



IMPIANTO AGRIVOLTAICO MARGIANITTA

COMUNE DI GUSPINI

PROPONENTE

Ferrari Agro Energia s.r.l.
Traversa Bacchileddu, n. 22
07100 SASSARI (SS)

VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE

CODICE ELABORATO

OGGETTO:
Relazione Geologica

PD-R07

COORDINAMENTO

GRUPPO DI LAVORO S.I.A.



BRUNO MANCA | STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA
LOC. RIU IS PIRAS, SN | 09040 SERDIANA (SU)
+39 347 5965654 € P.IVA 02926980927
SDI: W7YVJK9 ATTESTATO ENAC N° I.A.PRA.003678
INGERUNOMANCA@GMAIL.COM PEC: BRUNO.MANCA@INGPECE.IU
WWW.BRUNOMANCA.COM WWW.LMBRAS360.COM

Studio Tecnico Dott. Ing Bruno Manca

Dott.ssa Geol. Cosima Atzori
Dott. Ing. Fabio Massimo Calderaro
Dott. Giulio Casu
Dott. Arch. Fabrizio Delussu
Dott.ssa Ing. Silvia Exana
Dott.ssa Ing. Ilaria Giovagnorio
Dott. Giorgio Lal
Dott. Federico Loddo
Dott. Giovanni Lovigu
Dott. Ing. Bruno Manca
Dott. Ing. Giuseppe Pili
Dott. Ing. Michele Pighiaru
Dott.ssa Ing. Alessandra Scalas
Dott. Nat. Fabio Schirru
Dott. Nat. Vincenzo Ferri
Dott. Agr. Giuseppe Puggioni
Federica Zaccheddu

REDATTORE

Dott.ssa Geol. Cosima Atzori

| REV. | DATA | DESCRIZIONE REVISIONE |
|------|---------------|-----------------------|
| 00 | Dicembre 2023 | Prima emissione |

FORMATO
ISO A4 - 297 x 210

INDICE

| | |
|---|-----------|
| 1. PREMESSA | 3 |
| 1.1. <i>Quadro normativo.....</i> | 3 |
| 2. STUDI ED INDAGINI DI RIFERIMENTO | 4 |
| 3. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO GENERALE..... | 5 |
| 4. CARATTERISTICHE DI PROGETTO DELL'OPERA..... | 9 |
| 5. INQUADRAMENTO GEOLOGICO | 11 |
| 5.1. <i>Descrizione del contesto geologico dell'area vasta oggetto di intervento.....</i> | 11 |
| 5.2. <i>Situazione geologica e litostratigrafica dell'area interessata dall'intervento.....</i> | 15 |
| 5.3. <i>Caratteri geostrutturali, geometria e caratteristiche delle superfici di discontinuità.....</i> | 17 |
| 6. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO | 17 |
| 6.1. <i>Analisi dell'area geomorfologicamente significativa al progetto.....</i> | 18 |
| 7. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO | 19 |
| 7.1. <i>Schema della circolazione idrica superficiale.....</i> | 19 |
| 7.2. <i>Schema della circolazione idrica sotterranea</i> | 21 |
| 7.3. <i>Dissesti in atto o potenziali che possono interferire con l'opera e loro tendenza evolutiva</i> | 23 |
| 8. INQUADRAMENTO PEDOLOGICO E USO DEL SUOLO | 23 |
| 9. INDAGINI GEOGNOSTICHE | 26 |
| 9.1. <i>M.A.S.W. – Tecnica e parametri utilizzati.....</i> | 27 |
| 9.2. <i>M.A.S.W. – Elaborazione risultati</i> | 29 |
| 9.2.1. <i>Base sismica M1</i> | 29 |
| 10. ANALISI E SISMICITA' STORICA..... | 31 |
| 10.1. <i>Vita nominale, classi d'uso e periodo di riferimento</i> | 32 |
| 10.2. <i>Categorie di sottosuolo e parametri di pericolosità sismica</i> | 34 |
| 11. ANALISI DEI VINCOLI GRAVANTI SUI TERRENI | 35 |
| 11.1. <i>Art.30ter NTA PAI.....</i> | 38 |
| 11.2. <i>Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA).....</i> | 40 |
| 11.3. <i>Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (PSFF)</i> | 41 |
| 12. MODELLO GEOLOGICO..... | 43 |
| 13. FATTIBILITA' GEOLOGICA - GEOTECNICA | 44 |
| 14. VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI DEL PIANO SULLE COMPONENTI AMBIENTALI SUOLO, SOTTOSUOLO E ACQUE..... | 46 |
| 15. CARATTERIZZAZIONE DELLE TERRE E DELLE ROCCE DA SCAVO | 48 |
| 15.1. <i>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</i> | 49 |

| | |
|---|----|
| 15.1.1. Materiale riutilizzato in sito..... | 49 |
| 15.2. Piano di Riutilizzo: criteri generali | 49 |



Indice delle figure

| | |
|--|----|
| Figura 3-1 -Inquadrimento topografico, CTR 1:10.000..... | 6 |
| Figura 3-2 Figura 3 1 -Inquadrimento topografico IGM Serie 25..... | 7 |
| Figura 3-3 Localizzazione area di progetto (Google Earth)..... | 8 |
| Figura 4-1 Vista laterali delle strutture di sostegno dei pannelli..... | 10 |
| Figura 5-1 Stralcio Carta Geologica d'Italia scala 1:100.000 foglio 225 "Guspini" | 13 |
| Figura 5-2 -Stralcio della Carta Geologica dell'area di interesse | 14 |
| Figura 5-3 Particolare del terreno lato sud-est del lotto di progetto | 17 |
| Figura 6-1 Foto dell'area interessata al progetto (vista da nord-est verso sud-ovest)..... | 19 |
| Figura 6-2 Caratteri geomorfologici dell'area vasta e significativa (nord verso il lato superiore dell'immagine) | 19 |
| Figura 7-1 Rappresentazione circolazione idrica superficiale | 20 |
| Figura 7-3 Falde rilevate nelle perforazioni cod. 187642 (A1) – 186363 (A2) | 21 |
| Figura 7-2 Carta delle Permeabilità dei substrati | 22 |
| Figura 8-1 - Stralcio della Carta dei Suoli della Sardegna (Fonte RAS)..... | 24 |
| Figura 8-2 - Stralcio della Tavola Guspini_PAI_TV10_04_G_25_Usò_del_suolo, (Fonte Comune di Guspini,2020)..... | 25 |
| Figura 9-1 Schema geometrico di acquisizione dei dati per gli stendimenti di lunghezza L = 46,0 m..... | 27 |
| Figura 9-2 Localizzazione stendimento nell'area vasta | 28 |
| Figura 9-3 Particolare dell'ubicazione dello stendimento M1..... | 29 |
| Figura 10-1 - Parametri sismici in funzione delle coordinate geografiche del sito..... | 35 |
| Figura 11-1 – Inquadrimento PAI/PGRA Pericolosità idraulica vigente Hi (fonte RAS) | 36 |
| Figura 11-2 – Inquadrimento PAI /PGRA Pericolosità geomorfologica vigente Hg (fonte RAS) | 37 |
| Figura 11-3 Inquadrimento PSFF | 42 |
| Figura 12-1 Modello geologico del sito (6.2.1 NTC 2018)..... | 43 |
| Figura 13-1 Curva di compattazione da prove di laboratorio in terreni incoerenti..... | 44 |
| Figura 13-2 Curva di compattazione in terreni coerenti..... | 44 |

1. PREMESSA

Il proponente **Ferrari Agro Energia s.r.l.** intende realizzare un impianto agrivoltaico in località "**Margianitta**" nel **Comune di Guspini** e denominato "**Margianitta**", 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. Pittarello - Loc. Scala Sa Perda 87, C.F. TZRC5M72H41B354F 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, in via preliminare, le caratteristiche geologico-morfologiche e il comportamento fisico-meccanico dei terreni interessati dalle opere in progetto.

1.1. QUADRO NORMATIVO

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
- D.lgs 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:

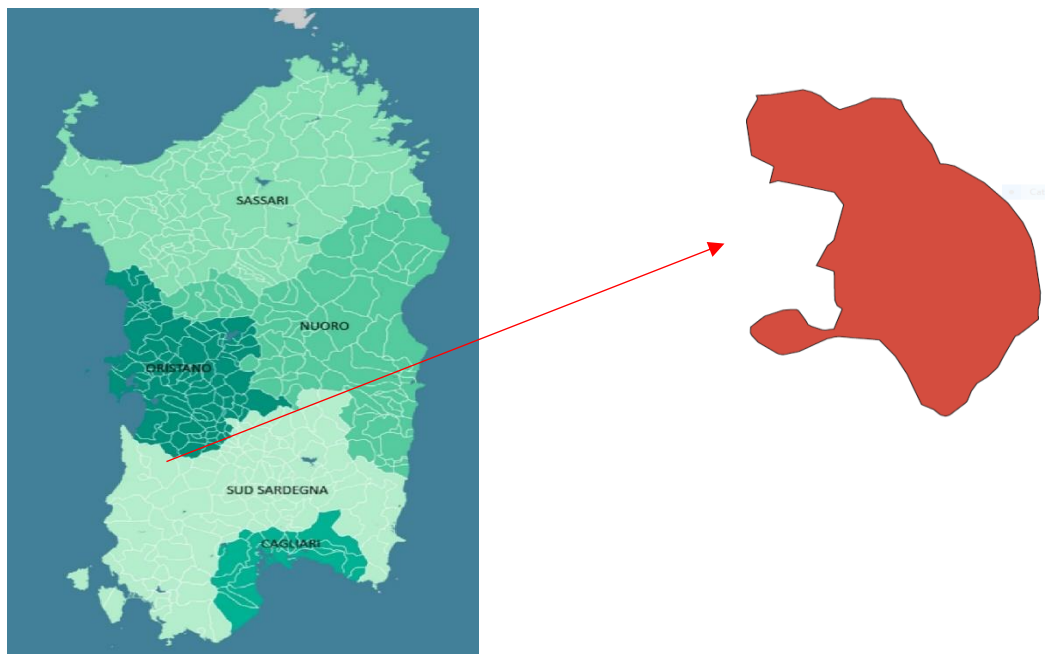
- Carta Topografica I.G.M. scala in 1:25000
- Carta Tecnica Regionale in scala 1:10000
- RAS - Modello digitale del Terreno con passo 1m
- Carta Geologica dell'Italia in scala 1:100000, nel foglio n°225.
- Cartografia Geologica di base della R.A.S. in scala 1:25000
- RAS - Carta dell'Uso del Suolo della 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

I dati a disposizione sono stati integrati con le informazioni derivanti dai sopralluoghi effettuati dalla scrivente in sito e dagli esiti della campagna di indagini geofisiche realizzata in data **04.10.2023** oltre che da lavori analoghi nei pressi della zona di interesse.

3. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO GENERALE

Il Comune di Guspini fa parte della provincia del Sud Sardegna (SU) e confina a nord - nord-est con i comuni di San Nicolò d'Arcidano (OR), Terralba (OR) e Pabillonis, a ovest con Arbus, a est con San Gavino Monreale, a sud con Gonnosfanadiga.

Il terreno sul quale verrà realizzato il progetto ricade in località "Margianitta".



Le coordinate geografiche WGS 84 sono: **4 383 500 N – 1 472 339 E**

L'inquadramento cartografico di riferimento è il seguente:

- Cartografia ufficiale dell'Istituto Geografico Militare I.G.M. Serie 25 foglio **547 IV "San Gavino Monreale" – 539 III "Mogoro"**
- Carta Tecnica Regionale della Sardegna – scala 1:10000 – sez. **539130 "St. di Pabillonis" - sez. 547140 "Pabillonis"**
- Carta Geologica d'Italia – scala 1:100000 – foglio **225 "Guspini"**

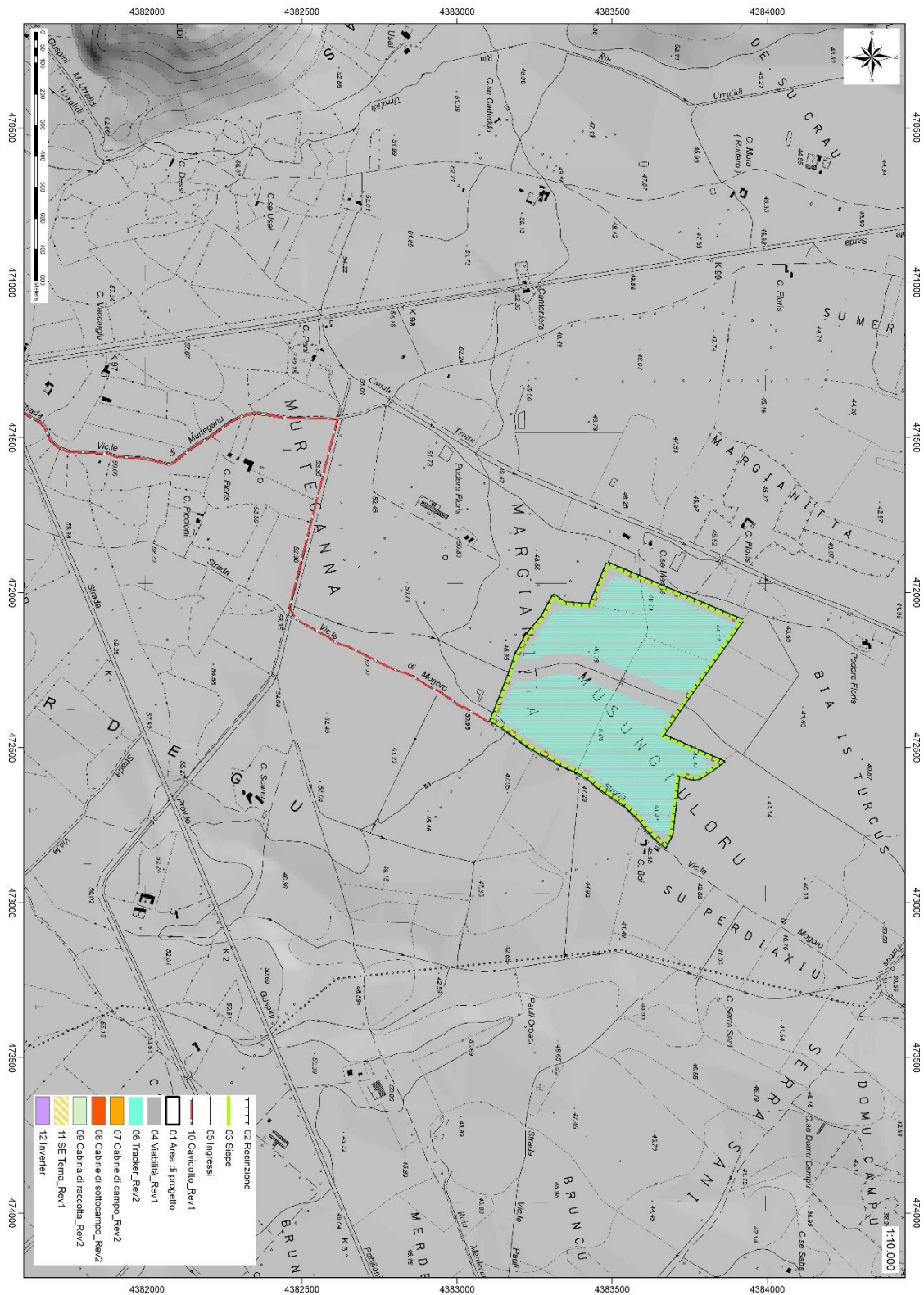


Figura 3-1 -Inquadramento topografico, CTR 1:10.000

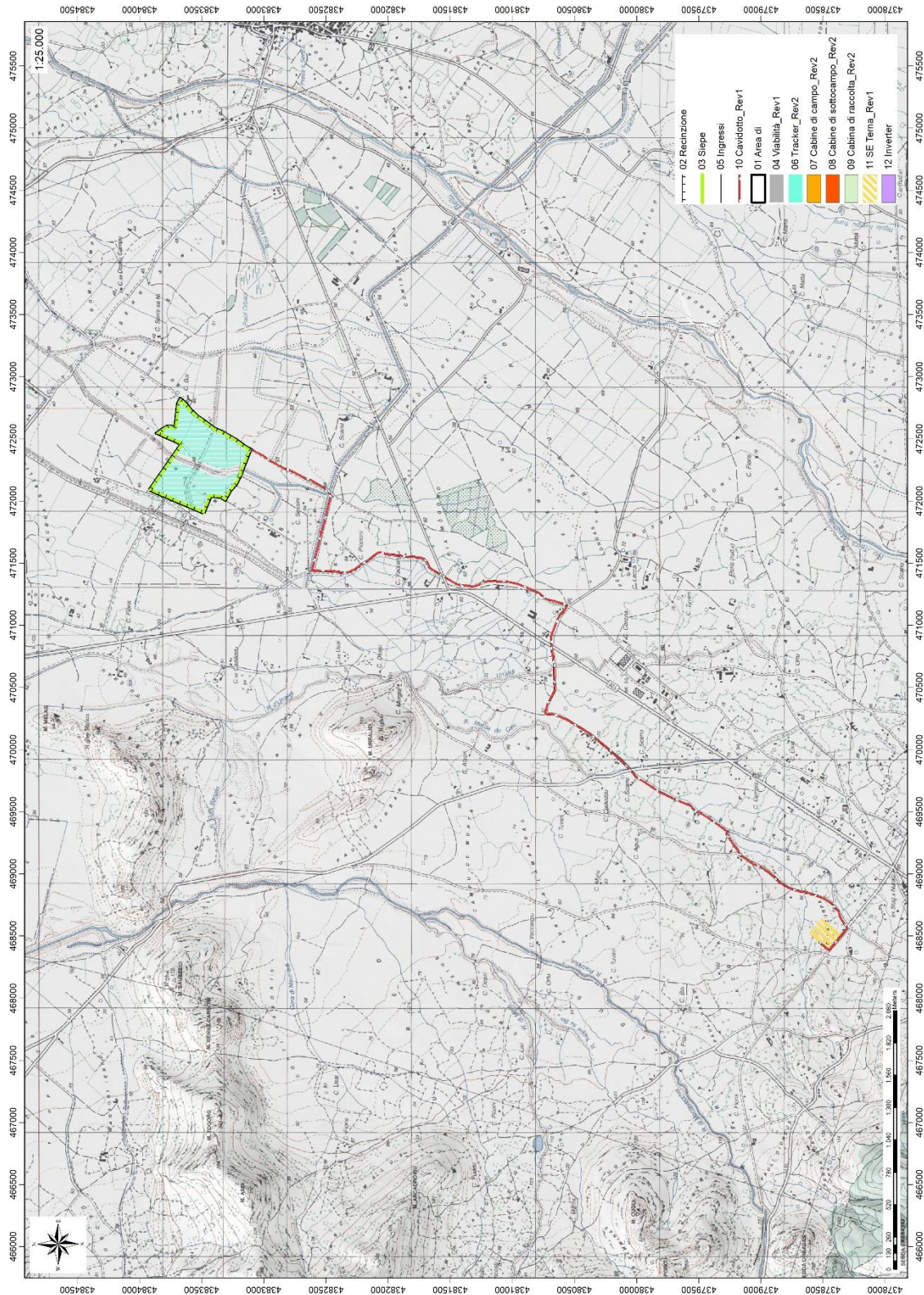


Figura 3-2 Figura 3 1 -Inquadramento topografico IGM Serie 25



Figura 3-3 Localizzazione area di progetto (Google Earth)

4. CARATTERISTICHE DI PROGETTO DELL'OPERA

L'impianto avrà una potenza di picco paria a 28 748,85 kWp, pari alla somma delle potenze nominali dei moduli fotovoltaici installati, e una potenza nominale di 24 000 kW, pari alla somma delle potenze in uscita (lato AC) dei 120 inverter fotovoltaici da 200 kW presenti in impianto.

L'impianto è suddiviso in 3 campi fotovoltaici corrispondenti a 3 linee MT a 36 kV ARE4H5EX in cavo tripolare elicordato interrato che collegano le 3 cabine di campo alla cabina di raccolta 36 kV posizionata a bordo impianto.

L'impianto sarà del tipo grid-connected e l'energia elettrica prodotta sarà riversata completamente in rete, salvo gli autoconsumi di centrale, con connessione collegata in antenna a 36 kV sulla sezione 36 kV di una nuova Stazione Elettrica (SE) di trasformazione della RTN da inserire in entra – esce alla linea RTN 220 kV "Sulcis - Oristano".

I pannelli fotovoltaici sono montati su strutture metalliche (tracker) che ne permettono la rotazione secondo un asse Nord-Sud (monoassiali), quindi si configura la situazione di impianto agrivoltaico per cui l'altezza minima corrisponde all'altezza media da terra. Dallo schema che segue si desume che l'altezza minima da terra è di circa 2,27 m, quindi tale da permettere sia l'utilizzo a fini zootecnici che colturali.

Le strutture di sostegno saranno distanziate, in direzione est-ovest, con un interasse le une dalle altre di circa 5 m, in modo da evitare fenomeni di ombreggiamento reciproco che si manifestano nelle primissime ore e nelle ultime ore della giornata. Il tipo di fondazione scelto per i tracker, in pali metallici a profilo aperto infisso tramite battitura, non comporta alcun movimento di terra. Gli unici volumi tecnici presenti sono costituiti dalle cabine di trasformazione che vengono appoggiate su una vasca di fondazione contenente i vari cavi in entrata ed uscita dalla cabina stessa. Tali vasche in cemento armato sono posizionate all'interno di uno scavo con piano di posa a -0.60 m rispetto al piano di campagna. Gli scavi dei cavidotti interrati saranno riempiti con lo stesso materiale di scavo.

Ogni tracker, posizionato secondo la direzione Nord-Sud, ruota intorno al proprio asse indipendentemente dagli altri, guidati dal proprio sistema di guida. La figura seguente, unitamente alle dimensioni principali del tracker, mostra le posizioni estreme: la posizione assunta all'alba, al mezzogiorno solare e al tramonto e gli intervalli di rotazione.

L'intervallo di rotazione esteso del Tracker è 110° (-55°; + 55°) e consente rendimenti energetici più elevati rispetto all'indice di riferimento del settore (-45°; + 45°).

I pannelli fotovoltaici utilizzati, della potenza di 575 W, hanno dimensioni in pianta di 2285 x 1134 mm.

La scelta effettuata sulla scorta delle linee guida sull'agrivoltaico, relativamente all'altezza dei moduli da terra, è stata quella di optare per l'altezza minima da terra di 1,30 m, come riportato nello schema che segue.

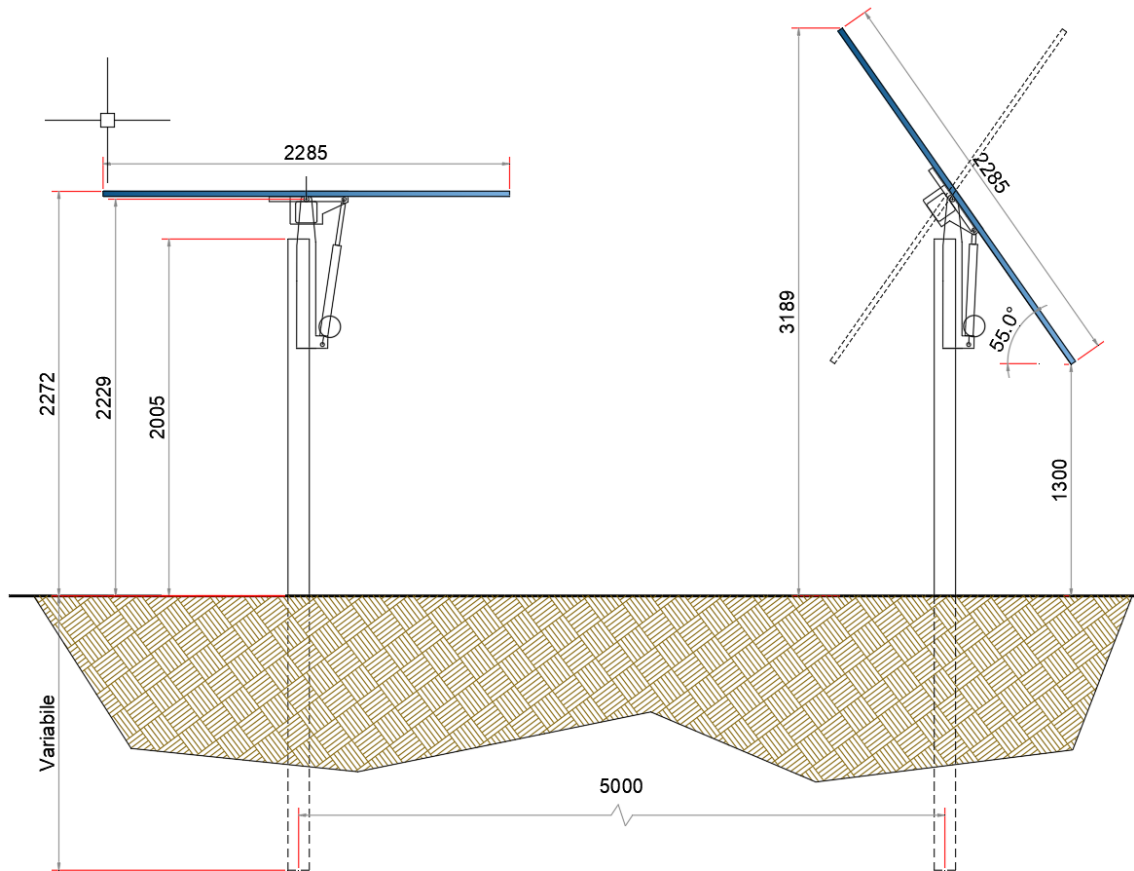


Figura 4-1 Vista laterali delle strutture di sostegno dei pannelli

Per ulteriori specifiche si rimanda agli elaborati tecnici di progetto.

5. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

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

L'obiettivo dell'analisi dell'assetto geologico è quello di caratterizzare geologicamente e geotecnicamente l'area ove verrà installato l'impianto fotovoltaico e le opere accessorie e quella geomorfologicamente significativa, con particolare riferimento alle condizioni del piano di posa delle opere fondanti, agli scavi ed ai riporti necessari per la realizzazione delle infrastrutture di supporto 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;

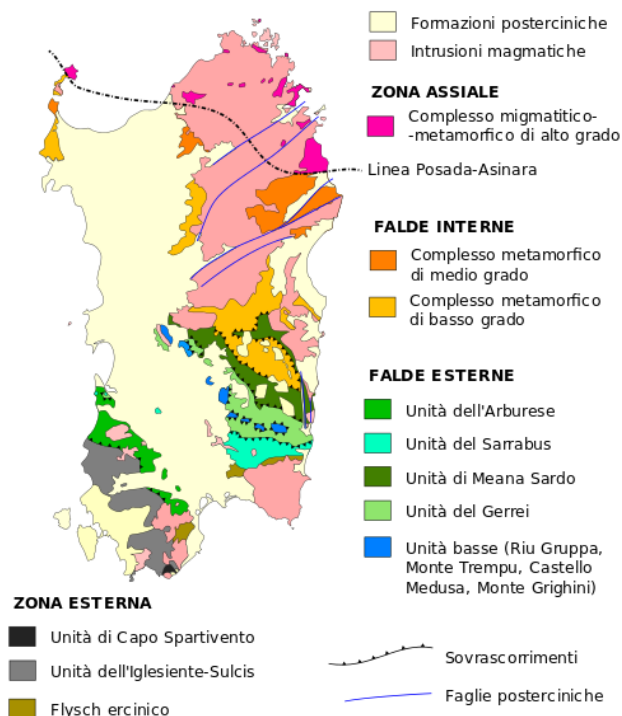
A partire dal paleozoico si sono susseguiti una serie di eventi geologici sviluppatasi nell'arco di circa mezzo miliardo di anni, che hanno reso la Sardegna una delle regioni geografiche più antiche del mediterraneo centrale e, morfologicamente e cronologicamente eterogenea.

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 rinvengono principalmente nel nord della Gran Bretagna e nella Scandinavia occidentale, fu causata dalla progressiva chiusura dell'oceano Giapeto, 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'avanfossa si trovano le zone dette: Assiale (Sardegna NE) – a Falde (Sardegna centrale) - a Falde esterne (Sardegna SW).

Per definire geologicamente l'area del territorio comunale di Guspini è necessario inquadrare l'assetto geologico-strutturale della regione nella quale ricade il territorio in oggetto, con particolare riguardo alla genesi e stratigrafia dell'edificio vulcanico dell'Arcuentu ed alla genesi e stratigrafia della pianura del Campidano.

Gli eventi geologici responsabili dell'attuale assetto geo-strutturale dell'area in esame si possono far iniziare nel Terziario, durante l'Oligocene medio quando, per la collisione della placca africana con quella europea, si ebbe la rototraslazione del blocco sardo-corso e l'apertura del rift sardo (fossa sarda), con la suddivisione del basamento cristallino paleozoico, strutturalmente già evoluto, in due horst (pilastrici).

Nel territorio comunale sono presenti termini che vanno dai depositi marini riferibili al Paleozoico e al Mesozoico, ai prodotti vulcanici terziari e del Monte Arcuentu, fino ai depositi detritici recenti e attuali.

I prodotti del ciclo vulcanico oligo-miocenico, così come i sedimenti miocenici, affiorano nel territorio di Guspini.

Il termine più antico presente nel territorio comunale è rappresentato dalle Arenarie di San Vito (**SVI**), costituito da alternanze di metasiltiti laminate di colore grigio, con intercalati livelli di metaconglomerati minuti, di età Cambriano-Ordoviciano inferiore.

I depositi antichi sono intrusi dai corpi plutonici del Complesso granitoide del Sulcis-Arburese, che in quest'area è costituita dalla Facies di Monte Omu (**ABS2b**) affiorante nella subunità intrusiva di Gonnosfanadiga (Unità intrusiva di Arbus), ossia da granodioriti biotitico-anfibolitiche, a grana media, equigranulari, a tessitura isotropa, con frequenti inclusi microgranulari tonalitico-granodioritici, riferibili al Ciclo Ercinico (Carbonifero).

Seguono i calcari del Muschelkalk Auct. (**MUK**), che si presentano laminati e sottilmente stratificati, con calcari dolomitici in grossi strati, di età Trias medio (Ladinico), e facenti parte della Successione sedimentaria Mesozoica della Sardegna sud-occidentale.

La Formazione di Ussana (**USS**), di età Oligo-Aquitano, è costituita da depositi detritici, soprattutto conglomerati e brecce in matrice argilloso-sabbiosa, e ricopre in discordanza i depositi paleozoici della Formazione di San Vito.

A sua volta la Formazione di Ussana è ricoperta dai basalti e andesiti dell'Unità di Monte Togoro (**TGR**), con giaciture a cupola di ristagno e in colate ed intercalati a depositi basali di surge, che sono parte del Distretto vulcanico del Monte Arcuentu, sviluppato nella parte occidentale dell'area di interesse, e sono ascrivibili all'Aquitano.

A sud-est dell'area di interesse affiora il neck costituito dall'hawaite di Monte Zeppara (ZEP), con inclusi frammenti magmatici di origine mantellica, di età Plio-Pleistocenica.

Al Pleistocene sono attribuiti i depositi alluvionali e di conoide alluvionale del Subsistema di Portoscuso (PVM2a), rappresentati da ghiaie medie e fini a spigoli sub-angolosi e sub-arrotondati, a stratificazione incrociata concava e orizzontale, localmente intercalate a lenti di sabbie grossolane, con clasti costituiti da vulcaniti terziarie, quarzo e magmatiti erciniche.

Sono inoltre presenti depositi dell'era Quaternaria (Olocene), costituiti da depositi eluvio-colluviali (b2), e da depositi alluvionali terrazzati (bna).

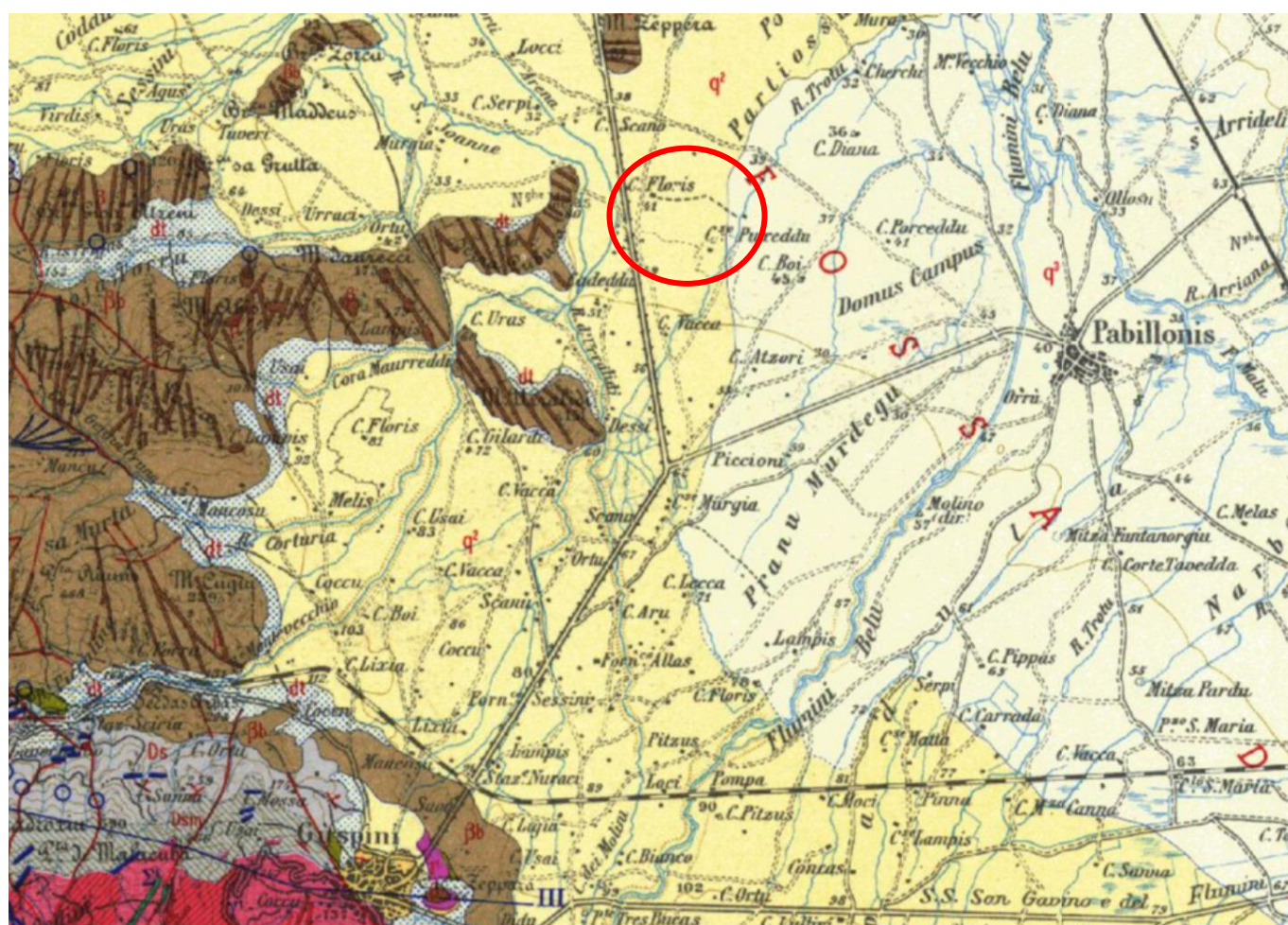


Figura 5-1 Stralcio Carta Geologica d'Italia scala 1:100.000 foglio 225 "Guspini"

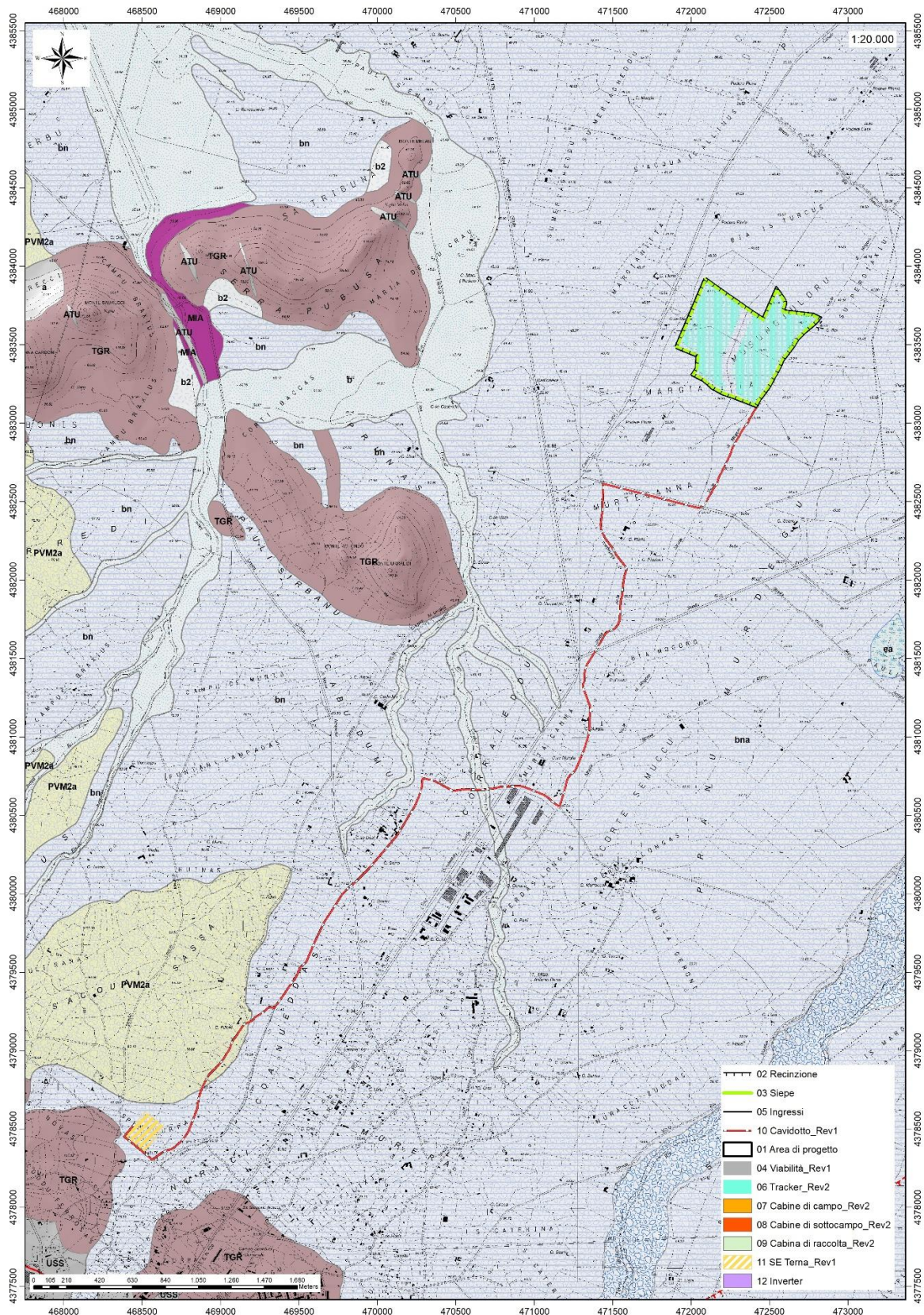


Figura 5-2 -Stralcio della Carta Geologica dell'area di interesse

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

L'area interessata dal progetto è caratterizzata dal complesso della Formazione delle alluvioni terrazzate (**bn**), costituiti da ghiaie medio-fini subangolose e subarrotondate, a elementi di quarzo, metamorfiti e granitoidi paleozoici, vulcaniti cenozoiche, alternate a sabbie quarzose grossolane.

Sono inoltre presenti, rispettivamente ai margini est e sud, le formazioni di Monte Togoro, e i depositi quaternari recenti costituiti da depositi eluvio-colluviali (**b2**) rappresentati da detriti immersi in matrice fina con intercalazioni di suoli più o meno evoluti e alluvionali attuali (**b**) rappresentati da sabbie da grossolane a fini, ghiaie e ciottoli per lo più sciolti

L'unità di Monte Togoro è costituita da basalti e andesiti riferibili all'Aquitano-Burdigaliano, facenti parte del distretto vulcanico del Monte Arcuentu.

I dati estrapolati dall'archivio Nazionale Delle Indagini Del Sottosuolo (L.464/1984) relativi alle perforazioni (Codice: 187642-186353) con profondità rispettivamente di 70m e 66 m per uso idrico posti a nord e a sud dell'area di progetto, mettono in evidenza le stratigrafie relative ai carotaggi, dalle quali si evince una configurazione di un ambiente sedimentario prettamente alluvionale caratterizzato da un'estrema eteropia di facies verticale e orizzontale di orizzonti più o meno estesi e di granulometria variabile.

STRATIGRAFIA Pozzo 187642 – A1

| Progr | Da profondità (m) | A profondità (m) | Spessore (m) | Età geologica | Descrizione litologica |
|-------|-------------------|------------------|--------------|---------------|------------------------|
| 1 | 0,00 | 4,00 | 4,00 | | GHIAIA |
| 2 | 4,00 | 10,00 | 6,00 | | ARGILLA ROSSA |
| 3 | 10,00 | 12,00 | 2,00 | | ACQUA |
| 4 | 12,00 | 24,00 | 12,00 | | ARGILLA E GHIAIA |
| 5 | 24,00 | 25,50 | 1,50 | | ACQUA |
| 6 | 25,50 | 47,00 | 21,50 | | ARGILLA ROSSA |
| 7 | 47,00 | 50,00 | 3,00 | | FALDA CONSISTENTE |
| 8 | 50,00 | 62,00 | 12,00 | | GHIAIA E ARGILLA |

STRATIGRAFIA Pozzo 186353 – A2

| Progr | Da profondità (m) | A profondità (m) | Spessore (m) | Età geologica | Descrizione litologica |
|-------|-------------------|------------------|--------------|---------------|------------------------|
| 1 | 0,00 | 21,00 | 21,00 | | CONGLOMERATO |
| 2 | 21,00 | 25,00 | 4,00 | | ARGILLA ROSSA |
| 3 | 25,00 | 32,00 | 7,00 | | CIOTTOLAME CON ARGILLA |
| 4 | 32,00 | 34,00 | 2,00 | | CIOTTOLAME CON GHIAIA |
| 5 | 34,00 | 36,00 | 2,00 | | GHIAIA E ACQUA |
| 6 | 36,00 | 40,00 | 4,00 | | ARGILLA |
| 7 | 40,00 | 44,00 | 4,00 | | ARGILLA CON PIETRE |
| 8 | 44,00 | 45,00 | 1,00 | | CIOTTOLAME CON ACQUA |
| 9 | 45,00 | 50,00 | 5,00 | | ARGILLA |
| 10 | 50,00 | 55,00 | 5,00 | | MARNA |
| 11 | 55,00 | 62,00 | 7,00 | | ARGILLA CON PIETRE |
| 12 | 62,00 | 64,00 | 2,00 | | SABBIONE E ACQUA |
| 13 | 64,00 | 66,00 | 2,00 | | ARGILLA |

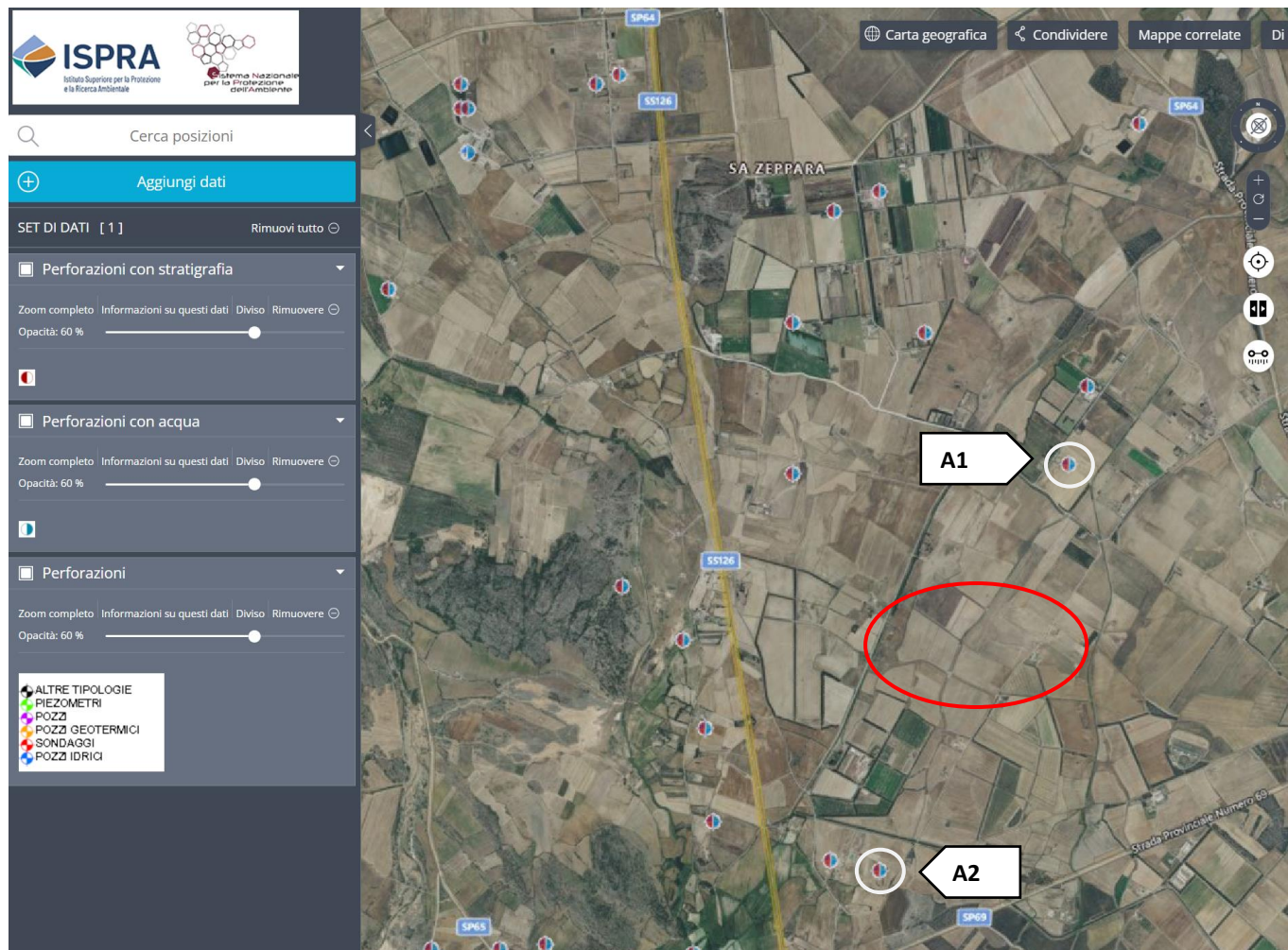




Figura 5-3 Particolare del terreno lato sud-est del lotto di progetto

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

L'area interessata dal progetto è caratterizzata dalla presenza di depositi oligo-miocenici, pleistocenici e olocenici, i quali non presentano rilevanti superfici di discontinuità di tipo tettonico bensì per la maggior parte di tipo stratigrafico. Le faglie più vicine sono rinvenibili all'attività tettonica Plio-Quaternario che determinò la formazione del Graben campidanese e di una serie di faglie parallele con direzione NNO-SSE.

6. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

L'evoluzione geomorfologica del territorio comunale di Guspini 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.

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 del comune di Guspini presenta un'importante variabilità di aspetti geomorfologici, e in generale costituisce un rilievo degradante da ovest verso est, nel quale si possono distinguere 3 aree morfologicamente distinte:

- Il versante del Monte Arcuentu con pendenze che vanno dal 20 al 40%
- La fascia pedemontana caratterizzata invece da pendenze inferiori al 20%
- La fascia ricadente nella pianura campidanese con pendenze comprese tra 2-5 %

In questa zona è ben marcato il limite tra i depositi paleozoici (SVI, ABS2b) che costituiscono i rilievi, concentrati nella parte occidentale e meridionale dell'area vasta, e i depositi degradanti verso est costituiti dai depositi detritici (USS) e le conoidi alluvionali (PVM2a, bna). In particolare, lo stacco tra il versante occidentale e la zona pedemontana è rappresentato da alcune faglie che definiscono nettamente le due aree. Verso est e verso sud, l'area si presenta ondulata per la presenza di qualche rilievo (ad es. Cuccuru Zeppara). La parte pianeggiante si sviluppa verso il Campidano, in direzione ENE. Il tratto di territorio che ricade nel Campidano costituisce una vasta superficie regolare, da ondulata a pianeggiante, degradante dolcemente verso est, caratterizzata dai tratti medi dei corsi d'acqua Rio Pratzidus, Rio Terra Maistus, che lo attraversa procedendo da SO verso NE, e dalla rete di piccoli impluvi, come il Riu Melas, orientati prevalentemente NO-SE, che scendono dal Monte Arcuentu e dai rilievi di Arbus. Questi piccoli torrenti si riversano nel Riu Mannu di Pabillonis, che a sua volta si riversa nel Flumini Mannu.

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 e che interessano strettamente l'area oggetto di studio e potrebbero, conseguentemente, portare a situazioni di instabilità.

L'area di progetto, essendo collocata lungo la pianura campidanese e i rilievi del Monte Arcuentu e presenta una morfologia sub-orizzontale dominata prevalentemente da ruscellamenti superficiali e dalle acque che da monte scorrono verso la pianura del Campidano. Le acque dei torrenti montani raggiungono spesso delle considerevoli velocità dato il brusco passaggio dalle pendenze montane a quelle di pianura.



Figura 6-1 Foto dell'area interessata al progetto (vista da nord-est verso sud-ovest)



Figura 6-2 Caratteri geomorfologici dell'area vasta e significativa (nord verso il lato superiore dell'immagine)

7. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

7.1. SCHEMA DELLA CIRCOLAZIONE IDRICA SUPERFICIALE

La dinamica idraulica nell'area di interesse al progetto è definita dai due domini idrografici principali del Rio Melas a ovest e del Rio Terra Maistu-Flumini Bellu a est. In mezzo, una fitta rete di canali di ripartizione delle acque del Consorzio di Bonifica e piccoli affluenti naturali tra cui il 106008_FIUME_1293 che attraversa il lotto di progetto.

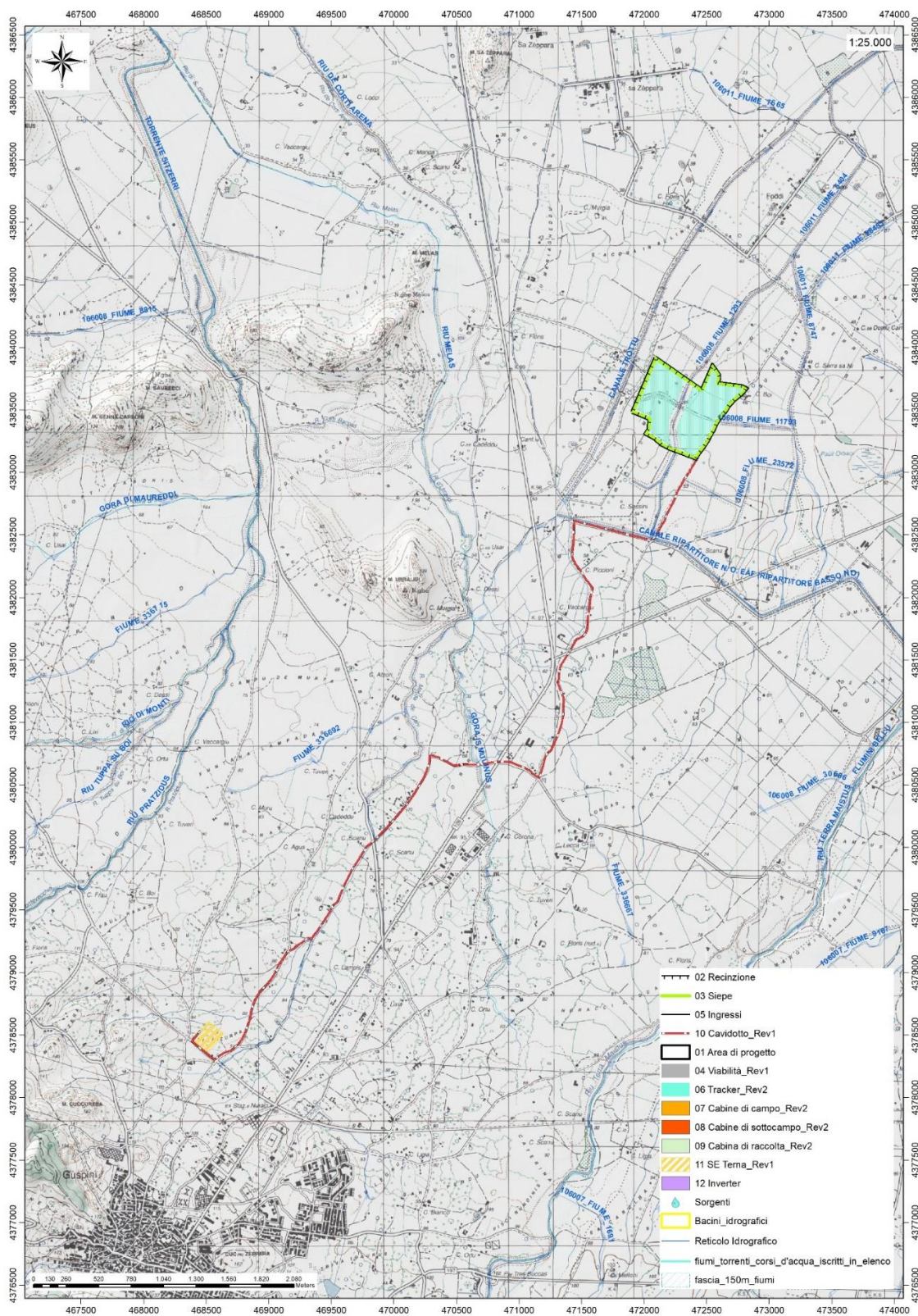
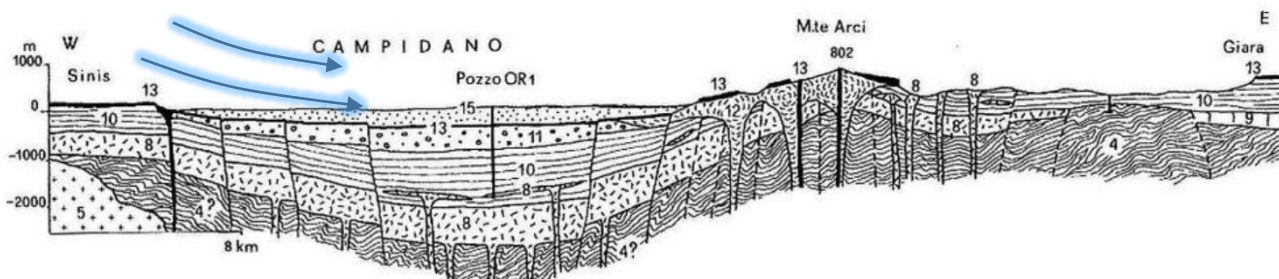


Figura 7-1 Rappresentazione circolazione idrica superficiale

7.2. SCHEMA DELLA CIRCOLAZIONE IDRICA SOTTERRANEA

Le caratteristiche idrogeologiche di una determinata area dipendono dall'assetto stratigrafico e dalle caratteristiche litologiche che definiscono la permeabilità della roccia o deposito.

La zona in questione è collocata in prossimità del bordo occidentale del Graben, la quale configurazione strutturale suggerisce un gradiente idraulico delle acque sotterranee da Ovest verso Est o da SO verso NE.



Ciò si evince dai dati estrapolati dall'archivio Nazionale Delle Indagini Del Sottosuolo (L.464/1984) relativi alle perforazioni (Codice: 187642 – 186363) con profondità di 70 m. e 66 m, per uso idrico in prossimità dell'area di progetto, i quali mettono in evidenza la presenza di falde acquifere rispettivamente ad una profondità di 10 m e 34 m.

Stampa

Dati generali

Codice: 187642
 Regione: SARDEGNA
 Provincia: MEDIO CAMPIDANO
 Comune: PABILLONIS
 Tipologia: PERFORAZIONE
 Opera: POZZO PER ACQUA
 Profondità (m): 70,00
 Quota pc sim (m): 40,00
 Anno realizzazione: 1991
 Numero diametri: 0
 Presenza acqua: SI
 Portata massima (l/s): 3,000
 Portata esercizio (l/s): 4,000
 Numero falde: 3
 Numero filtri: 0
 Numero piezometrie: 1
 Stratigrafia: SI
 Certificazione(*): NO
 Numero strati: 8
 Longitudine WGS84 (dd): 8,685967
 Latitudine WGS84 (dd): 39,612889
 Longitudine WGS84 (dms): 8° 41' 09.49" E
 Latitudine WGS84 (dms): 39° 36' 46.41" N

(*):Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia

Ubicazione indicativa dell'area d'indagine

Stampa

Dati generali

Codice: 186363
 Regione: SARDEGNA
 Provincia: MEDIO CAMPIDANO
 Comune: GUSPINI
 Tipologia: PERFORAZIONE
 Opera: POZZO PER ACQUA
 Profondità (m): 66,00
 Quota pc sim (m): 57,00
 Anno realizzazione: 1991
 Numero diametri: 0
 Presenza acqua: SI
 Portata massima (l/s): 3,000
 Portata esercizio (l/s): ND
 Numero falde: 0
 Numero filtri: 0
 Numero piezometrie: 1
 Stratigrafia: SI
 Certificazione(*): NO
 Numero strati: 13
 Longitudine WGS84 (dd): 8,672075
 Latitudine WGS84 (dd): 39,589839
 Longitudine WGS84 (dms): 8° 40' 19.47" E
 Latitudine WGS84 (dms): 39° 35' 23.43" N

(*):Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia

Ubicazione indicativa dell'area d'indagine

| FALDE ACQUIFERE | | | |
|-----------------|-------------------|------------------|---------------|
| Progr | Da profondità (m) | A profondità (m) | Lunghezza (m) |
| 1 | 10,00 | 12,00 | 2,00 |
| 2 | 24,00 | 25,50 | 1,50 |
| 3 | 47,00 | 50,00 | 3,00 |

| MISURE PIEZOMETRICHE | | | | |
|----------------------|---------------------|----------------------|------------------|---------------|
| Data rilevamento | Livello statico (m) | Livello dinamico (m) | Abbassamento (m) | Portata (l/s) |
| gen/1991 | 7,00 | 35,00 | 28,00 | 3,000 |

| MISURE PIEZOMETRICHE | | | | |
|----------------------|---------------------|----------------------|------------------|---------------|
| Data rilevamento | Livello statico (m) | Livello dinamico (m) | Abbassamento (m) | Portata (l/s) |
| mar/1991 | 6,00 | 15,00 | 9,00 | 3,000 |

| STRATIGRAFIA | | | | | |
|--------------|-------------------|------------------|--------------|---------------|------------------------|
| Progr | Da profondità (m) | A profondità (m) | Spessore (m) | Età geologica | Descrizione litologica |
| 1 | 0,00 | 4,00 | 4,00 | | GHIAIA |
| 2 | 4,00 | 10,00 | 6,00 | | ARGILLA ROSSA |
| 3 | 10,00 | 12,00 | 2,00 | | ACQUA |
| 4 | 12,00 | 24,00 | 12,00 | | ARGILLA E GHIAIA |
| 5 | 24,00 | 25,50 | 1,50 | | ACQUA |
| 6 | 25,50 | 47,00 | 21,50 | | ARGILLA ROSSA |
| 7 | 47,00 | 50,00 | 3,00 | | FALDA CONSISTENTE |
| 8 | 50,00 | 62,00 | 12,00 | | GHIAIA E ARGILLA |

Figura 7-2 Falde rilevate nelle perforazioni cod. 187642 (A1) – 186363 (A2)

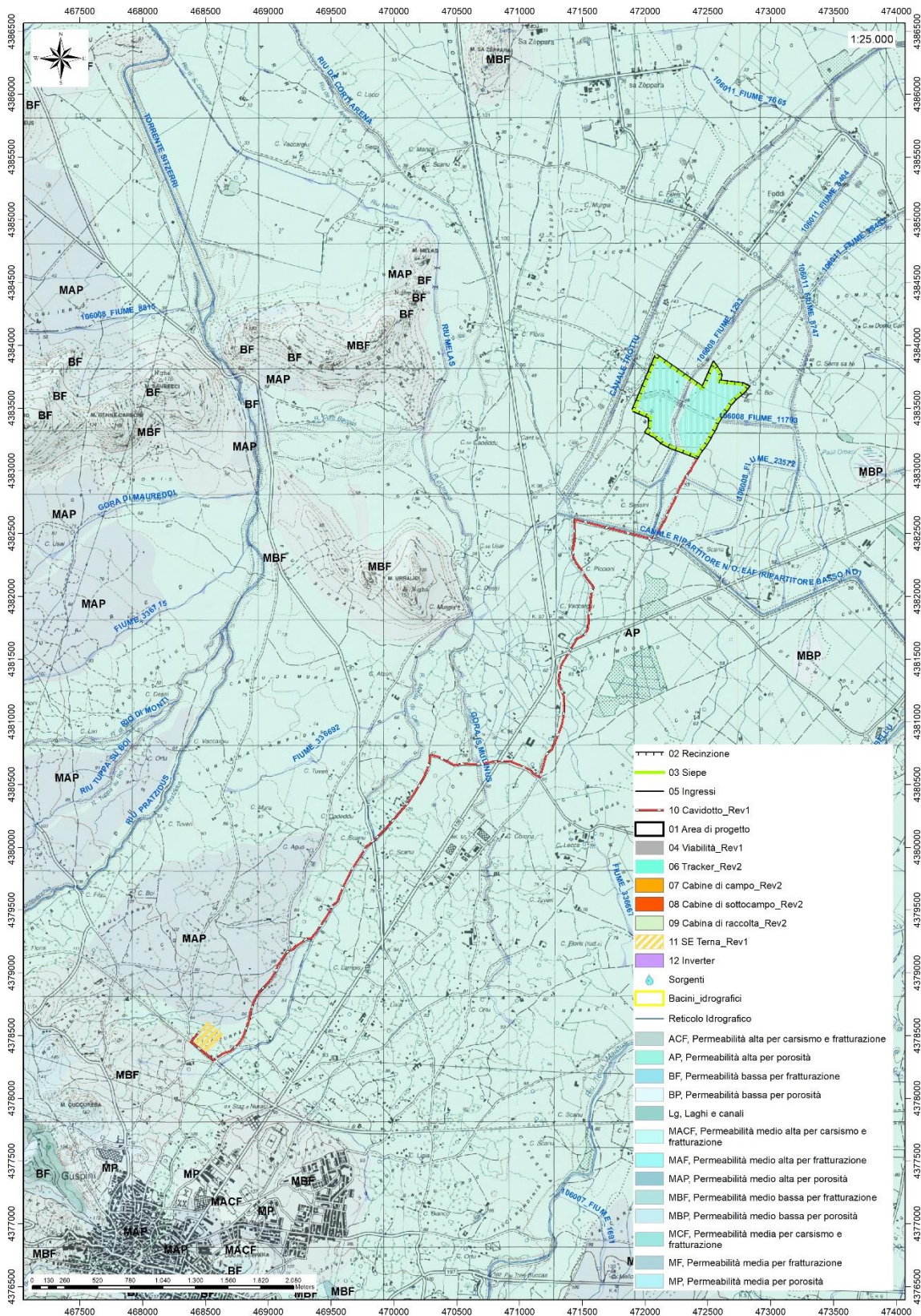


Figura 7-3 Carta delle Permeabilità dei substrati

Dalla carta delle permeabilità dei substrati, resa disponibile dalla RAS, all'area in oggetto viene attribuita la classe di **permeabilità alta** per porosità (AP) alla maggior parte della superficie in esame (bna), mentre la porzione settentrionale risulta essere a **permeabilità medio bassa** per fratturazione (TGR), e quella orientale presenta **permeabilità alta per porosità** (bn).

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, sulla 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 E USO DEL SUOLO

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, suoli a I1 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.

Dalla carta dell'Uso del Suolo redatta nel PAI 2020 e resa disponibile dal sito del Comune di Guspini, si evince che l'ambito di progetto si inserisce principalmente in un contesto in cui il suolo ricade nel seguente livello:

2121, -2, Seminativi semplici e colture orticole a pieno campo

In prossimità sono presenti suoli che ricadono nei livelli dei:

1111(0) Tessuto residenziale compatto o denso

1212(0) Insediamenti di grandi impianti di servizi

131(2) Aree estrattive

2111(2) Seminativi in aree non irrigue

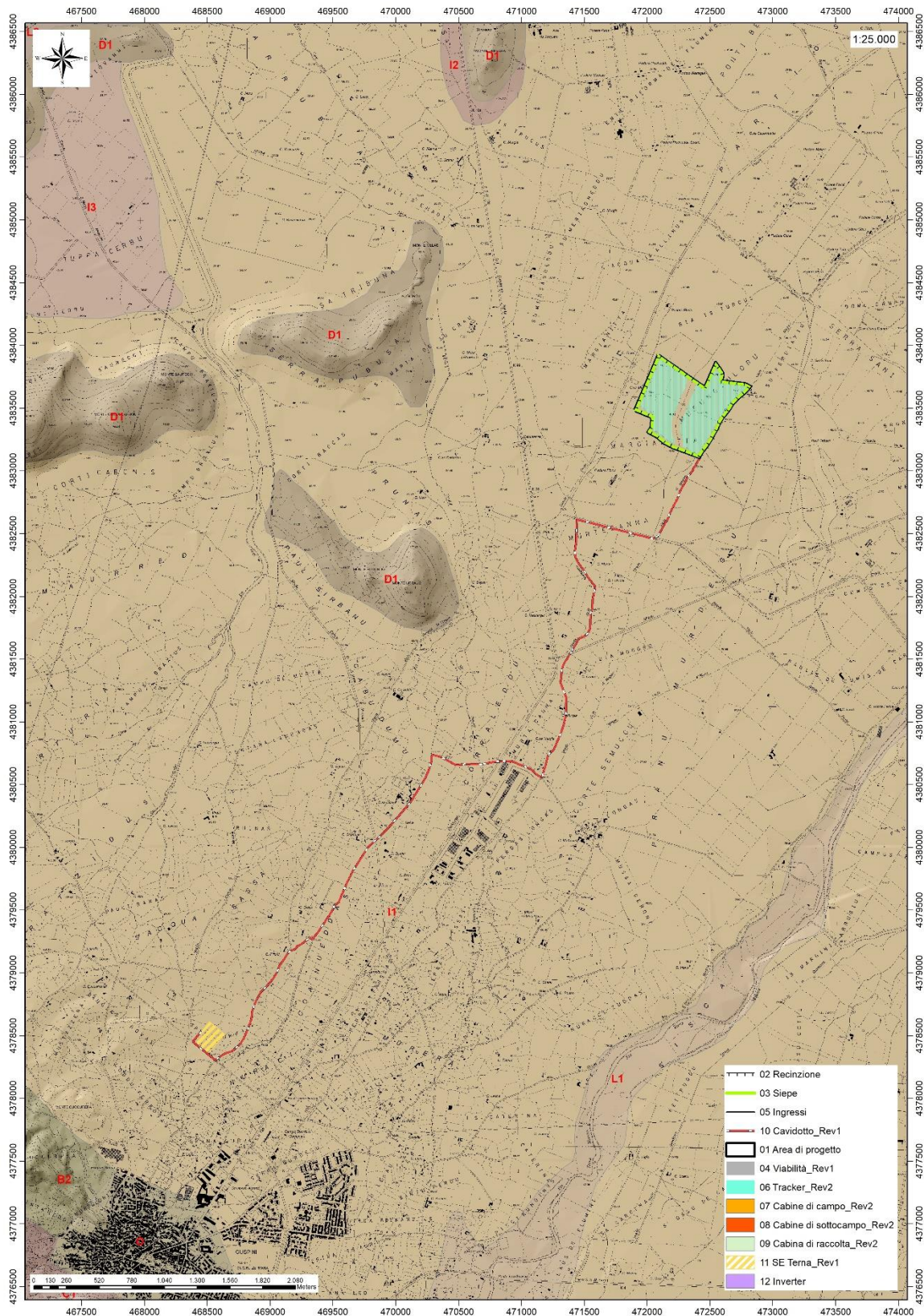


Figura 8-1 - Stralcio della Carta dei Suoli della Sardegna (Fonte RAS)

9. INDAGINI GEOGNOSTICHE

La necessità di integrare le informazioni di tipo geologico e geotecnico derivanti da studi pregressi, dalla letteratura di settore e dai rilievi geologici e geostrutturali in sito, ha reso necessario predisporre un piano di indagini geognostiche propedeutiche alla definizione del modello geologico di riferimento di sito funzionale alle opere previste in progetto così come richiamato dalle Norme Tecniche sulle Costruzioni (NTC2018 - §Cap. 6.2.1).

L'obiettivo delle indagini realizzate è stato:

- Definire la stratigrafia ed i rapporti tra le formazioni geologiche interessate dagli interventi;
- Definire le caratteristiche fisico-meccaniche degli ammassi rocciosi coinvolti nelle opere in progetto;

L'indagine geognostica è stata realizzata essenzialmente mediante prospezione geofisica e rilievo geostrutturale in sito.

Le prospezioni geofisiche sono state realizzate impiegando la metodologia sismica con la tecnica MASW.

L'indagine sismica con tecnica MASW (Multichannel Analysis of SurfaceWaves) è una tecnica di indagine non invasiva, che attraverso la definizione del profilo di velocità delle onde di taglio verticali Vs, è in grado di ricostruire una sismo-stratigrafia atta a permettere la definizione della categoria di suolo ai sensi del DM 17/01/2018.

In data 04/10/2023 è stata realizzata la prospezione geofisica integrativa ad opera della ditta Geoservice S.R.L., articolata in:

- Esecuzione di n° 1 stendimenti di sismica con tecnica MASW (M1).
- Elaborazione dei dati tramite analisi delle prospezioni acquisite in campagna, applicazione filtri, e restituzione grafica delle sezioni sismiche con l'impiego del software specialistici.

Lo stendimento è stato posizionato in modo da esser rappresentativo delle condizioni litostratigrafiche e geostrutturali, in accordo con quanto rilevato dai rilievi di superficie.

Nella Tabella seguente è riportato il quadro riassuntivo delle indagini svolte, con le sigle identificative, la direzione di esecuzione (da geofono iniziale a quello finale), e la loro lunghezza complessiva, mentre nella figura seguente è rappresentato il punto dove sono state effettuate le indagini.

| N° progr. | Tipologia di indagine | Sigla Stendimento | Direzione | Intervallo Geofoni [m] | Lunghezza [m] |
|-----------|-----------------------|-------------------|-----------|------------------------|---------------|
| 1 | MASW | M1 | SO-NE | 2,0 | 46 |

Di seguito si riportano le specifiche di rilievo e gli esiti dell'elaborazione dei profili sismici acquisiti.

9.1. M.A.S.W. – TECNICA E PARAMETRI UTILIZZATI

Il metodo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è una tecnica di indagine non invasiva, che individua il profilo di velocità delle onde di taglio verticali Vs, basandosi sulla misura delle onde superficiali fatta in corrispondenza di diversi sensori (geofoni) posti sulla superficie del suolo.

Il contributo predominante alle onde superficiali è dato dalle onde di Rayleigh, che viaggiano con una velocità correlata alla rigidezza della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde. In un mezzo stratificato le onde di Rayleigh sono dispersive, cioè onde con diverse lunghezze d'onda si propagano con diverse velocità di fase e velocità di gruppo (Achenbach, J.D., 1999, Aki, K. and Richards, P.G., 1980) o detto in maniera equivalente la velocità di fase (o di gruppo) apparente delle onde di Rayleigh dipende dalla frequenza di propagazione. La natura dispersiva delle onde superficiali è correlabile al fatto che onde ad alta frequenza con lunghezza d'onda corta si propagano negli strati più superficiali e quindi danno informazioni sulla parte più superficiale del suolo, invece onde a bassa frequenza si propagano negli strati più profondi e quindi interessano gli strati più profondi del suolo." (da Caratterizzazione sismica dei suoli con il metodo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves – V. Roma 2006). L'indagine svolta ha visto l'applicazione di tecnica M.A.S.W. di tipo attivo, ossia misura del comportamento dei terreni a seguito di un'energizzazione.



Figura 9-1 Schema geometrico di acquisizione dei dati per gli stendimenti di lunghezza L = 46,0 m

L'indagine si sviluppa mediante la materializzazione sul terreno di una linea retta mediante la posa di una fettuccia metrica. A seguire vengono posizionati i geofoni intervallati ad una distanza pari a 2,0 m in funzione anche della disponibilità di spazio. Esternamente alla stesa geofonica, da ora base sismica, a distanza di interesse che può essere pari ad un multiplo della distanza intergeofonica ma anche variabile (in funzione delle disponibilità di cantiere), sia in andata (ovvero in prossimità del geofono 1) che al ritorno (ovvero all'ultimo geofono posizionato sulla base sismica), vengono svolte delle energizzazioni mediante massa battente pari a Kg 10,0. Nel caso in esame, sono state svolte le energizzazioni in "andata" e in "ritorno" con distanza dal geofono 1 e dal geofono 24 crescente e pari a multipli della distanza intergeofonica. Il metodo risulta efficace se la base sismica è ubicata su piano a pendenza costante e per una stratificazione piano parallela al piano topografico. Al fine di svolgere al meglio la campagna geofisica M.A.S.W., è utile che lo sviluppo lineare della base sismica sia limitata in lunghezza secondo i siti.

Il numero di geofoni utile all'esecuzione ottimale di un'indagine M.A.S.W. è risultato, per il cantiere svolto, di 24 geofoni dei quali sono state utilizzate tutte le tracce. Il tempo dell'acquisizione è stato definito

tra 1.00 e 2.00 secondi. La maggior profondità di caratterizzazione raggiunta è legata alla minor frequenza registrata. Come già indicato nella figura, una frequenza alta caratterizza gli strati superficiali. La registrazione delle frequenze minori è destinata ai geofoni più lontani dalla sorgente.

Per l'esecuzione del cantiere d'interesse, è stata utilizzata una strumentazione di acquisizione DoReMi, prodotto dalla SARA electronic instruments, 24 bit con frequenza di campionamento 5000 Hz per ognuno dei canali registrati, ciascuno attrezzato con geofoni verticali SARA electronics con frequenza propria di 4.5 Hz. Per l'energizzazione ci siamo avvalsi di mazza battente da 10 kg impattante su piastra di battuta in duralluminio, diametro 18 cm, spessore 4 cm, peso 2 kg.

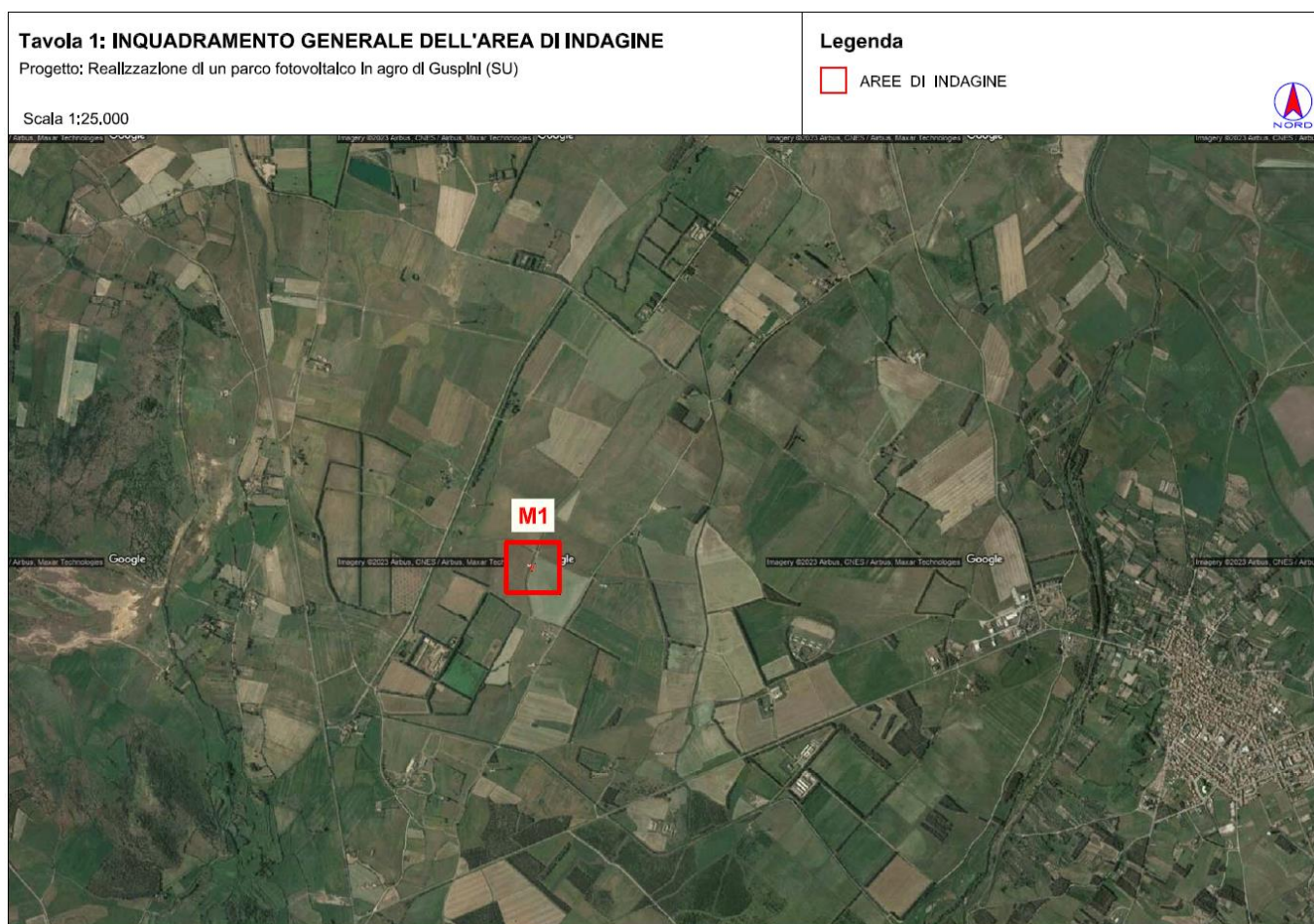


Figura 9-2 Localizzazione stendimento nell'area vasta



Figura 9-3 Particolare dell'ubicazione dello stendimento M1

9.2. M.A.S.W. – ELABORAZIONE RISULTATI

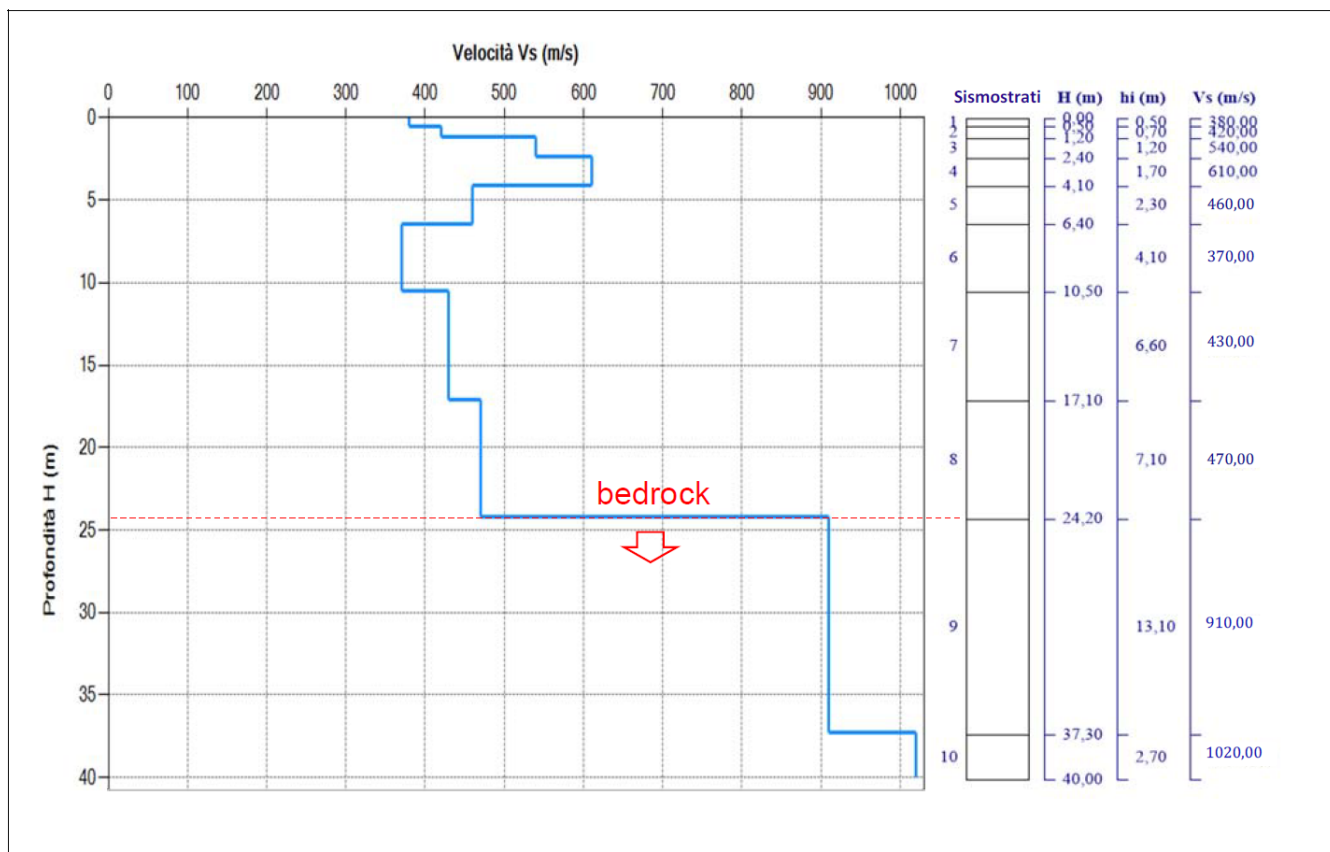
L'indagine sismica con tecnica MASW ha permesso di ottenere il profilo medio di velocità delle onde di taglio verticali V_s della sezione M1, dal quale si possono distinguere i sismostrati di seguito indicati. Si ricorda che si tratta di un profilo medio della velocità di taglio V_s .

9.2.1. BASE SISMICA M1

L'indagine sismica con tecnica MASW ha permesso di ottenere il profilo medio di velocità delle onde di taglio verticali V_s della sezione **M1**, dal quale si possono distinguere i sismostrati di seguito indicati. Si ricorda che si tratta di un profilo medio della velocità di taglio V_s .

| Profondità [m sotto il pc] | Descrizione |
|----------------------------|---|
| 0,0 – 0,5 | 1° sismostrato con Vs di 380 m/s Terre da addensate a molto addensate |
| 0,5 – 1,2 | 2° sismostrato con Vs di 420 m/s Terre da addensate a molto addensate |
| 1,2 – 2,4 | 3° sismostrato con Vs di 540 m/s Terre molto addensate |
| 2,4 – 4,1 | 4° sismostrato con Vs di 610 m/s Terre estremamente addensate |
| 4,1 – 6,4 | 5° sismostrato con Vs di 460 m/s Terre da addensate a molto addensate |
| 6,4 – 10,5 | 6° sismostrato con Vs di 370 m/s Terre da addensate a molto addensate |
| 10,5 – 17,1 | 7° sismostrato con Vs di 430 m/s Terre da addensate a molto addensate |
| 17,1 – 24,2 | 8° sismostrato con Vs di 470 m/s Terre da addensate a molto addensate |
| 24,2 – 37,3 | 9° sismostrato con Vs di 910 m/s Substrato roccioso fratturato |
| 37,3 – 40,0 | 10° sismostrato con Vs di 1020 m/s Substrato roccioso da fratturato a sano |

MASW M1-PROFILO Vs



10.ANALISI E SISMICITA' STORICA

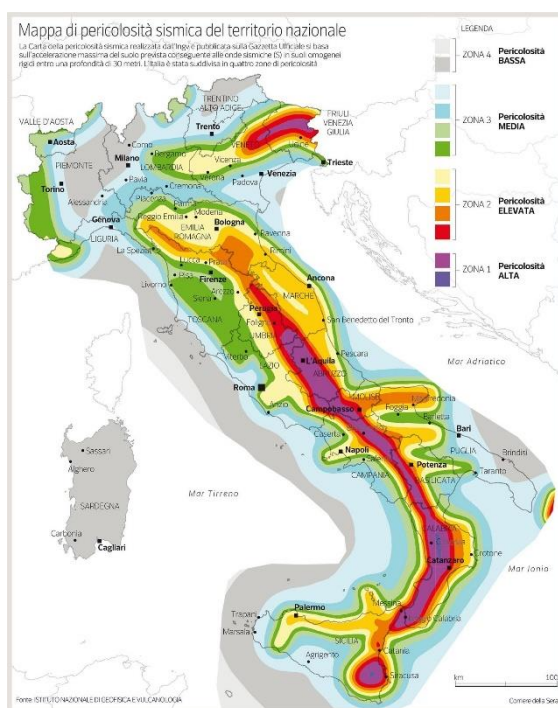
La sismicità indica la frequenza e la forza con cui si manifestano i terremoti, ed è una caratteristica fisica del territorio. Sulla base delle conoscenze relative alla frequenza e all'energia associate ai terremoti che caratterizzano un territorio, si attribuisce un valore di probabilità al verificarsi di un evento sismico di una data magnitudo in un certo intervallo di tempo, possiamo definirne la pericolosità sismica. La pericolosità sismica sarà tanto più elevata quanto più probabile sarà il verificarsi di un terremoto di elevata magnitudo, a parità di intervallo di tempo considerato.

Le conseguenze di un terremoto dipendono anche dalle caratteristiche di resistenza delle costruzioni alle azioni di una scossa sismica. La predisposizione di una costruzione ad essere danneggiata si definisce vulnerabilità. Quanto più un edificio è vulnerabile (per tipologia, progettazione inadeguata, scadente qualità dei materiali e modalità di costruzione, scarsa manutenzione), tanto maggiori saranno le conseguenze.

Infine, la maggiore o minore presenza di beni esposti al rischio, la possibilità, cioè di subire un danno economico, ai beni culturali, la perdita di vite umane, è definita esposizione.

Il rischio sismico, determinato dalla combinazione della pericolosità, dalla vulnerabilità e dall'esposizione, è la misura dei danni attesi in un dato intervallo di tempo, in base al tipo di sismicità, di resistenza delle costruzioni e di antropizzazione (natura, qualità e quantità dei beni esposti).

Per quanto concerne la sismicità, ai sensi della normativa di settore citata in precedenza, il territorio comunale di **Guspini** ricade in Zona 4 a **bassa pericolosità**, vengono indicati i parametri sismici da utilizzare nelle verifiche secondo quanto previsto dalle NTC 2018.



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, purchè 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 ≥ 50 anni** (opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni...) appartiene alla **classe d'uso II**.

Tab. 2.4.I – Valori minimi della Vita nominale V_N di progetto per i diversi tipi di costruzioni

| TIPI DI COSTRUZIONI | | Valori minimi di V_N (anni) |
|---------------------|---|-------------------------------|
| 1 | Costruzioni temporanee e provvisorie | 10 |
| 2 | Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari | 50 |
| 3 | Costruzioni con livelli di prestazioni elevati | 100 |

Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

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.

Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

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 $V_r = 50$

Amplificazione stratigrafica e topografica: Nel caso di pendii con inclinazione maggiore di 15° 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.

Tab. 3.2.III – 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 è stato stimato direttamente in sito mediante l'esecuzione di un profilo MASW.

Sismostratigrafia e calcolo Vs eq

| Nr. | Profondità (m) | Spessori (m) | Vs (m/s) | Hcalc (m) | hi calc (m) | Hi/Vs (s) |
|-----|----------------|--------------|----------|-----------|-------------|-----------|
| 1 | 0,50 | 0,50 | 380,00 | 0,50 | 0,50 | 0,00132 |
| 2 | 1,20 | 0,70 | 420,00 | 1,20 | 0,70 | 0,00167 |
| 3 | 2,40 | 1,20 | 540,00 | 2,40 | 1,20 | 0,00222 |
| 4 | 4,10 | 1,70 | 610,00 | 4,10 | 1,70 | 0,00279 |
| 5 | 6,40 | 2,30 | 460,00 | 6,40 | 2,30 | 0,00500 |
| 6 | 10,50 | 4,10 | 370,00 | 10,50 | 4,10 | 0,01108 |
| 7 | 17,10 | 6,60 | 430,00 | 17,10 | 6,60 | 0,01535 |
| 8 | 24,20 | 7,10 | 470,00 | 24,20 | 7,10 | 0,01511 |
| 9 | 37,30 | 13,10 | 910,00 | 30,00 | 5,80 | |
| 10 | 40,00 | 2,70 | 1020,00 | 0,00 | 0,00 | |

10.2. CATEGORIE DI SOTTOSUOLO E PARAMETRI DI PERICOLOSITÀ SISMICA

Attraverso le indagini con la tecnica MASW si evince la presenza di sismostrati con velocità V_s crescente con la profondità sino ad incontrare il bed rock con andamento e spessori indicati nei precedenti paragrafi. La velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio calcolata per i differenti siti di indagine, che si ricorda sarà anche funzione del piano di posa delle fondazioni è riportata nel seguente schema riassuntivo:

Il substrato roccioso sulla formazione delle alluvioni terrazzate ($V_s > 800$ m/s) si rileva profondità di 24,20m che dà luogo alla categoria B – Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.

La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, $V_{s,eq}$ (in m/s), definita dall'espressione

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{s,i}}}$$

con:

h_i spessore dell'i-esimo strato;

$V_{s,i}$ velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;

N numero di strati;

H profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s non inferiore a 800 m/s.

Esaminato il profilo delle V_s si pone come profondità del substrato **24,20** m ($V_s > 800$ m/s).

La velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio calcolata per il substrato posto a **24,20** m di profondità dal p.c. è pari a: **$V_{s,eq} = 24,2/0,0545 = 444$ m/s** che dà luogo ad una categoria B, ossia:

Categoria B: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.

Tab. 3.2.II – Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.

| Categoria | Caratteristiche della superficie topografica |
|-----------|--|
| A | Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m. |
| B | Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s. |
| C | Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s. |
| D | Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s. |
| E | Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m. |

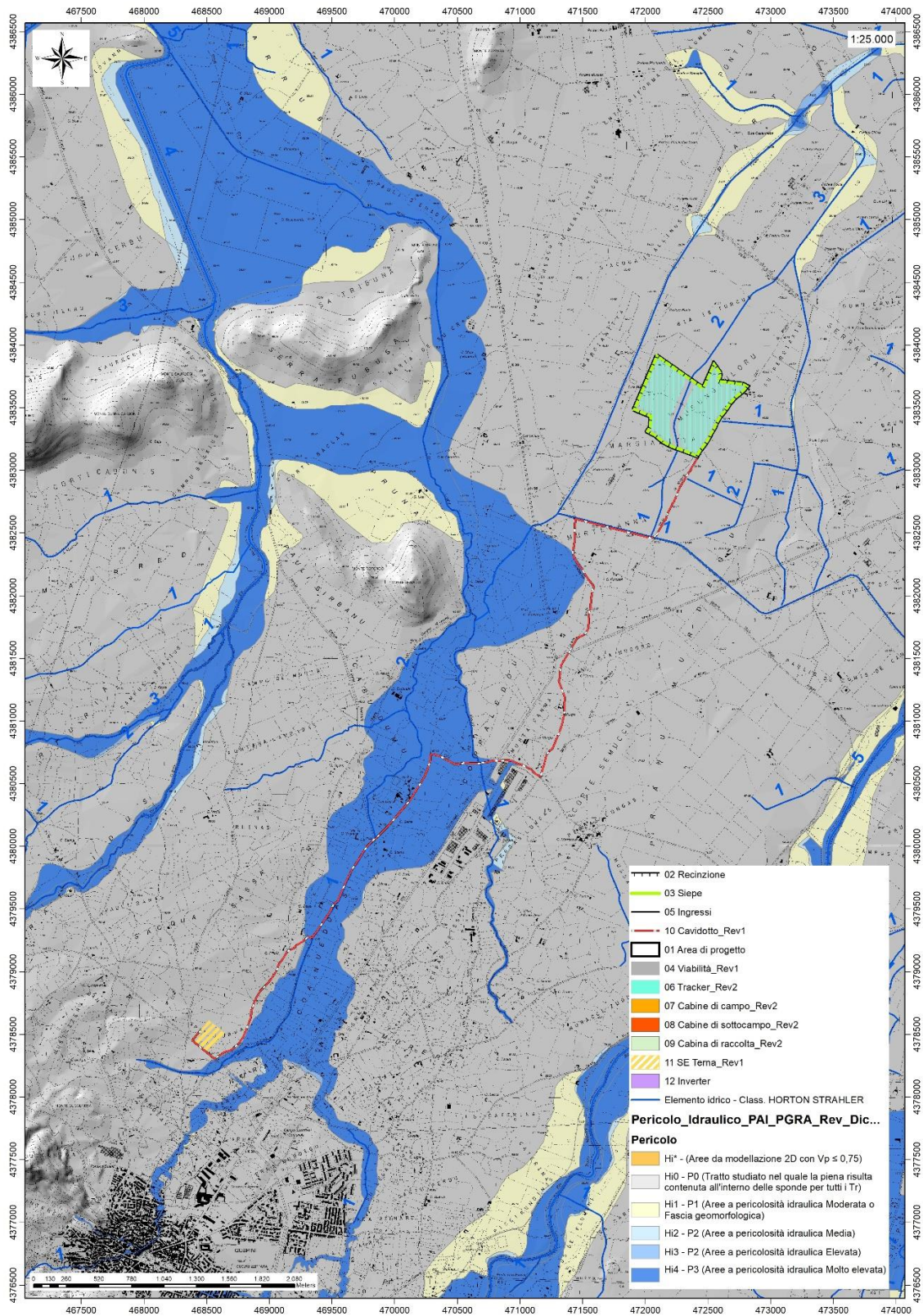


Figura 11-1 – Inquadramento PAI/PGRA Pericolosità idraulica vigente Hi (fonte RAS)

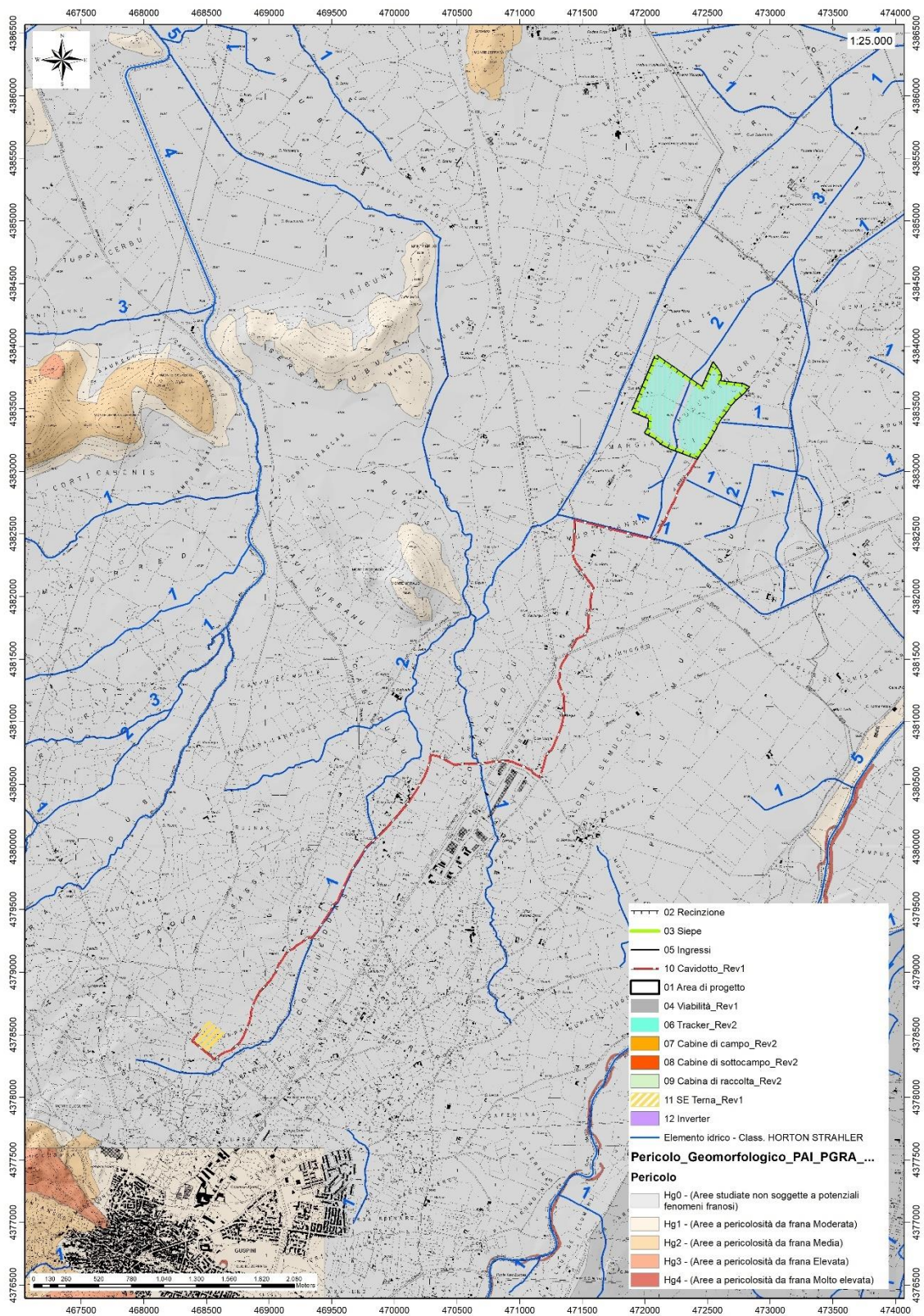


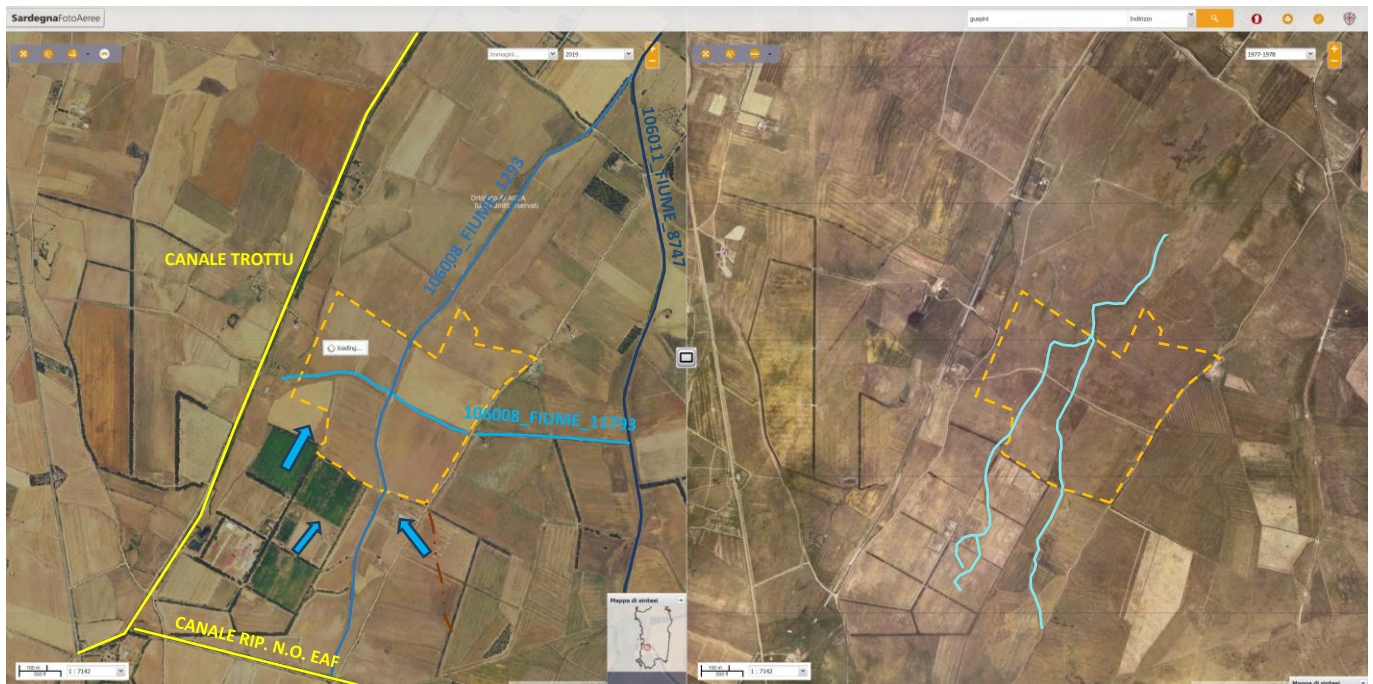
Figura 11-2 – Inquadramento PAI /PGRA Pericolosità geomorfologica vigente Hg (fonte RAS)

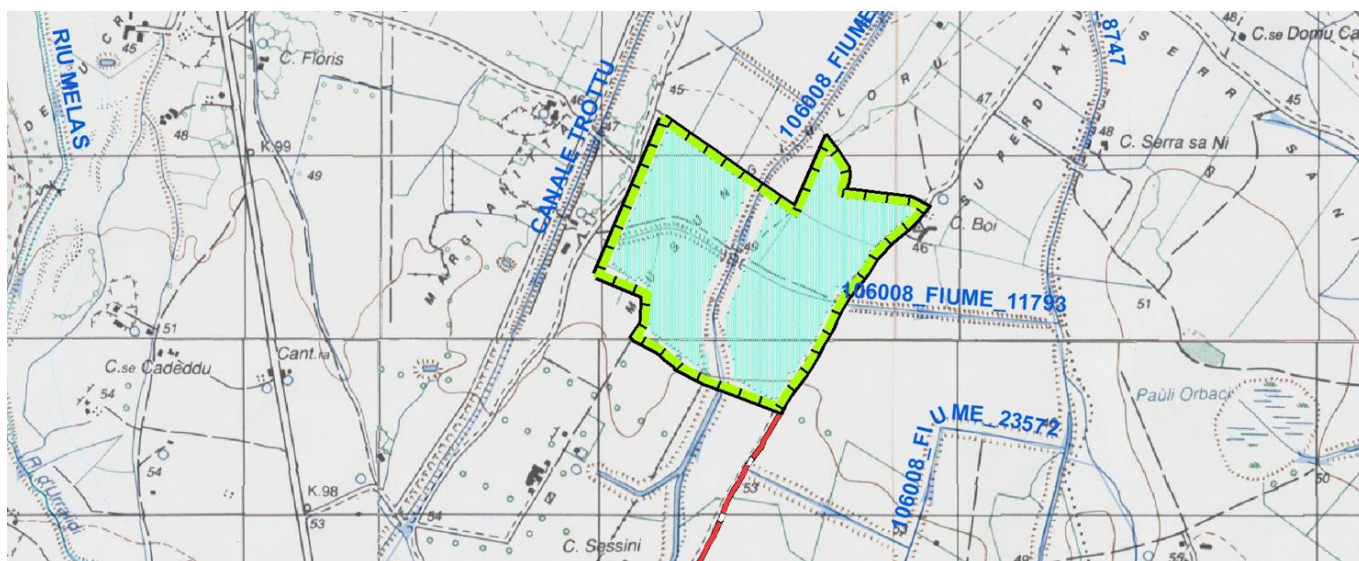
11.1. ART.30TER NTA PAI

Il territorio comunale di Guspini è stato oggetto di uno Studio di dettaglio della pericolosità idraulica così come previsto dall'art.8 comma c delle NTA PAI. Lo studio ha interessato le aste più importanti. Sulle aste fluviali identificati ma non studiati, in attesa che venga ridefinito il reticolo idrografico ufficiale vengono istituite le fasce di prima salvaguardia secondo il comma 1 dell'art.30ter di seguito riportato. Pertanto, "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."

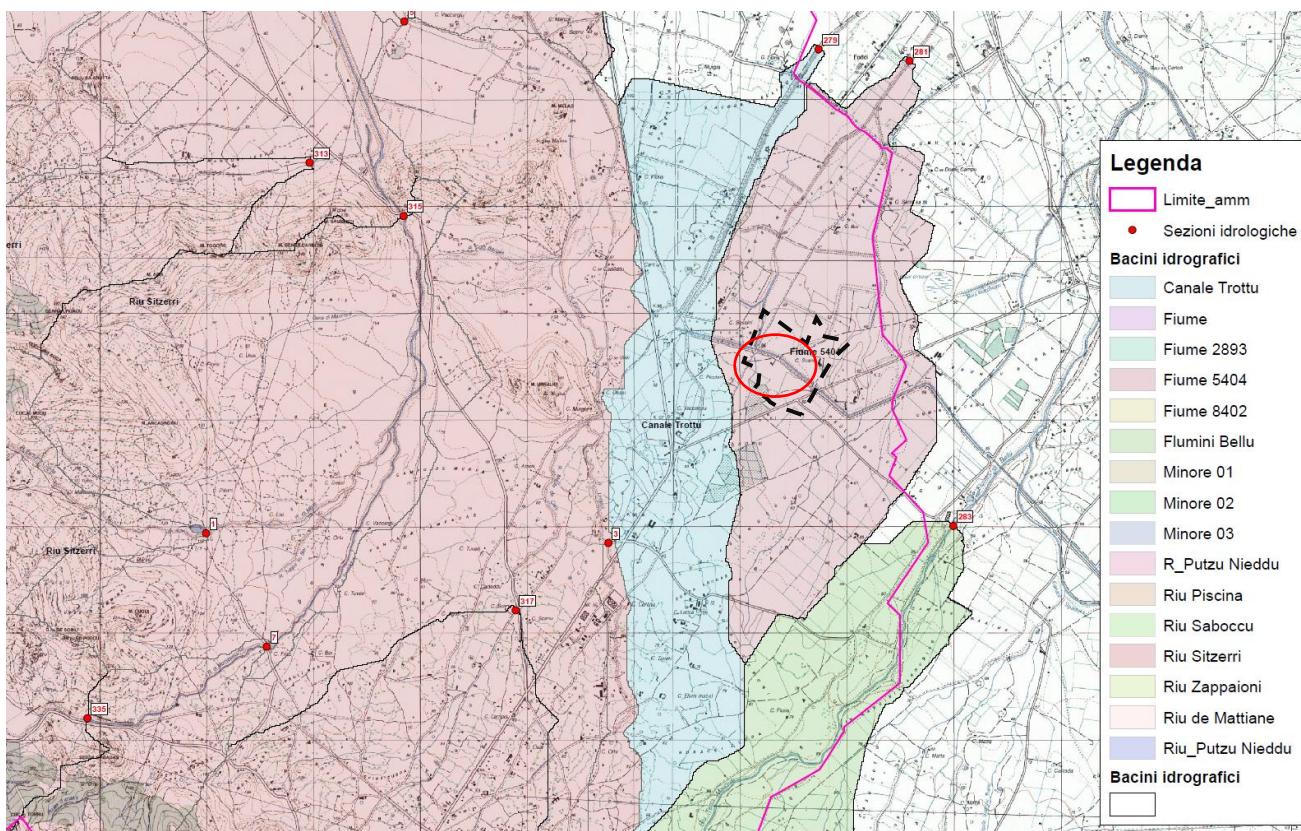
Il lotto è interessato dall'asta fluviale 106008_FIUME_1293, di ordine 2 secondo la gerarchia di Horton-Strahler e, in ragione delle distanze di prima salvaguardia istituite con il suddetto art.30ter, le opere devono rispettare quindi una distanza di 25m dall'asse del tracciato fluviale.

Il lotto è anche interessato da un canale di guardia, che si sviluppa in direzione ovest-est e che intercetta e rettifica parzialmente le originarie linee di deflusso che confluivano nell'asta fluviale 106008_FIUME_1293. Lo stesso si riversa nel 106008_FIUME_11793 (di natura antropica non esistente nel reticolo naturale). Quanto esposto è ben evidenziato dal confronto fra le foto aeree recenti del 2019 e quelle del 1977 prima delle opere di regimazione.





Il bacino idrografico di riferimento è quello denominato FIUME 5404, definito nello Studio Idraulico per l'ADEGUAMENTO DEL PUC AL PAI E AL PPR (Art. 8 NTA del P.A.I.) approvato nel 2020, bacino che non è stato oggetto di analisi idraulica perché, come si legge dalla relazione idraulica che accompagna lo studio, *"...sono prive di alcun rilievo dal punto di vista del rischio idraulico ai fini del P.A.I. in quanto le aree drenate sono di modesta entità e non possono in alcuna maniera determinare portate di interesse; inoltre le aree non esaminate non comprendono zone antropizzate"*.



Tuttavia, a conferma di quanto asserito nello studio idraulico in vigore, di seguito si dimostrerà la **non significatività dell'elemento idrico** in questione, ai sensi dell'art.30ter per cui "la condizione di non significatività, che consente la esclusione di un elemento già presente nello shp o la non inclusione di un elemento presente nella sola cartografia IGM 25-VS, è data dalla contestuale presenza delle seguenti caratteristiche, costituite da un bacino di superficie inferiore a 0,50 kmq e portate bidentennali inferiori a 7 mc/s da calcolare alla sezione di confluenza dell'elemento di valle e con tempo di corrivazione fornito dalla formula di Viparelli ($V=1$ m/s), con utilizzo del metodo TCEV/SCS con CN(III) non inferiore a 95",

Facendo riferimento al criterio del contributo unitario si può stimare la portata che si riversa nel canale oggetto di verifica e generata da una porzione di bacino idrografico ad esso afferente, sulla base del dato calcolato per il bacino a monte, ovvero il bacino del Flumini Bellu, in corrispondenza della sezione 283 più prossima alla zona di interesse.

Dallo studio idraulico, pertanto, si riportano le grandezze morfologiche principali del bacino del Flumini Bellu:

| Comparto Drenante di riferimento | Codice sezione | bacino | | | | | asta | | Hg _{media} | CN | |
|----------------------------------|----------------|------------|---------------------------|--------------------------|------------------------|-----------------------|--------|---------------------|---------------------|--------|---------|
| | | Area [kmq] | H _{chiusura} [m] | H _{massima} [m] | H _{media} [m] | P. _{media} % | L [km] | P. _{media} | [mm] | II cat | III cat |
| Sistema del Flumini Bellu | 283 | 127.61 | 50.27 | 1233.02 | 369.07 | 2.81 | 28.44 | 0.03 | 54.72 | 79.2 | 90.00 |
| | 319 | 115.07 | 95.00 | 1233.02 | 398.10 | 15.76 | 20.83 | 0.04 | 60.26 | 87.6 | 94.50 |

La portata bidentennale calcolata in questa sezione è 472,28 mc/sec e, conseguentemente, il contributo unitario del bacino è quindi pari a **3,70 mc/sec per kmq**.

L'area di bacino idrografico sottesa che afferisce al tratto in esame è pari a circa **0,35kmq**.

Poiché l'area è minore di 0,50kmq e la portata è minore di 7mc/sec si ritiene che l'asta esaminata possa essere classificata come **NON SIGNIFICATIVA**, è pertanto non assoggettabile ai criteri dell'art.30ter.

11.2. 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.

11.3. 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 PSFF

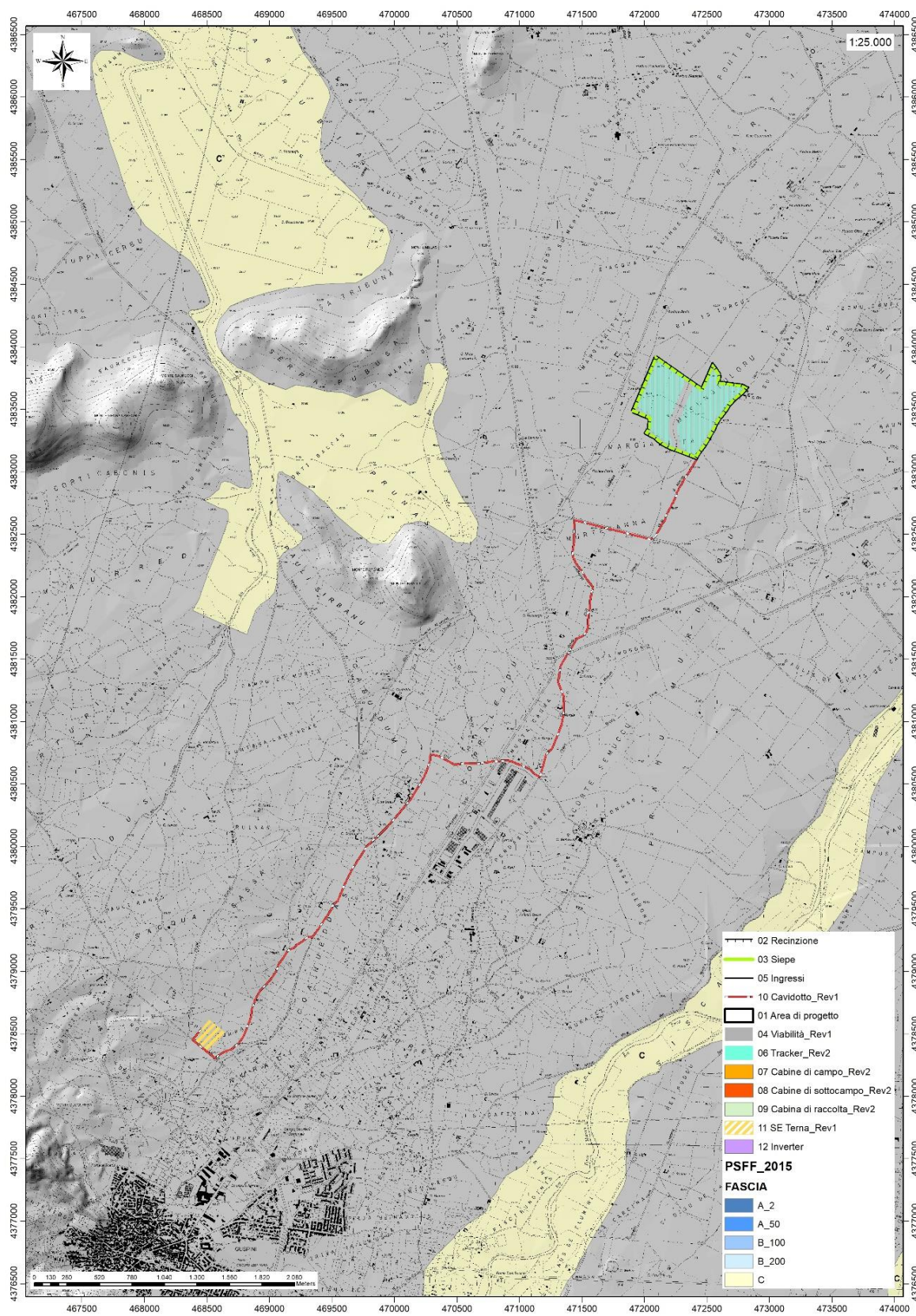


Figura 11-3 Inquadramento PSFF

12.MODELLO GEOLOGICO

Sulla base di quanto emerso dai rilievi e dalle indagini in sito, nell'approccio progettuale, stante il contesto geologico si evidenziano le seguenti criticità a cui sarà necessario prestare la opportuna attenzione nella progettazione delle opere e nelle varie fasi di realizzazione. L'analisi di tali fattori è funzionale alla progettazione e ha lo scopo di valutare la risposta del terreno ai nuovi carichi ed individuare azioni correttive o accorgimenti tali da limitarne gli effetti. Nello specifico:

- Circolazione idrica sotterranea secondaria o indotta e/o stagnazione di acque di pioggia –vanno considerati gli effetti dell'eventuale presenza d'acqua alla quota di imposta delle opere fondanti con particolare riferimento alla stagionalità degli apporti idrici e del relativo flusso negli ambiti più superficiali delle coltri di alterazione dei depositi alluvionali.
- Presenza di sacche argillose non attualmente identificabili che possono cambiare il grado di portanza dei terreni – sarà opportuno in fase di progettazione definitivo/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:

0,00m – 0,50m – **Litotipo 0** Suolo/ coltri colluviali-eluviali mediamente sciolte

0,50m in poi – **Litotipo A** Alluvioni poligeniche da clastosostenute a matrice-sostenute, con orizzonti ghiaiosi e/o sabbioso-argillosi tipici di ambiente alluvionale. Da mediamente addensate a estremamente addensate. Matrice sabbioso argillosa ferrettizzata.

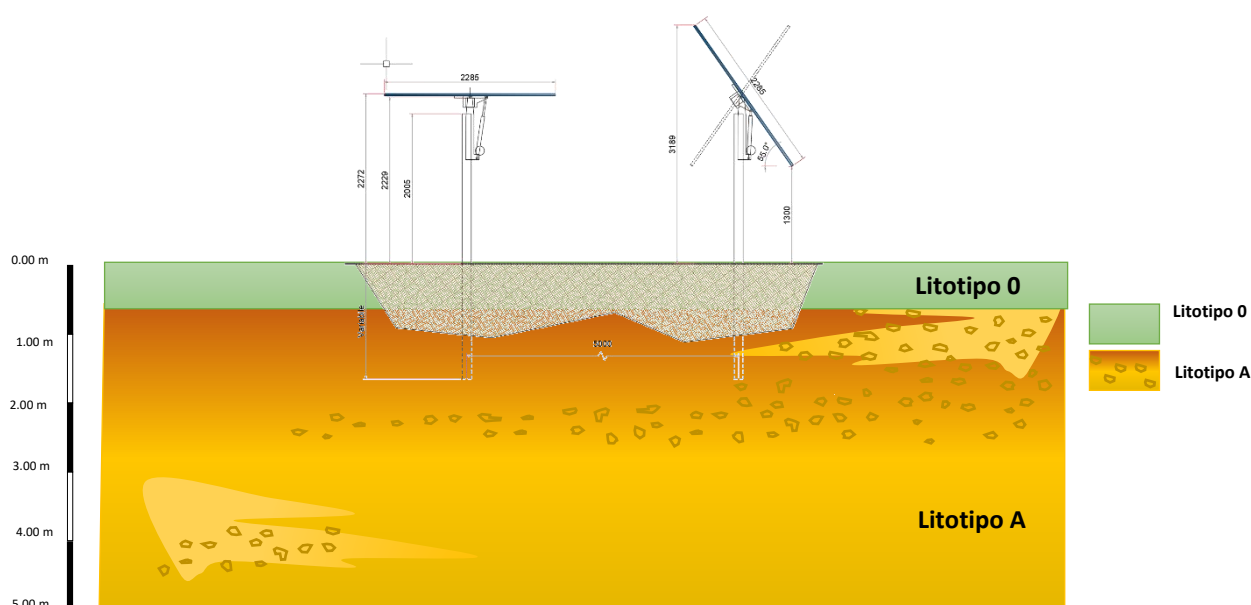


Figura 12-1 Modello geologico del sito (6.2.1 NTC 2018)

13.FATTIBILITA' 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.

L'area è caratterizzata da depositi alluvionali terrazzati costituiti da un'importante aliquota di materiale ghiaioso e da materiale argilloso, da sciolto a estremamente consolidato.

Durante l'installazione delle aste nel terreno la presenza di questo materiale ciottoloso potrebbe ostacolare l'infissione e creare resistenza tanto da dover ricorrere ad eventuali fori o trivelle per un corretto fissaggio delle aste.

L'infissione dell'asta comporta un addensamento del terreno adiacente all'asta, con un incremento dello stato tensionale e delle caratteristiche meccaniche. Al contrario, l'installazione dell'asta a seguito dell'utilizzo di una trivella, la quale richiede la rimozione di un uguale volume di terreno, comporta una riduzione dello stato tensionale iniziale, il quale deve essere ripristinato attraverso compattazione superficiale.

Nei terreni incoerenti l'addensamento avviene con riduzione dei vuoti e con l'espulsione dell'acqua interstiziale e si possono ottenere massimi addensamenti sia con saturazione completa sia in condizioni di assenza di acqua.

La forma della curva mostra come effettivamente si possa ottenere il massimo addensamento anche in condizioni di umidità naturale del volume da compattare (fig. 13-1)

Occorre considerare sempre e comunque che è sufficiente una percentuale del 10-15% di materiali fini per rendere il terreno incoerente assimilabile, ai terreni coesivi e, quindi a dovere compattare il volume di terreno al valore ottimo dell'umidità per ottenere il massimo addensamento, poiché, in un terreno relativamente secco la compattazione deve vincere l'adesione dovuta alle tensioni superficiali al confine tra aria e acqua dovute al fenomeno della capillarità.

Pertanto, quest'operazione di costipamento del terreno è consigliabile eseguirla con un contenuto d'acqua tale che le particelle siano lubrificate al punto giusto affinché si assestino con la compattazione ed il conseguentemente aumento della densità.

L'eccessiva quantità d'acqua porterebbe l'effetto contrario, aumenterebbe l'indice dei vuoti con riduzione della densità (fig. 13-2).

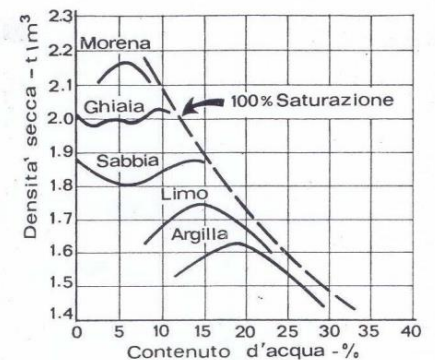


Figura 13-1 Curva di compattazione da prove di laboratorio in terreni incoerenti

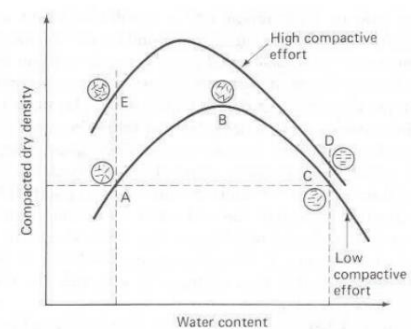


Figura 13-2 Curva di compattazione in terreni coerenti

Nella tabella seguente si illustrano i parametri di deformazione dinamici medi calcolati tramite correlazione bibliografica dei parametri di input Vs, e Vp e densità (da bibliografia/correlazione) per ciascun sismostrato definito dalle indagini eseguite.

| Sismostrato | Prof/zona | CT* | Densità γ | Vp | Vs | Coefficiente di Poisson ν | Modulo di Young dinamico Ed | Modulo di Young statico Ed | Modulo di taglio G ₀ | Modulo di comprimibilità o di Bulk - K |
|-------------|-------------|-------|----------------------|-------|-------|-------------------------------|-----------------------------|----------------------------|---------------------------------|--|
| | | | [Kg/m ³] | [m/s] | [m/s] | [adim] | [MPa] | [MPa] | [MPa] | [MPa] |
| 1 | 0,0 – 0,5 | terre | 1 800 | 760 | 380 | 0,33 | 696 | 84 | 265 | 696 |
| 2 | 0,5 – 1,2 | terre | 1 800 | 840 | 420 | 0,33 | 843 | 102 | 314 | 843 |
| 3 | 1,2 – 2,4 | terre | 1 900 | 1.080 | 540 | 0,33 | 1 481 | 178 | 549 | 1 481 |
| 4 | 2,4 – 4,1 | terre | 2 000 | 1.220 | 610 | 0,33 | 1 981 | 238 | 745 | 1 981 |
| 5 | 4,1 – 6,4 | terre | 2 050 | 920 | 460 | 0,33 | 1 157 | 139 | 431 | 1 157 |
| 6 | 6,4 – 10,5 | terre | 2 100 | 740 | 370 | 0,33 | 765 | 92 | 284 | 765 |
| 7 | 10,5 – 17,1 | terre | 2 150 | 860 | 430 | 0,33 | 1 059 | 127 | 402 | 1 059 |
| 8 | 17,1 – 24,2 | terre | 2 200 | 940 | 470 | 0,33 | 1 294 | 156 | 490 | 1 294 |
| 9 | 24,2 – 37,3 | 25% | 2 300 | 1.820 | 910 | 0,33 | 5 080 | 1 270 | 1 903 | 5 080 |
| 10 | 37,3 – 40,0 | 25% | 2 300 | 2.040 | 1020 | 0,33 | 6 384 | 1 596 | 2 393 | 6 384 |

*CT: coefficiente di trasformazione (per la roccia)

Per quanto concerne un'indicazione di massima sulle caratteristiche geotecniche dei materiali interessati dalle basi fondanti, i parametri che si possono considerare cautelativi in base agli esiti di studi eseguiti sulla formazione interessata.

In fase di progettazione esecutiva gli stessi dovranno essere confermati con indagini dirette.

$$\gamma_d = 1800-2000 \text{ kg/cm}^3$$

$$Y_{sat} = 1900-2200 \text{ kg/cm}^3$$

$$c = 0,00 \text{ kg/cm}^2$$

$$\phi = 25^\circ-30^\circ$$

La presenza di livelli a granulometria variabile con infiltrazioni umide suggerisce di effettuare le verifiche in condizioni non drenate e saturate per maggiore sicurezza.

14.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, 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 alte 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.

15.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 m³ (Capo III), compresi quelli che riguardano opere sottoposte a VIA o ad AIA, e per i siti di grandi dimensioni, superiori a 6000 m³, 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

15.1. 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

15.1.1. 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.

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 e proveniente dallo scotico superficiale, da adoperare per rinterri e riempimenti e copertura vegetale (spessore di suolo derivante dallo scotico).

15.2. PIANO DI RIUTILIZZO: CRITERI GENERALI

Le terre e rocce da scavo sono utilizzabili per rinterri, 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