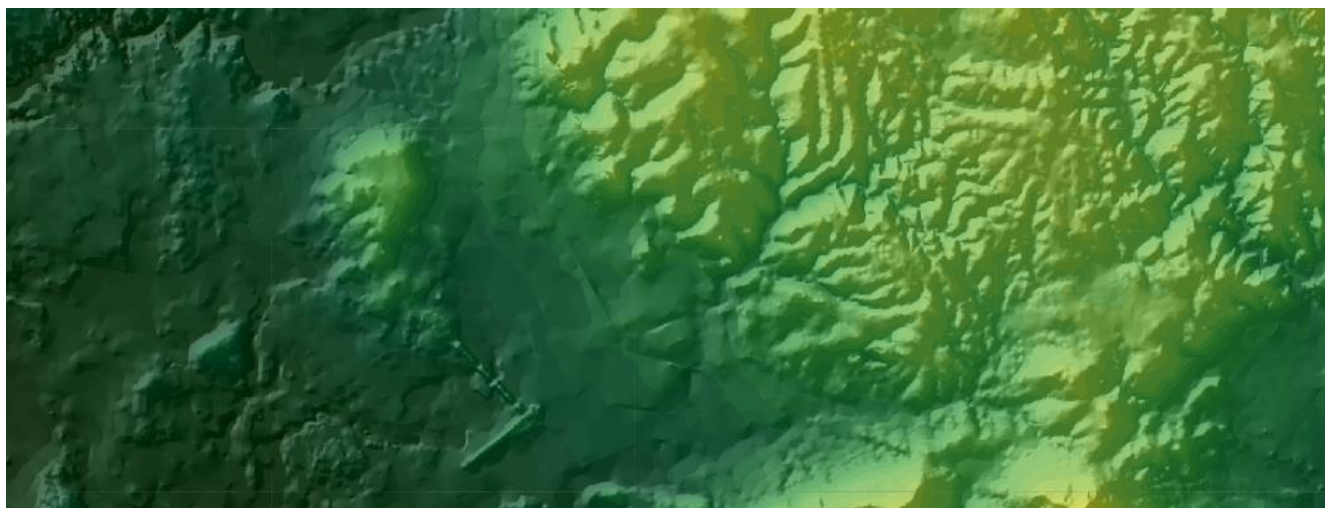


Figura 6.1 - particolare delle forme del paesaggio oggetto di studio

Adeguate considerazione meritano altresì i fattori geologici come: la litologia locale con le sue implicazioni petrografiche, la condizione di giacitura, la fratturazione, le modalità di sedimentazione del detrito colluviale, etc.; poiché condizionano in modo rilevante, le modalità e le dinamiche di erosione che guidano il modellamento del rilievo e la sua stabilità strutturale.

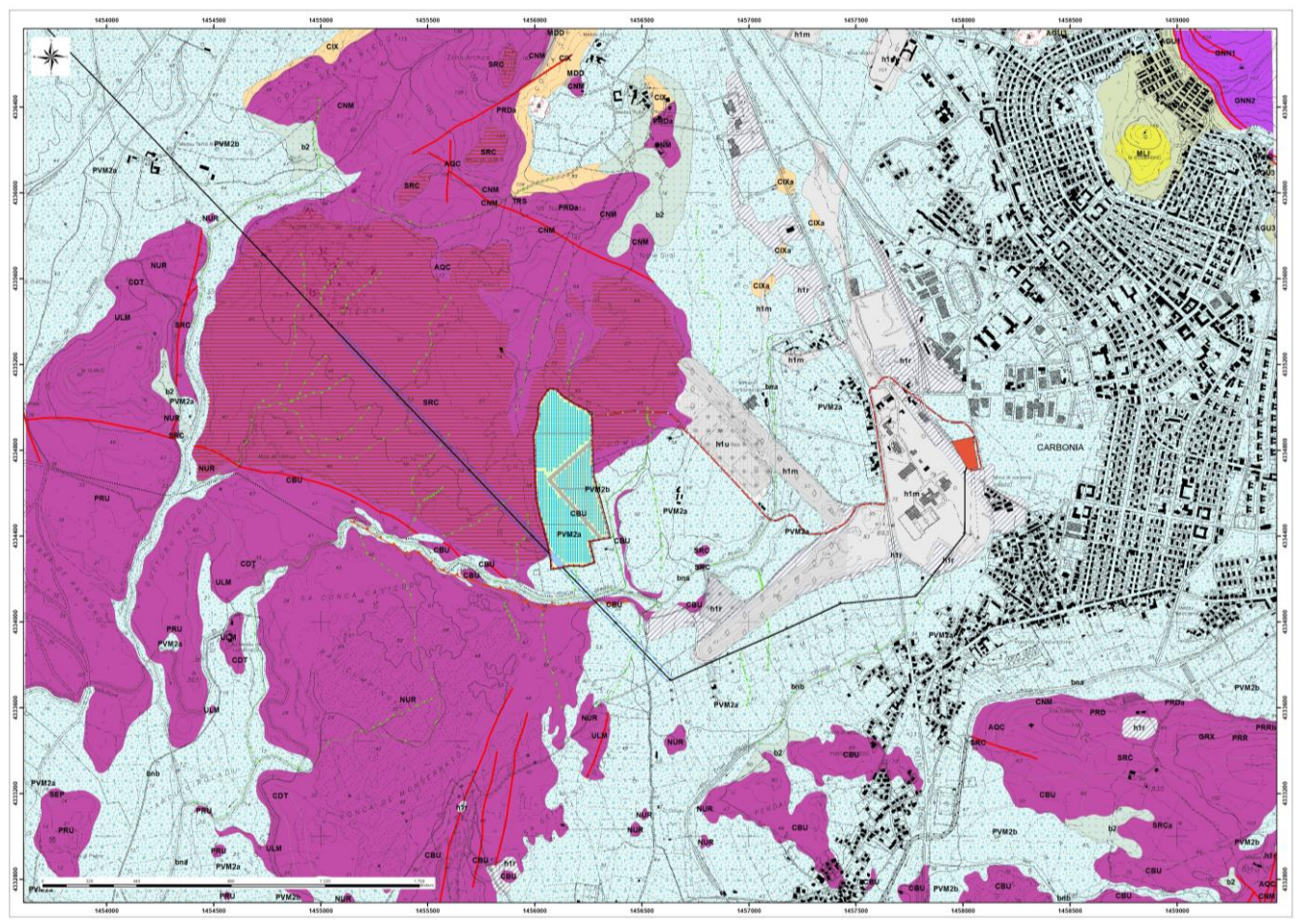
Il territorio comunale si estende per un totale di 148 Km<sup>2</sup>, partendo dai rilievi dell'horst Paleozoico sino alla piana del bacino di Gonnese e risulta delimitato a nord dal graben del Cixerri e a sud dal graben di Giba. A est del centro abitato, sono presenti morfologie montuose costituite da litologie appartenenti alla formazione di Gonnese composte da calcari ceroidi molto competenti. Le caratteristiche fisico meccaniche di questa formazione e il verificarsi di una serie di movimenti tettonici, hanno originato questo sistema di rilievi che caratterizza il settore orientale del comune.

Lo scorrere delle acque superficiali ha inciso delle valli sulle litologie meno competenti lasciando in rilievo, non solo il settore orientale costituito dai calcari ceroidi, ma anche le rioliti di Seruci, affioranti a W del centro abitato.



Le vulcaniti sono arealmente diffuse, specialmente nel settore meridionale di Carbonia dove è collocata l'area di progetto. Queste litologie costituiscono delle superfici sub strutturali incise da un importante ruscellamento superficiale, che si sviluppa dapprima a lama d'acqua per poi organizzarsi in rivoli concentrati che seguono le numerose discontinuità presenti su queste rocce, scelte dall'acqua come via preferenziale per lo scorrimento.

A scala maggiore, i deflussi superficiali organizzati risentono di un importante controllo geotettonico che ne definisce il pattern principale. Un esempio di tale configurazione è rappresentato dal Rio Gutturu Nieddu, che scorre in concomitanza della faglia posta a Sud dell'area oggetto di studio (fig. 6.3).



#### Legenda

- |  |  |
|--|--|
| <span style="border: 1px solid blue; padding: 2px;"> </span> Area impianto   | <span style="color: red;">—</span> Orlo di scarpata di faglia  |
| <span style="border-bottom: 1px dashed yellow; width: 20px; display: inline-block;"></span> Fascia di rispetto 5m        | <span style="color: green;">—</span> Solchi di ruscellamento   |
| <span style="border-bottom: 1px solid purple; width: 20px; display: inline-block;"></span> Viabilità interna             | <span style="color: brown;">—</span> Superficie strutturale o substrutturale   |
| <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> </span> FTV  | <span style="background-color: #cccccc; width: 20px; height: 10px; display: inline-block;"></span> Depositi antropici. Discariche minerarie. OLOCENE                   |
| <span style="background-color: orange; width: 20px; height: 10px; display: inline-block;"></span> Cabine                 | <span style="background-color: #cccccc; width: 20px; height: 10px; display: inline-block;"></span> Depositi antropici. Discariche per rifiuti solidi urbani. OLOCENE   |
| <span style="background-color: magenta; width: 20px; height: 10px; display: inline-block;"></span> Gruppo di conversione | <span style="background-color: #cccccc; width: 20px; height: 10px; display: inline-block;"></span> Depositi antropici. Materiali di riporto e aree bonificate. OLOCENE |
| <span style="color: blue;">—</span> Punto di ingresso  | <span style="background-color: #cccccc; width: 20px; height: 10px; display: inline-block;"></span> Depositi alluvionali terrazzati.                                    |
| <span style="color: blue;">—</span> Rete alta tensione   | <span style="background-color: #cccccc; width: 20px; height: 10px; display: inline-block;"></span> Depositi di versante.   |
| <span style="border-bottom: 1px dashed blue; width: 20px; display: inline-block;"></span> Fascia di rispetto linea AT    | <span style="background-color: #cccccc; width: 20px; height: 10px; display: inline-block;"></span> Conglomerati e arenarie cementati                                   |
| <span style="color: green;">—</span> Linea MT  | <span style="background-color: #cccccc; width: 20px; height: 10px; display: inline-block;"></span> Rocce carbonatiche  |
| <span style="border: 1px solid red; padding: 2px;"> </span> Cabina primaria  | <span style="background-color: #cccccc; width: 20px; height: 10px; display: inline-block;"></span> Rocce effusive vulcanoclastiche, ignimbriti e tuffi vulcanici       |
| <span style="color: red;">—</span> Lineamenti tettonici  | <span style="background-color: #cccccc; width: 20px; height: 10px; display: inline-block;"></span> Rocce metamorfiche  |

Figura 6.2 - Stralcio carta geomorfologica del settore in studio



### 6.1. ANALISI DELL'AREA GEOMORFOLOGICAMENTE SIGNIFICATIVA AL PROGETTO

L'area geomorfologicamente significativa è quella superficie entro la quale si attivano o possono attivarsi processi di dinamica geomorfologica, il cui equilibrio in relazione al progetto può influenzare o essere influenzato e conseguentemente, portare a situazioni di instabilità.

La vicinanza con l'alveo del rio Gutturu Nieddu, fa sì che le dinamiche fluviali e tettoniche siano le più incidenti e le più attive. Sono infatti evidenti numerosi i solchi di ruscellamento sia a N che S del fiume ed il controllo tettonico delle linee di deflusso principale. In aderenza all'alveo, è presente una faglia diretta, sepolta in gran parte dai depositi olocenici, con direzione W-NW e E-SE e immersione verso N-NE. È perfettamente evidente il blocco rialzato (letto) e il rispettivo muro di faglia.

L'area, inoltre, è caratterizzata da evidenze antropiche legate all'attività agricola e alle attività riguardanti la discarica.

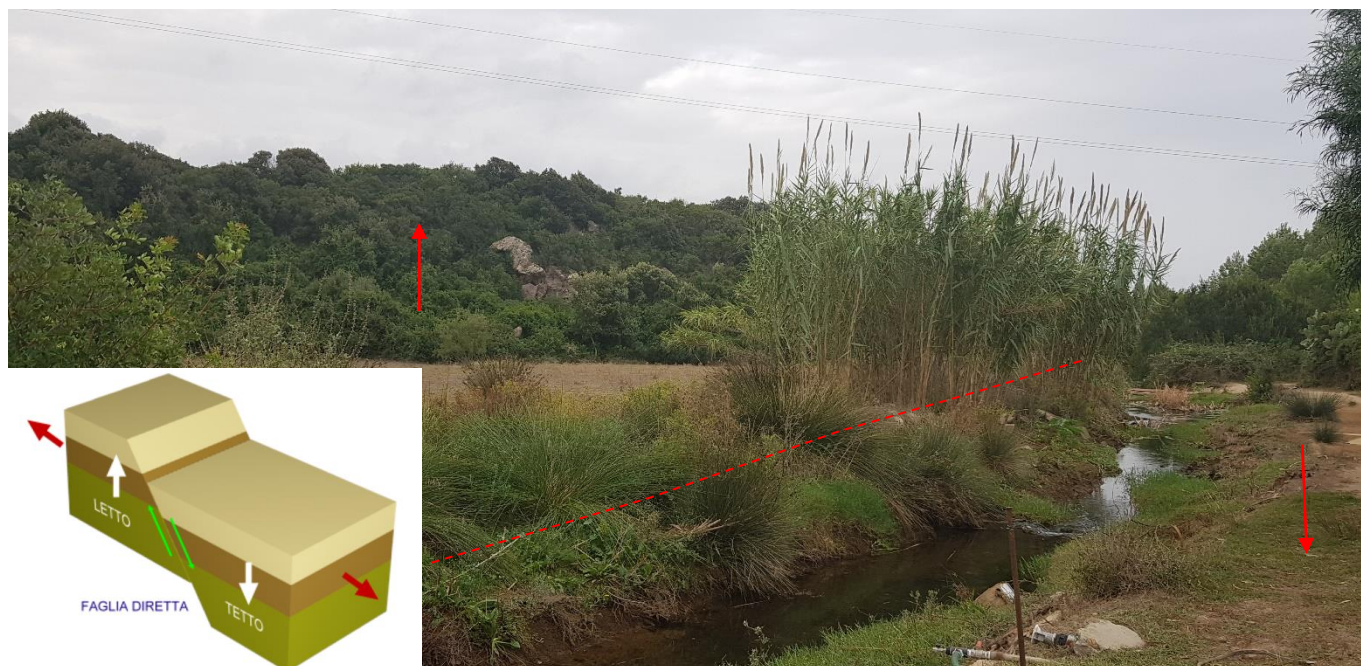


Figura 6.3 Rio Gutturu Nieddu a Dx e muro di faglia a Sx

## 7. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Dal punto di vista idrografico, i corsi d'acqua presenti nel Sulcis-Iglesiente, hanno per lo più un carattere torrentizio; solo pochi presentano un regime perenne, anche in subalveo: le portate sono, infatti, in stretta correlazione con le condizioni di piovosità per cui diminuiscono sensibilmente durante il periodo estivo. Le aste principali dei corsi d'acqua del territorio comunale hanno un andamento circa NE-SW e più limitatamente N.S. In generale presentano un andamento orientato secondo le principali direttrici tettoniche.

### 7.1. SCHEMA DELLA CIRCOLAZIONE IDRICA SUPERFICIALE

L'idrografia dell'area è caratterizzata dalla presenza del Rio San Nicola, che attraversa il centro abitato, e il rio Gutturu Nieddu prossimo all'area riguardante il progetto. Questo fiume è a carattere torrentizio e con un'estensione limitata. La morfologia dell'alveo si presenta più dolce nel tratto iniziale, dove sono presenti i depositi alluvionali, mentre assume forme più aspre sulle Rioliti di Nuraxi, evidentemente più competenti e resistenti all'erosione fluviale.



Figura 7.1 Inquadramento idrografia superficiale

Dallo studio di dettaglio delle aree a pericolosità idraulica ex art.8 c.2 del Comune di Carbonia si riportano le caratteristiche principali del bacino di interesse al progetto porzione del più ampio bacino del Rio Gutturu Mannu e denominato in questo tratto Rio S'acqua Stanziara.

#### Bacino Rio S'acqua Stanziara (F)

Il bacino ha i seguenti corsi d'acqua principali: Rio S'Acqua Stanziara e “Canale OspedalePIP”. L'area è in gran parte pianeggiante ad eccezione dei rilievi presenti nella parte nord-orientale. Il Rio

s'Acqua Stanziana, corpo ricettore degli altri canali presenti, raccoglie gran parte delle canalizzazioni per acque bianche della città di Carbonia, e si sviluppa con una sezione in parte rivestita in materiale lapideo (spesso in disfacimento o comunque ricoperto di vegetazione); oltre l'attraversamento della SS 126 e l'agglomerato urbano di Is Gallus, presenta una conformazione a doppia sezione trapezia, anche se spesso interrata o danneggiata, mentre il terreno è decisamente pianeggiante fino alle discariche di sterili che ne tagliano il flusso secondo la direttrice sud-ovest; il successivo attraversamento delle discariche avviene con tombinatura in cls. Il corpo ricettore del Riu s'Acqua Stanziana è il mare in comune di San Giovanni Suergiu.

Il bacino interessa quindi un'area fortemente urbanizzata (centro urbano), oltre l'Ospedale Sirai, il PIP, la discarica consortile di "Sa Terredda" e diverse aree destinate a servizi. Sono presenti inoltre opere interferenti il reticolo idrografico di rilievo per le condizioni di deflusso, riguardanti la ferrovia Carbonia-Villamassargia, la SS 126 e importanti strade comunali, incluse quelle di accesso al centro abitato: nel bacino si hanno anche i principali canali tombati della città (via Barbagia, Loc. Le Serre, via Nazionale).

Il bacino è suddiviso nei seguenti principali sub-bacini: → Sub 1 – "Canale via Logudoro" → Sub 2 – "Canale Rosmarino" → Sub 3 - Riu s'Acqua Stanziana (ramo 1) → Sub 4 – Affluente 1 "Canale Ospedale" → Sub 5 – Affluente 2 "Canale Ospedale" → Sub 6 – "Canale Ospedale-PIP" → Sub 7 - Riu s'Acqua Stanziana (ramo 2).

Bacino			Sezione	Sup. prog. (kmq)	Portate max (mc/sec)			
					50	100	200	500
<b>F</b>		<b>Riu s'Acqua Stanziana</b>		<b>12 189 935</b>	<b>81.46</b>	<b>90.84</b>	<b>100.37</b>	<b>113.26</b>
<b>F1</b>	1	Sub 1 - Canale via Logudoro	<b>F-s1</b>	2 113 567	26.40	29.56	32.78	37.15
<b>F2</b>	2	Sub 2 - Canale Rosmarino	<b>F-s2</b>	1 591 688	25.90	29.16	32.43	36.77
<b>F3</b>	3a	Sub 3 - Riu s'Acqua Stanziana 1	<b>F-s3</b>	4 725 400	43.36	48.44	53.62	61.54
<b>F4</b>	4a	Sub 4 - Canale Ospedale (affl. 1)	<b>F-s4</b>	724 885	7.72	8.63	9.56	10.83
	4b	Sub 5 - Canale Ospedale (affl. 2)	<b>F-s5</b>	702 215	7.48	8.36	9.26	10.49
	4c	Sub 6 - Canale Ospedale-PIP	<b>F-s6</b>	4 616 409	49.15	54.97	60.90	68.96
<b>F</b>	5a	Sub 7 - Riu s'Acqua Stanziana 2	<b>F-s7</b>	12 189 935	81.46	90.84	100.37	113.26

Figura 7.2 - Tabella delle caratteristiche idrauliche dei sottobacini del Riu S'Acqua Stanziana



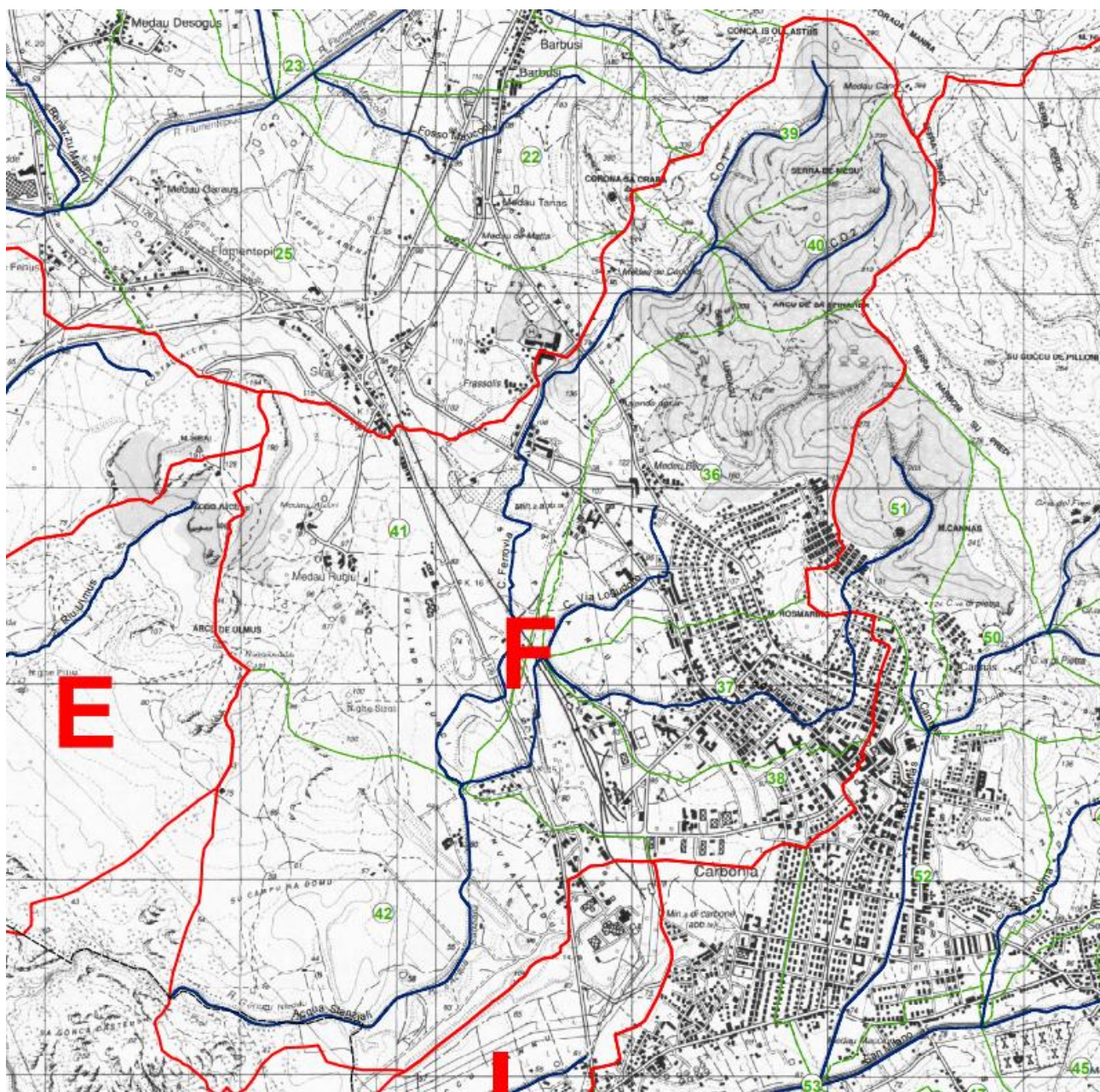


Figura 7.3 Stralcio Tav. 13 Bacini idrografici - Corsi d'acqua, Art. 8 comma 2 degli art. 24 e 25 delle NTA del PAI



## 7.2. SCHEMA DELLA CIRCOLAZIONE IDRICA SOTTERRANEA

I dati estrapolati dall'archivio Nazionale Delle Indagini Del Sottosuolo (L.464/1984) relativi alle perforazioni (Codice: 182923-182957) con profondità di 120 e 130 m per uso idrico in prossimità dell'area di progetto, mettono in evidenza la presenza di falde acquifere ad una profondità di 58 m e 95 m.

Dalla carta delle permeabilità dei substrati, resa disponibile dalla RAS, all'area in oggetto vengono attribuite diverse classi di permeabilità data l'eterogeneità dei litotipi presenti. I depositi PVM2b presentano una permeabilità alta poiché composta prevalentemente da sabbie e arenarie eoliche evidentemente poco compatte, il che attribuisce a questi depositi una maggior capacità di essere attraversati dall'acqua, a differenza dei depositi alluvionali terrazzati PVM2a, i quali posseggono maggior quantità di materiale argilloso, motivo per il quale la permeabilità risulta essere minore rispetto ai depositi sabbiosi della PVM2a.

Le rioliti Seruci SRC hanno un grado di permeabilità medio basso per fratturazione. Questo litotipo possiede, come descritto nel paragrafo 5.3, una fitta rete di fratture le quali costituiscono via preferenziale di scorrimento e infiltrazione delle acque di ruscellamento superficiale.

Dati generali	Ubicazione indicativa dell'area d'indagine
Codice: 182923 Regione: SARDEGNA Provincia: CARBONIA-IGLESIAS Comune: CARBONIA Tipologia: PERFORAZIONE Opera: POZZO PER ACQUA Profondità (m): 120,00 Quota pc sim (m): 62,00 Anno realizzazione: 2001 Numero diametri: 1 Presenza acqua: SI Portata massima (l/s): 3,000 Portata esercizio (l/s): 2,500 Numero falde: 1 Numero filtri: 1 Numero piezometrie: 1 Stratigrafia: SI Certificazione(*): SI Numero strati: 3 Longitudine WGS84 (dd): 8,503181 Latitudine WGS84 (dd): 39,161789 Longitudine WGS84 (dms): 8° 30' 11,46" E Latitudine WGS84 (dms): 39° 09' 42,44" N (*)Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia	

DIAMETRI PERFORAZIONE				
Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	0,00	120,00	120,00	300

FALDE ACQUIFERE			
Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)
1	58,00	60,00	2,00

POSIZIONE FILTRI			
Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Diametro (mm)
1	40,00	60,00	220

MISURE PIEZOMETRICHE				
Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
nov/2001	1,20	18,50	17,30	2,500

Dati generali	Ubicazione indicativa dell'area d'indagine
Codice: 182957 Regione: SARDEGNA Provincia: CARBONIA-IGLESIAS Comune: CARBONIA Tipologia: PERFORAZIONE Opera: POZZO PER ACQUA Profondità (m): 130,00 Quota pc sim (m): 56,00 Anno realizzazione: 2004 Numero diametri: 1 Presenza acqua: SI Portata massima (l/s): ND Portata esercizio (l/s): ND Numero falde: 1 Numero filtri: 0 Numero piezometrie: 1 Stratigrafia: SI Certificazione(*): NO Numero strati: 3 Longitudine WGS84 (dd): 8,498458 Latitudine WGS84 (dd): 39,154289 Longitudine WGS84 (dms): 8° 29' 54,45" E Latitudine WGS84 (dms): 39° 09' 15,44" N (*)Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia	

DIAMETRI PERFORAZIONE				
Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	0,00	130,00	130,00	225

FALDE ACQUIFERE			
Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)
1	95,00	95,00	0,00

MISURE PIEZOMETRICHE				
Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
ott/2004	10,00	ND	ND	ND

STRATIGRAFIA				
Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica
1	0,00	2,00	2,00	SUOLO
2	2,00	95,00	93,00	TUFO
3	95,00	130,00	35,00	IGNIMBRITE



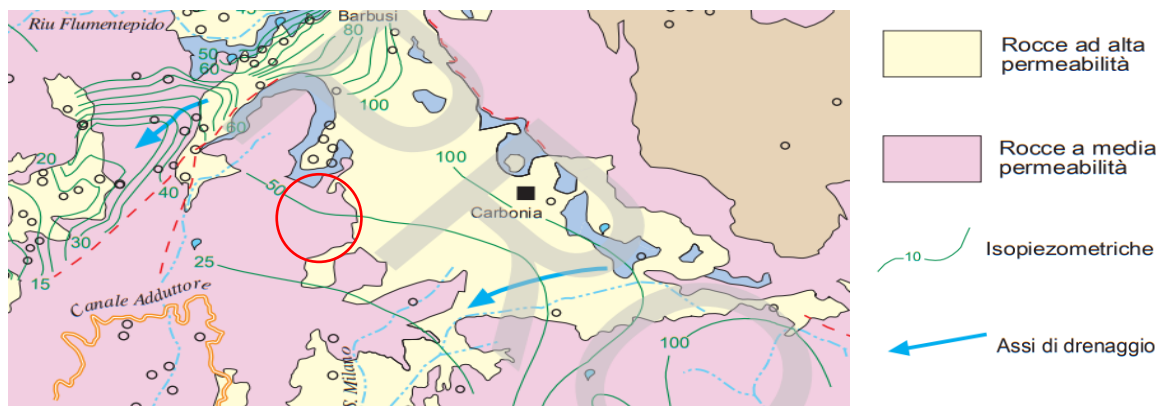


Figura 7.4 Stralcio schema Idrogeologico del foglio 564 "Carbonia"

Nello schema idrogeologico estrapolato dalle note illustrative del foglio 564 di Carbonia (fig. 7.3), vengono resi noti i principali assi di drenaggio delle acque sotterranee con direzione NE-SW e piezometriche di circa 50 m, il che conferma i dati delle perforazioni estratti dall'archivio nazionale delle indagini nel

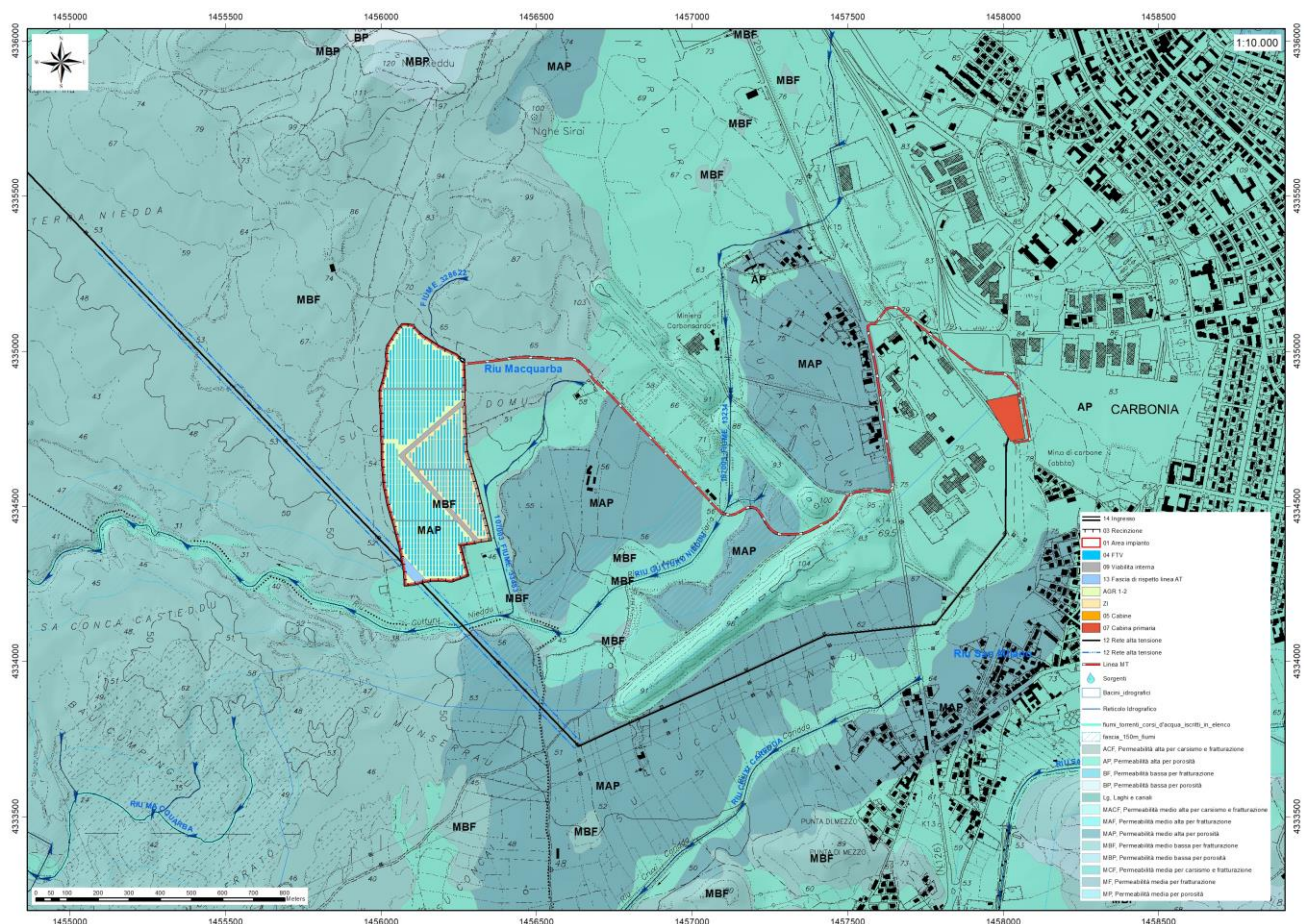


Figura 7.5 – Carta della Permeabilità dei Substrati e dei Suoli

La permeabilità dell’area interessata dal progetto, dalla cartografia resa disponibile dalla Regione Sardegna, risulta essere **MBF** – Medio bassa per fratturazione. Questo tipo di permeabilità è circoscritto alla sola area costituita dalle rioliti di Seruci SRC, mentre, nelle litologie circostanti la permeabilità è di tipo **MAP**-Medio Alta per porosità.

La diversa distribuzione delle acque di pioggia che ricadono sul substrato roccioso non determina né erosione di suolo perché sostanzialmente trattasi di rocce in affioramento né interferisce sul sistema idrogeologico in quanto non limita e non altera l’assorbimento delle acque lungo le fratturazioni. Inoltre la tipologia di impianto ad inseguimento (tracker) variando di posizione durante l’arco della giornata non determina sottoesposizioni continuate all’irraggiamento solare anche indiretto e limitazioni circolazione dell’aria.

### 7.3. DISSESTI IN ATTO O POTENZIALI CHE POSSONO INTERFERIRE CON L’OPERA E LORO TENDENZA EVOLUTIVA

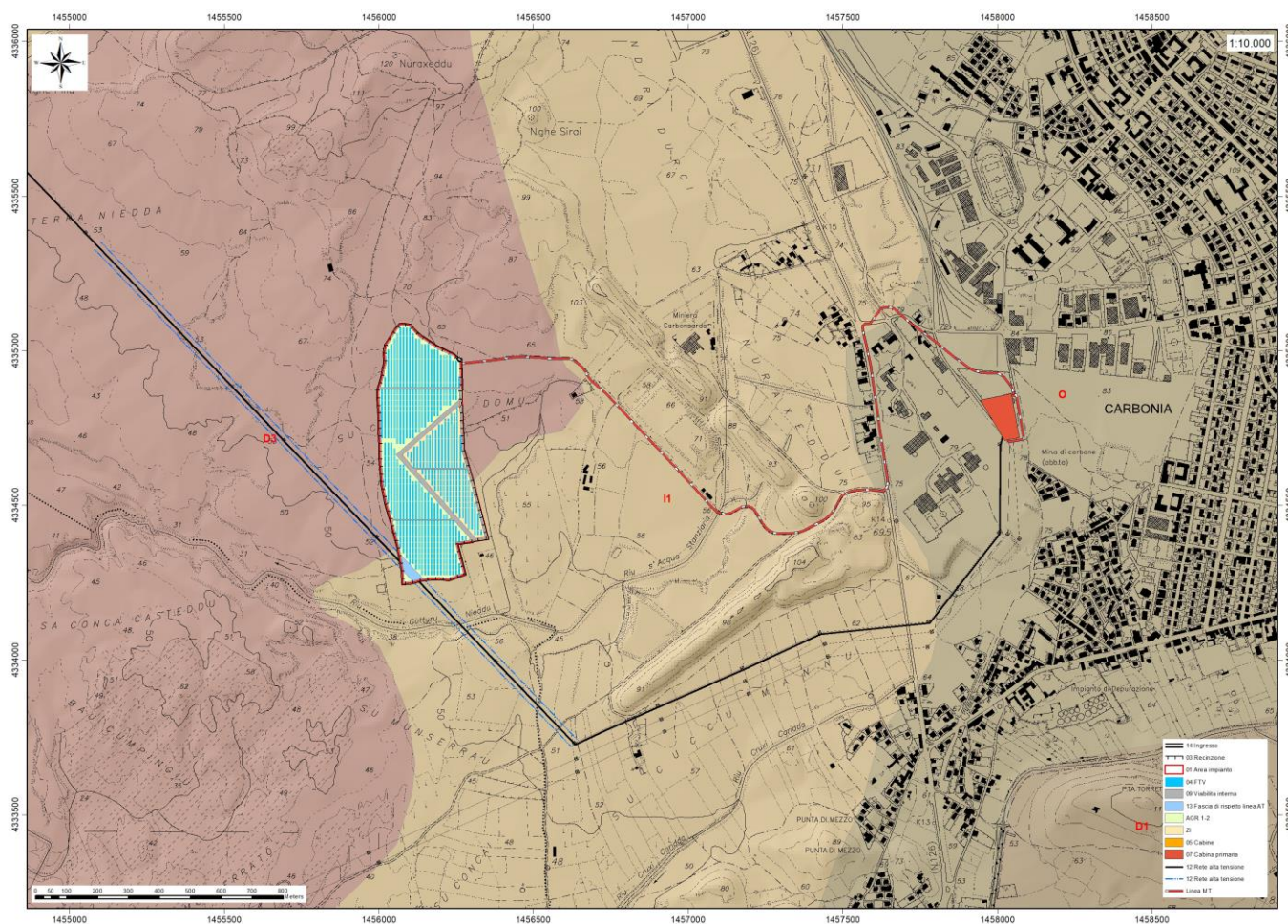
La predisposizione naturale di un territorio a fenomeni di instabilità legata alle dinamiche geomorfologiche deriva in generale dall’interazione di diversi fattori come natura geologica dei terreni, loro assetto sia deposizionale che geostrutturale, circolazione delle acque superficiali e sotterranee con la morfologia cioè la geometria del territorio.

L’area oggetto di intervento, in base delle caratteristiche suddette non presenta allo stato attuale evidenze di dissesto di natura geologico-geomorfologica in atto o potenziale escludendo la naturale evoluzione del pendio.



## 8. INQUADRAMENTO PEDOLOGICO

Le tipologie di suolo sono legate per genesi alle caratteristiche delle formazioni geo-litologiche presenti e all'assetto idraulico di superficie nonché ai diversi aspetti morfologici, climatici e vegetazionali.



Poiché la litologia del substrato o della roccia madre ha una importanza fondamentale quale fattore nella pedogenesi dei suoli, le unità principali sono state delimitate in funzione delle formazioni geologiche prevalenti, e successivamente all'interno di esse sono state individuate delle sub unità, distinte dalla morfologia del rilievo, dall'acclività e dall'uso del suolo prevalente.

Sono presenti pertanto, sulle rocce effusive acide (**D3**), suoli a profilo A-C, A-R e subordinatamente A-Bw-C, poco profondi, da sabbioso franchi a franco argillosi, da permeabili a mediamente permeabili, neutri, saturi.

Sulle alluvioni pleistoceniche (I1) suoli a profilo A-Bt-C, A-Btg-Cg e subordinatamente A-C, profondi, da FS a FSA in superficie, da FSA ad A in profondità, da permeabili a poco permeabili, da subacidi ad acidi, da saturi a desaturati.

Gli spessori riscontrati sulle unità pedologiche citate sono modesti, talvolta ridotti a pochi centimetri fino alla roccia in affioramento.

Nel settore orientale (O), si evince un'assenza di suoli data la presenza di aree urbanizzate e principali infrastrutture.

## 9. USO DEL SUOLO

Dalla Uso del Suolo, resa disponibile dal sito Geoportale, si evince che l'ambito di progetto si inserisce principalmente in un contesto in cui il suolo ricade nel livello dei "Territori Agricoli e viene classificato come" (2112) *Prati artificiali*, (2111) *Seminativi in aree non irrigue*, e (242) *Sistemi colturali e particellari complessi*, e l'ambito (3232) *Gariga* facente parte del livello dei "Territori boscati ed altri ambienti seminaturali"



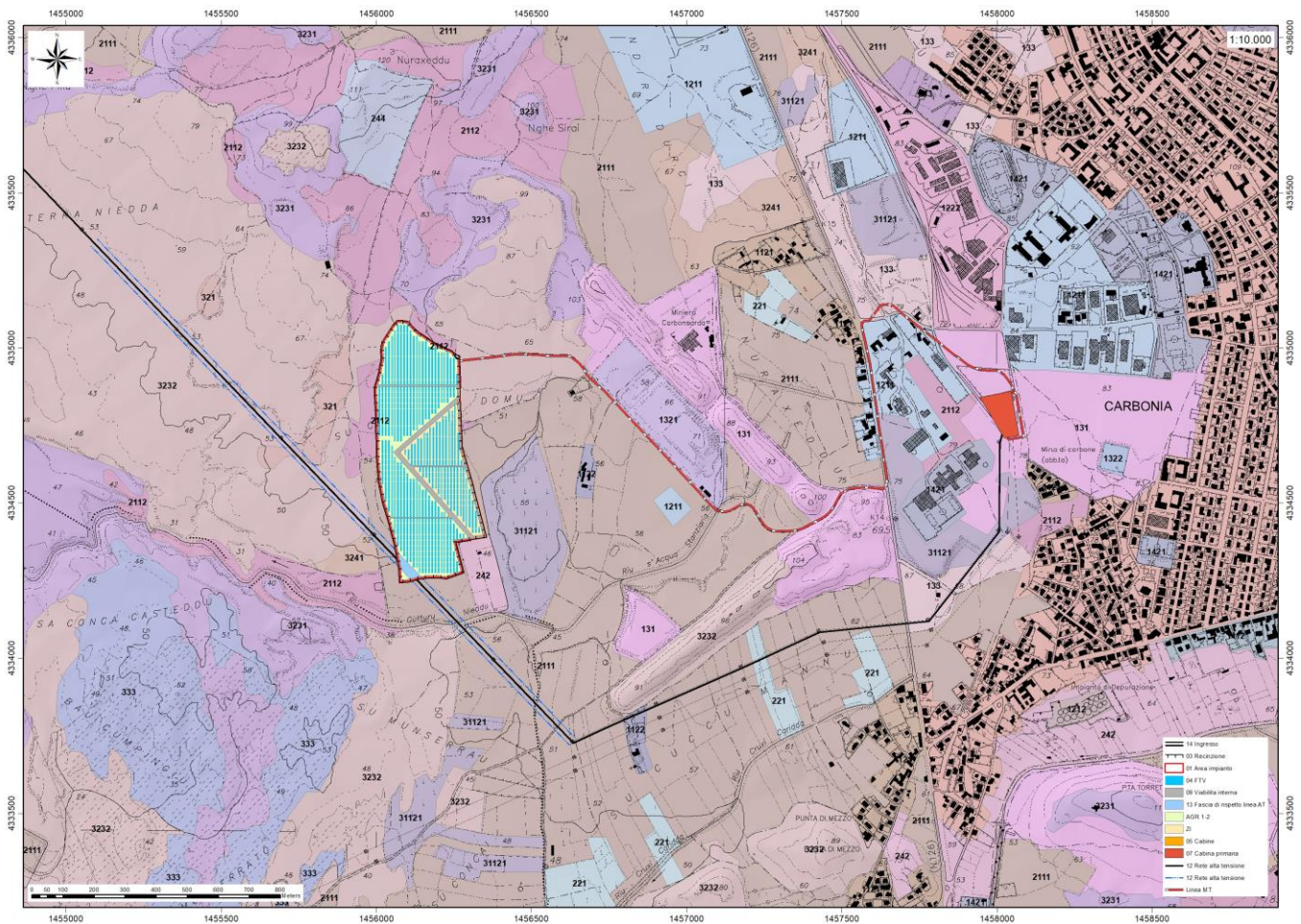


Figura 9.1 Stralcio Carta Uso del Suolo – Fonte RAS

La connessione tra il progetto e la cabina primaria intercetta suoli ricadenti in (3231) *Macchia mediterranea*, (131) *Aree estrattive*, (1121) *Tessuto residenziale rado e nucleiforme*, (133) *Cantieri*, (1211) *Insedimenti industriali artigianali e commerciali e spazi annessi*.

## 10. ANALISI E SISMICITA' STORICA

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla pericolosità sismica di base del sito di costruzione e sono funzione delle caratteristiche morfologiche e stratigrafiche che determinano la risposta sismica locale.

Dalla normativa vigente NTC2018 si evince che la pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa  $A_g$  in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A come definita al § 3.2.2), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente  $S_e(T)$ , con riferimento a prefissate

probabilità di eccedenza PVR come definite nel § 3.2.1, nel periodo di riferimento VR, come definito nel § 2.4. Inoltre, in alternativa è ammesso l'uso di accelerogrammi, purché correttamente commisurati alla pericolosità sismica locale dell'area della costruzione.

Le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento PVR nel periodo di riferimento VR, a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

Ag accelerazione orizzontale massima al sito;

Fo valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

TC\* valore di riferimento per la determinazione del periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.1

Per i valori di Ag, Fo e TC\* necessari per la determinazione delle azioni sismiche, si fa riferimento agli Allegati A e B al Decreto del Ministro delle Infrastrutture 14 gennaio 2008, pubblicato nel S.O. alla Gazzetta Ufficiale del 4 febbraio 2008, n.29, ed eventuali successivi aggiornamenti.

#### 10.1. VITA NOMINALE, CLASSI D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO

La tipologia di costruzioni previste in progetto (NTC2018 - par.2.4) ha **vita nominale  $\geq 50$  anni** (opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni...) appartiene alla **classe d'uso II**.

**Tabella 2.4.I – Vita nominale  $V_N$  per diversi tipi di opere**

TIPI DI COSTRUZIONE		Vita Nominale $V_N$ (in anni)
1	Opere provvisorie – Opere provvisionali - Strutture in fase costruttiva <sup>1</sup>	$\leq 10$
2	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	$\geq 50$
3	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	$\geq 100$

**Classe II:** Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.



Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento  $V_R$  che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale  $V_N$  per il coefficiente d'uso  $C_U$ :

$$V_R = V_N \times C_U$$

Il valore del coefficiente d'uso  $C_U$  è definito, al variare della classe d'uso, come mostrato in Tab. 2.4.II. Nel Caso specifico  $C_U = 1$ .

**Tab. 2.4.II** – Valori del coefficiente d'uso  $C_U$

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE $C_U$	0,7	1,0	1,5	2,0

Il valore del periodo di riferimento è  $V_T = 50$

Amplificazione stratigrafica e topografica: Nel caso di pendii con inclinazione maggiore di  $15^\circ$  e altezza maggiore di 30 m, l'azione sismica di progetto deve essere opportunamente incrementata o attraverso un coefficiente di amplificazione topografica o in base ai risultati di una specifica analisi bidimensionale della risposta sismica locale, con la quale si valutano anche gli effetti di amplificazione stratigrafica

La **categoria topografica è la T1** a cui corrisponde un valore del fattore di amplificazione pari a 1.0.

**Tabella 3.2.IV** – Categorie topografiche

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Al fine di definire l'azione sismica di progetto, basata sull'identificazione della categoria del sottosuolo di riferimento, si è voluto definire il parametro fondamentale per la "classificazione sismica dei terreni", e quindi per la determinazione della categoria, corrispondente alla velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio VS 30, valutata entro i primi 30 m di profondità dal piano campagna. Tale parametro andrà stimato direttamente in sito mediante l'esecuzione di una prova penetrometrica dinamica o di un profilo MASW.

Categorie di sottosuolo: ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi, come indicato nel § 7.11.3. Per questa tipologia di substrato, salvo diverso esito da prove dirette in sito si stima che essi appartengano alla categoria **A** per il litotipo vulcanico e **C** per i depositi pleistocenici.

Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo

Categoria	Descrizione
<b>A</b>	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di <math>V_{s,30}</math> superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.</i>
<b>B</b>	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di <math>V_{s,30}</math> compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero <math>N_{SPT,30} &gt; 50</math> nei terreni a grana grossa e <math>c_{u,30} &gt; 250</math> kPa nei terreni a grana fina).</i>
<b>C</b>	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di <math>V_{s,30}</math> compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero <math>15 &lt; N_{SPT,30} &lt; 50</math> nei terreni a grana grossa e <math>70 &lt; c_{u,30} &lt; 250</math> kPa nei terreni a grana fina).</i>
<b>D</b>	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di <math>V_{s,30}</math> inferiori a 180 m/s (ovvero <math>N_{SPT,30} &lt; 15</math> nei terreni a grana grossa e <math>c_{u,30} &lt; 70</math> kPa nei terreni a grana fina).</i>
<b>E</b>	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con <math>V_s &gt; 800</math> m/s).</i>

In base ai dati di localizzazione, tipologia dell'opera e classe d'uso si sono calcolati i parametri sismici relativi alle verifiche SLO, SLD, SLV e SLC. (SW AZTEC Sisma 10.0 e GEOSTRU PS):

	$T_R$ [anni]	$a_g$ [m/s <sup>2</sup> ]	$F_0$ [—]	$T_C^*$ [s]
<b>SLO</b>	<b>30</b>	<b>0.183</b>	<b>2.610</b>	<b>0.273</b>
<b>SLD</b>	<b>50</b>	<b>0.231</b>	<b>2.670</b>	<b>0.296</b>
<b>SLV</b>	<b>475</b>	<b>0.490</b>	<b>2.880</b>	<b>0.340</b>
<b>SLC</b>	<b>975</b>	<b>0.591</b>	<b>2.980</b>	<b>0.372</b>

Figura 11.1 - Parametri sismici in funzione delle coordinate geografiche del sito

Dove:

Stati limite di esercizio

**Stato Limite di Operatività (SLO)**

**Stato Limite di Danno (SLD)**

**a<sub>g</sub>** accelerazione orizzontale massima al sito;

**F<sub>0</sub>** valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale.

**T<sup>\*</sup>C** periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale

Stati limite ultimi

**Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV):**

**Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC):**



## 12. ANALISI DEI VINCOLI GRAVANTI SUI TERRENI

### 12.1. PIANO D'ASSETTO IDROGEOLOGICO

Dall'approvazione del comune di Carbonia dello Studio di dettaglio ex Art.8 c. 2 delle NTA PAI, in data 02/10/2018, nelle more dell'approvazione definitiva da parte della RAS Direzione Generale Agenzia Regionale del Distretto Idrografico della Sardegna per Servizio Difesa del Suolo, Assetto Idrogeologico e Gestione del Rischio Alluvioni, sono vigenti le norme di salvaguardia ex art. 4c.2 NTA PAI.

Lo studio di pericolosità idrogeologica di cui delibera n.11 del 22/11/2011 “Adeguamento del PUC al PPR. Presa d'atto verifica di coerenza R.AS.” è superato dall'attuale studio in fase di istruttoria presso l'ADIS.

Il PAI ha valore di piano territoriale di settore e, in quanto dispone con finalità di salvaguardia di persone, beni, ed attività dai pericoli e dai rischi idrogeologici, prevale sui piani e programmi di settore di livello regionale (Art. 4 comma 4 delle Norme Tecniche di Attuazione del PAI). Inoltre (art. 6 comma 2 lettera c delle NTA), “le previsioni del PAI [...] prevalgono: [...] su quelle degli altri strumenti regionali di settore con effetti sugli usi del territorio e delle risorse naturali, tra cui i [...] piani per le infrastrutture, il piano regionale di utilizzo delle aree del demanio marittimo per finalità turistico-ricreative”.

Il territorio interessato dal progetto risulta essere gravato da pericolosità da frana Hg4 ed idraulica Hi4 nel solo tratto interessato dalla rete di connessione.

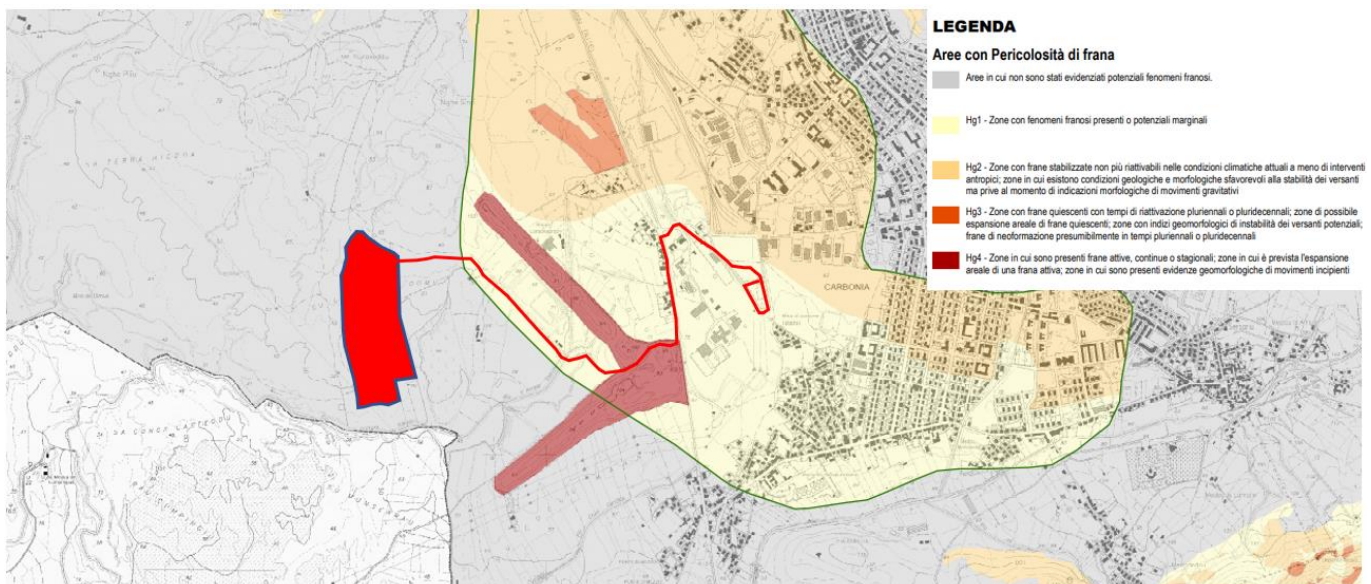


Figura 12.1 Stralcio della Carta della Pericolosità da frana Studio di dettaglio Art.8 c.2 NTA PAI

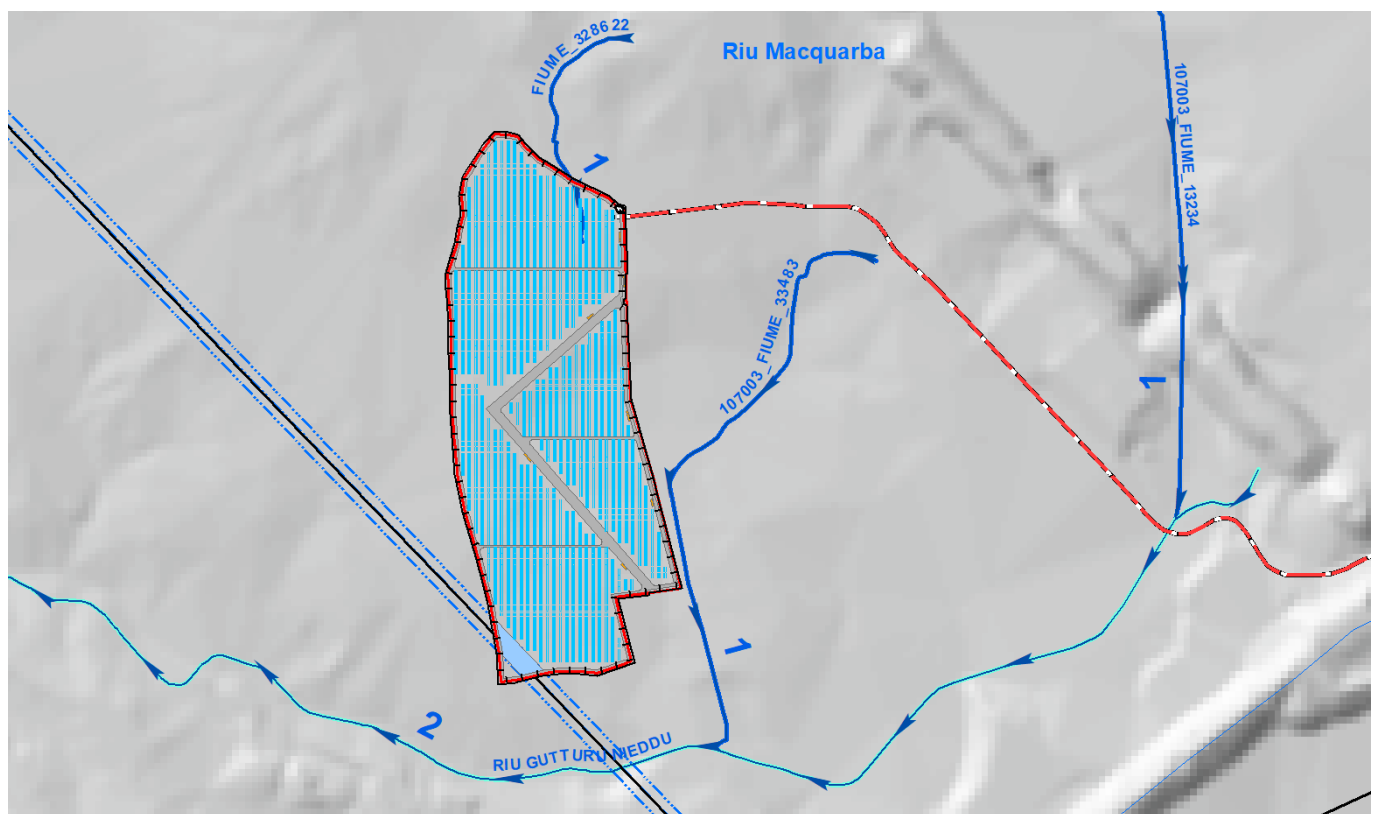




1. Per i singoli tratti dei corsi d'acqua appartenenti al reticolo idrografico dell'intero territorio regionale di cui all'articolo 30 quater per i quali non siano state ancora determinate le aree di pericolosità idraulica, con esclusione dei tratti le cui aree di esondazione sono state determinate con il solo criterio geomorfologico di cui all'articolo 30 bis, quale misura di prima salvaguardia finalizzata alla tutela della pubblica incolumità, è istituita una fascia su entrambi i lati a partire dall'asse, di profondità L variabile in funzione dell'ordine gerarchico del singolo tratto.

Nel caso specifico il corso d'acqua denominato dalla RAS FIUME\_328622 che attraversa il lotto a nord per circa 100m è **classificato di ordine 1 secondo la gerarchia di Horton-Strahler**

In ragione delle distanze di prima salvaguardia istituite con il suddetto art.30ter e assumendo, per questo tratto, la classe gerarchica Horton- Strahler 1, gli interventi devono rispettare una distanza di 10m dall'asse del tracciato fluviale. Si riporta di seguito la tavola con evidenziati i tratti fluviali citati e le rispettive classi Horton-Strahler contenute nel layer RAS.



Qualora le fasce di pericolosità individuate dovessero essere confermate, poiché gli interventi previsti non occupano nuovo suolo diminuendo la superficie di bacino ne impediscono il naturale deflusso delle acque poiché i pannelli si trovano a quota di 2,75m da p.c. verosimilmente superiore al battente che può generare l'evento piovoso con tempo di ritorno di 50 anni, ancorchè non viene variata la quantità di

pioggia ex ante ed ex post che dal bacino interessato dall'intervento defluisce verso il recettore più prossimo quale l'asta fluviale 107003\_FIUME\_334883.

### 12.3. PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO ALLUVIONI (PGRA)

L'articolo 7 del D.Lgs. 23 febbraio 2010 n. 49 "Attuazione della Direttiva Comunitaria 2007/60/CE, relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni", che recepisce in Italia la Direttiva comunitaria 2007/60/CE, prevede che in ogni distretto idrografico, di cui all'art. 64 del D.Lgs.152/2006, sia predisposto il **Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni** (di seguito indicato come PGRA).

L'obiettivo generale del PGRA è la riduzione delle conseguenze negative derivanti dalle alluvioni sulla salute umana, il territorio, i beni, l'ambiente, il patrimonio culturale e le attività economiche e sociali. Esso coinvolge pertanto tutti gli aspetti della gestione del rischio di alluvioni, con particolare riferimento alle misure non strutturali finalizzate alla prevenzione, protezione e preparazione rispetto al verificarsi degli eventi alluvionali; tali misure vengono predisposte in considerazione delle specifiche caratteristiche del bacino idrografico o del sottobacino interessato.

Il PGRA individua strumenti operativi e di governance (quali linee guida, buone pratiche, accordi istituzionali, modalità di coinvolgimento attivo della popolazione) finalizzati alla gestione del fenomeno alluvionale in senso ampio, al fine di ridurre quanto più possibile le conseguenze negative.

Il territorio interessato dal progetto **CARBONIA** risulta essere gravato da pericolosità da frana Hg4 ed idraulica Hi4 nel solo tratto interessato dalla rete di connessione.

### 12.4. PIANO STRALCIO DELLE FASCE FLUVIALI (PSFF)

Il Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (PSFF) definisce, per i principali corsi d'acqua della Sardegna, le aree inondabili e le misure di tutela per le fasce fluviali. A seguito dello svolgimento delle conferenze programmatiche, tenute nel mese di gennaio 2013, il Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino della Regione Sardegna, con Delibera n.1 del 20.06.2013, ha adottato in via definitiva il Progetto di Piano Stralcio delle Fasce Fluviali.

**L'area di progetto non è compresa nelle perimetrazioni del PAI e PSFF**





negli ambiti più superficiali delle coltri di alterazione dei depositi alluvionali con particolare riferimento alle componenti a minore permeabilità.

- Presenza di sacche argillose non attualmente identificabili che possono cambiare il grado di portanza dei terreni – sarà opportuno in fase di progettazione esecutiva eseguire dei saggi sul terreno per confermarne o meno la presenza.

Dalle informazioni ricavate dal seguente studio è stato costruito il modello geologico preliminare del sito che sintetizza e descrive i caratteri litologici, strutturali, idrogeologici e geomorfologici trattati nei capitoli precedenti:

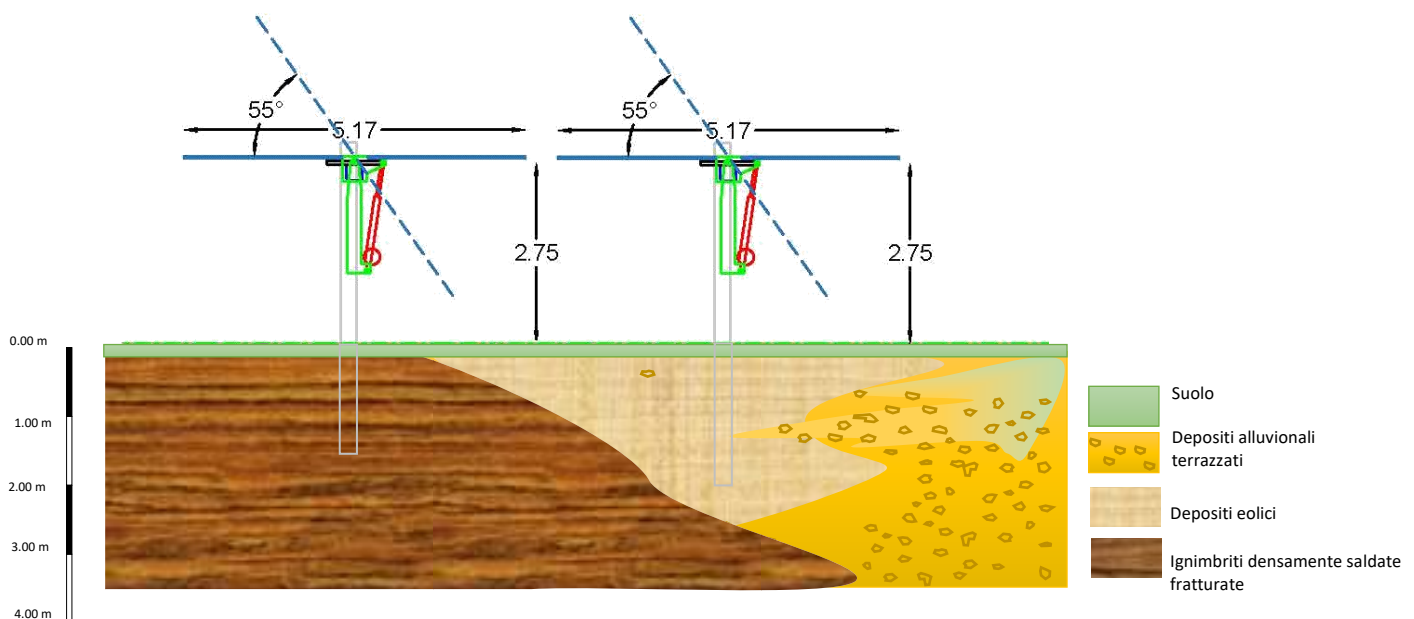


Figura 13.1 Modello geologico del sito (6.2.1 NTC 2018)

**Litotipo 0 – Suolo**

**Litotipo A – Depositi eolici**

**Litotipo B – Depositi alluvionali terrazzati**

**Litotipo C – Rioliti di Seruci**

## 14.FATTIBILITÀ GEOLOGICA - GEOTECNICA

Analizzate le specifiche dell’impianto e, a seguito delle analisi geologico strutturali affrontate nei capitoli precedenti, vengono rese note una serie di indicazioni che possono essere utili al fine di una



corretta installazione dell'impianto e delle sue componenti fondanti in relazione alle caratteristiche geologiche della superficie interessata dal progetto.

Data l'eterogeneità dei litotipi presenti all'interno dell'area è necessario tener conto delle seguenti considerazioni:

1. La parte settentrionale dell'area di progetto è costituita da roccia affiorante che, per le caratteristiche geostrutturali precedentemente illustrate, potrebbe presentare difficoltà operative all'installazione dei pali di fondazione per battitura. L'area è caratterizzata dalla presenza di diverse famiglie di giunti, con spaziature da centimetriche a deci-centimetriche, riempite da materiale argilloso-sabbioso che isolano blocchi rocciosi. L'infissione delle aste per la profondità prevista potrebbe avvenire in corrispondenza di queste fratture, diversamente sarà necessario munirsi di appositi macchinari e provvedere alla perforazione della roccia per un loro corretto fissaggio.
2. Le condizioni geologiche nel settore meridionale, caratterizzato invece da sedimenti eolici e alluvionali, non dovrebbero essere di ostacolo nell'installazione dell'impianto ed un corretto fissaggio delle aste mediante battitura.
3. La falda acquifera risulta essere ad una profondità tale da non interferire direttamente e indirettamente con le litologie coinvolte nel progetto.

## 15. VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI DEL PIANO SULLE COMPONENTI AMBIENTALI SUOLO, SOTTOSUOLO E ACQUE

Lo studio delle componenti ambientali abiotiche ha permesso di definire lo stato attuale dell'area interessata dall'intervento. Le valutazioni degli impatti sulle componenti sono state definite verificando le stesse nelle varie fasi lavorative e nel complesso, pertanto di seguito vengono analizzate le singole componenti in relazione agli steps di sviluppo dell'intervento.

### MATRICE IMPATTI - fase di cantiere

#### GEOLOGIA

##### Modifica assetto idro-geomorfologico:

**senza mitigazione:** tutte le lavorazioni in fase di realizzazione che comprendono realizzazione di aree di stoccaggio temporaneo del materiale scavato, apertura di piste, eventuali perforazioni per posizionamento dei pali di fondazione comportano modifiche talora temporanee all'assetto idro-geomorfologico con impatto da moderato a compatibile.

**con mitigazione:** le opere o le azioni di mitigazione su tali impatti consistono in un'accurata gestione del cantiere delle aree connesse, nel prevedere opere provvisorie di controllo dell'equilibrio idro-geomorfologico anche in relazione ad occupazioni temporanee di aree o la realizzazione di lavorazioni specifiche.

## SUOLI

### Compattazione del substrato:

**senza mitigazione:** in generale gli impatti su tale aspetto della componente suolo vengono riconosciuti nelle lavorazioni di realizzazione delle fondazioni e nella realizzazione della viabilità di impianto e nella produzione di inerti intendendo a questi connesso il deposito temporaneo. L'impatto è stimato come compatibile. Per le altre lavorazioni si ritiene tale impatto non significativo.

**con mitigazione:** non sono previste specifiche misure di mitigazione, l'impatto rimane inalterato tuttavia sempre compatibile. Esso si riduce solo per le attività di produzione degli inerti in ragione della temporaneità dei depositi di stoccaggio.

### Asportazione di suolo:

**senza mitigazione:** su tale aspetto della componente suolo, le attività connesse alla realizzazione del piano o di eventuali piste producono impatto da moderato a compatibile in quanto la realizzazione delle opere, comporta una effettiva asportazione di terreno.

**con mitigazione:** le opere di mitigazione previste e che permettono la riduzione degli impatti descritti consistono nella conservazione e riutilizzo del materiale asportato in aree prossime a quelle di prelievo e/o altre affini carenti in tale componente. L'impatto si riduce a compatibile o non significativo.

### Perdita di substrato protettivo:

**senza mitigazione:** analogamente a quanto espresso per l'aspetto precedente, le attività connesse alla realizzazione del piano producono impatto da moderato a compatibile in quanto l'esecuzione delle opere, comporta una effettiva perdita di substrato protettivo.

**con mitigazione:** le opere di mitigazione previste e che permettono la riduzione degli impatti descritti consistono nella conservazione e riutilizzo del materiale asportato in aree prossime a quelle di asportazione e/o altre affini carenti in tale componente. L'impatto si riduce a compatibile a non significativo.

## ACQUE



Acque sotterranee:

**senza mitigazione:** la presenza di deboli coltri superficiali, di spessore variabile può determinare la possibilità, sostanzialmente nei periodi piovosi, che si formino locali circolazioni sub sotterranee. Gli impatti dei lavori di realizzazione delle opere sono dovuti principalmente alle possibili locali interruzioni e/o deviazioni di tali deflussi. L'impatto è stimato come moderato o non significativo in ragione della tipologia d'opera per lavori di scavo e realizzazione delle fondazioni.

**con mitigazione:** In fase di realizzazione, tali impatti possono ridursi definendo una rete di cattura e smaltimento delle acque che garantisca la precedente continuità parzialmente o localmente interrotta dalla realizzazione dell'opera. L'impatto diviene non significativo.

Acque superficiali:

**senza mitigazione:** le opere realizzate possono localmente e in specifici periodi dell'anno (mesi piovosi) interferire sulla rete di deflusso superficiale peraltro poco sviluppata e per lo più effimera. L'impatto è stimato come compatibile nel caso di realizzazione di strade. Diviene moderato per lavori di scavo e realizzazione delle fondazioni e per la produzione di inerti a cui sono connessi depositi temporanei di materiale scavato.

**con mitigazione:** In fase di realizzazione tali impatti possono ridursi definendo una rete di cattura e smaltimento delle acque che garantisca la precedente continuità parzialmente o localmente interrotta dall'opera. L'impatto diviene non significativo o compatibile.

**MATRICE IMPATTI – fase di esercizio**

Sostanzialmente in fase di esercizio, non si individuano impatti significativi sulle componenti geologia, suolo e acque salvo che per alcuni aspetti legati alla corretta gestione delle opere di mitigazione previste in fase di realizzazione e connesse sostanzialmente alla gestione delle acque superficiali e sub sotterranee.

**16.CARATTERIZZAZIONE DELLE TERRE E DELLE ROCCE DA SCAVO**

Il DPR n. 120 del 13/06/2017 stabilisce la nuova disciplina sulla gestione delle terre e rocce da scavo ed è in vigore dal 22/08/2017.

Il regolamento riunisce in un unico testo le regole sul riutilizzo delle terre e rocce da scavo come sottoprodotti abrogando sia il DM 161/2012 sia l'art. 41bis del D.L. 69/2013 convertito in L. 98/2013.

Regolamenta inoltre l'utilizzo nel sito di produzione delle terre e rocce da scavo escluse dalla disciplina dei rifiuti (art. 185 c.1, lett. c) e le terre e rocce provenienti dai siti oggetto di bonifica e introduce infine un apposito regime per il deposito temporaneo delle terre e rocce da scavo qualificate come rifiuti.

L'art. 4 del DPR 120/2017 stabilisce i requisiti generali affinché le terre e rocce da scavo possano essere sottoposte al regime dei sottoprodotti. Si rimanda quindi alla normativa vigente in merito alla caratterizzazione dei materiali ed eventuale redazione di un Piano di Utilizzo delle Terre e Rocce da scavo.

Per tutti i cantieri con produzione di TRS da riutilizzare inferiori a 6.000 m<sup>3</sup> (Capo III), compresi quelli che riguardano opere sottoposte a VIA o ad AIA, e per i siti di grandi dimensioni, superiori a 6000 m<sup>3</sup>, non sottoposti a VIA o AIA (Capo IV) è prevista una procedura semplificata, simile a quella dell'articolo 41 bis del Decreto Legge n. 69/2013, attraverso autocertificazione. Il DPR 120/2017 prevede infatti che il proponente o il produttore attesti il rispetto dei requisiti di cui all'articolo 4 (classificazione delle TRS come sottoprodotti e non rifiuti) mediante una autocertificazione (dichiarazione sostitutiva di atto di notorietà, ai sensi del DPR 445/2000) da presentare all'ARPA territorialmente competente e al Comune del luogo di produzione (all'Autorità competente nel caso di cantieri di grandi dimensioni) utilizzando i moduli previsti dagli Allegati 6-7-8 del DPR.

Il "Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo" del 2017, in attuazione dell'articolo 184-bis del decreto legislativo 3 aprile 2006 n. 152, stabilisce i requisiti generali da soddisfare affinché le terre e rocce da scavo generate in cantieri di piccole dimensioni, in cantieri di grandi dimensioni e in cantieri di grandi dimensioni non sottoposti a VIA e AIA, siano qualificati come sottoprodotti e non come rifiuti, nonché le disposizioni comuni ad esse applicabili

#### **16.1. PIANO DI RIUTILIZZO DELLE TERRE E ROCCE PROVENIENTI DALLO SCAVO E DA ESEGUIRE IN FASE DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA E COMUNQUE PRIMA DELL'INIZIO DEI LAVORI**

##### **16.1.1. MATERIALE RIUTILIZZATO IN SITO**

L'attuale quadro normativo include nel processo di gestione come sottoprodotti quelle terre da scavo non contaminate che vengono riutilizzate allo stato naturale, nell'ambito dei lavori di costruzione, direttamente nel luogo dove sono state generate.

Infatti, con il 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, sono state adottate le disposizioni di riordino e di semplificazione della disciplina inerente la gestione delle terre e rocce da scavo, con particolare riferimento:

a) alla gestione delle terre e rocce da scavo qualificate come sottoprodotti, ai sensi dell'articolo 184-bis, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, provenienti da cantieri di piccole dimensioni, di grandi



dimensioni e di grandi dimensioni non assoggettati a VIA o ad AIA, compresi quelli finalizzati alla costruzione o alla manutenzione di reti ed infrastrutture;

- b) alla disciplina del deposito temporaneo delle terre e rocce da scavo qualificate rifiuti;
- c) all'utilizzo nel sito di produzione delle terre e rocce da scavo escluse dalla disciplina dei rifiuti;
- d) alla gestione delle terre e rocce da scavo nei siti oggetto di bonifica.

Relativamente al progetto in esame, dunque, il Regolamento si applica nelle seguenti circostanze:

- per il terreno vegetale rimosso tramite scotico dalle aree di cantiere e dalla viabilità in progetto, il quale sarà accantonato in specifiche porzioni delle stesse al fine di essere riportato a fine lavori;
- per le terre scavate nell'ambito dei lavori di posa del cavidotto di connessione che vengono accantonate a fianco della medesima opera e quindi impiegate per la copertura od il ripristino dell'area e dai prodotti di scavo e perforazione derivanti dalla realizzazione delle cabine e il fissaggio dei montanti dei pannelli per complessivi 356mc.

Le caratteristiche delle terre da impiegare per il ripristino delle aree occupate da cantieri, piste di cantiere, aree di stoccaggio ed altre aree funzionali ai lavori di costruzione, dipendono dalla destinazione d'uso finale delle stesse aree.

In generale si prevede comunque il riutilizzo di terre da scavo per una percentuale di circa il 65%-75%, da adoperare per rinterri e riempimenti le cui quantità variano a seconda che si consideri il tratto di cavidotto completamente interrato (2869mc) o in parte aereo e in parte interrato (1456mc). Per quanto concerne il restante 50% si prevede di conferirne una parte a discarica ed una parte, previa caratterizzazione ad impianti di riciclaggio inerti.

Sono previsti circa 108 mc di scarifica di conglomerato bituminoso presente nei tratti asfaltati per i quali non è previsto il riutilizzo ma il conferimento a discarica autorizzata.

## **16.2. PIANO DI RIUTILIZZO: CRITERI GENERALI**

Le terre e rocce da scavo sono utilizzabili per reinterri, riempimenti, rimodellazioni, miglioramenti fondiari o viari oppure per altre forme di ripristini e miglioramenti ambientali, per rilevati, per sottofondi e, nel corso di processi di produzione industriale, in sostituzione dei materiali di cava:

- se la concentrazione di inquinanti rientra nei limiti di cui alla colonna A della Tabella 1, Allegato 5, al Titolo V, della Parte IV, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, in qualsiasi sito a prescindere dalla sua destinazione;
- se la concentrazione di inquinanti è compresa fra i limiti di cui alle colonne A e B, in siti a destinazione produttiva (commerciale e industriale).

Pertanto, il Piano di Riutilizzo, da predisporre in **fase di progettazione esecutiva** e comunque **prima dell'inizio dei lavori sarà** redatto ai sensi dell'allegato 5 del DPR 120/2017

**Dott.ssa Geol. Cosima Atzori**

ORDINE DEI GEOLOGI DELLA SARDEGNA - Sezione A n°656