


V.I.A.
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE

ai sensi del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. e della Deliberazione G. R. n. 11/75 del 24.03.2021

***Modifiche al sito di recupero inerti per l'avvio di un impianto di
compostaggio in zona artigianale di Norbello (OR)***

COMMITTENTE	GRUPPO DI LAVORO
<p>RINAC S.r.l. Unipersonale Via dell'Agricoltura n° 5 - 09076 Sedilo (OR)</p> <p>L'Amministratore Salvatore Meloni</p>  <p>Sede Operativa: Zona artigianale loc. Perdu Cossu S.P. 64 09070 NORBELLO (OR) tel/fax 0785/896107 - cell. 3929776131 P.IVA : 01116080951 E-mail: info@rinacsrl.com</p>	<p>Il tecnico Responsabile S.I.A. Dott. Ing. Salvatore Manai Ordine ingegneri OR n.495</p> <p>Studi geologici, geotecnici e idrogeologici Dott. Geol. Antonello Frau</p> <p>Studi impatto odorigeno Dott. Giuseppe Carlino (Simularia S.r.l.)</p>

ET_05	STUDIO DI COMPATIBILITA' GEOLOGICA E GEOTECNICA
--------------	--

SCALA	DATA	REV.	spazio per vidimazioni
-	FEBBRAIO 2024	-	

Sommario

1. PREMESSA	3
2. INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO	5
3. PERIMETRAZIONE DELLE AREE A PERICOLOSITA' DI FRANA ED IDRAULICA SECONDO GLI STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE	9
4. OPERE PREVISTE IN PROGETTO	16
5. MODELLO GEOLOGICO	18
5.1. CARATTERISTICHE CLIMATOLOGICHE	18
5.2. RIFERIMENTI GEOMORFOLOGICI: EVOLUZIONE GEOMORFOLOGICA DEL RILIEVO.....	20
5.3. CARATTERISTICHE GEOPEDOLOGICHE E DI USO DEL SUOLO.....	26
5.4. PERICOLOSITA' SISMICA: CLASSIFICAZIONE PRELIMINARE DEI TERRENI.....	27
5.5. <i>INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE</i>	31
5.6. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO.....	33
6. ANALISI DEI DISSESTI E DELLE PROBLEMATICHE DI FRANAMENTO NEL SETTORE.....	36
7. PREMESSA AGLI STUDI GEOTECNICI	38
8. MODELLAZIONE GEOTECNICA	39
9. VERIFICA DEL PENDIO EX ANTE ED EX POST	40
10. ESECUZIONE DEGLI SCAVI E STABILITA' DEI FRONTI, CAVE E DISCARICHE.....	41
11. COMPATIBILITA' E AMMISSIBILITA' DELL'INTERVENTO AI SENSI DELLE NORME DI ATTUAZIONE DEL P.A.I. PER LA PERICOLOSITA' DI FRANA	42
12. PIANO DI MONITORAGGIO	44
13. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	45

1. PREMESSA

Nell'ambito delle attività complementari alla progettazione delle modifiche al sito di recupero inerti per l'avvio di un impianto di compostaggio presso la zona industriale di Norbello è stato redatto il presente studio di compatibilità geologica – geotecnica previsto dalle vigenti Norme di Attuazione del P.A.I.

L'approvazione del presente studio, secondo le competenze stabilite dalle vigenti norme del P.A.I., modificate a seguito dell'entrata in vigore della L.R. 33/2014, è di competenza comunale considerato che gli interventi previsti in progetto, ai sensi dell'art. 25 delle N.D.A. del P.A.I., interessano l'ambito territoriale puntuale del Comune di Norbello.

L'elaborato in questione è stato redatto ai sensi dell'art. 25 delle Norme di Attuazione del Piano di Assetto Idrogeologico e secondo i criteri di cui all'allegato F delle citate norme. I lavori in oggetto dovranno essere eseguiti su aree che, anche se non vincolate dal P.A.I. (Piano di Assetto Idrogeologico) in quanto localizzate in aree Hg2. In osservanza a quanto sopra esplicitato, il presente elaborato è stato quindi redatto ai sensi delle norme citate e comprende i contenuti geologici e geotecnici ai fini della valutazione della compatibilità.

La **parte geologica**, che integra lo studio di compatibilità geologica e geotecnica ed idraulica, secondo quanto richiesto dalla normativa illustra:

- l'assetto geologico di inquadramento;
- la situazione litostratigrafica locale;
- la definizione dell'origine e natura dei litotipi, del loro stato di alterazione e fratturazione e della loro degradabilità;
- i lineamenti geomorfologici della zona, gli eventuali processi morfologici nonché i dissesti in atto e potenziali che possono interferire con l'opera da realizzare e la loro tendenza evolutiva;
- i caratteri geostutturali generali, la geometria e le caratteristiche delle superfici di discontinuità;
- lo schema della circolazione idrica superficiale e sotterranea.

L'analisi geologica è stata eseguita in conformità alla recente Normativa tecnica vigente di cui al Decreto 17 Gennaio 2018, "aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni» (18A00716), GU n.42 del 20-2-2018 - Suppl. Ordinario n. 8" (NTC 2018 emesse ai sensi delle leggi 05.11.1971, n. 1086, e 02.02.1974, n. 64, al Testo Unico per l'Edilizia di cui al D.P.R. 06.06.2001, n.380, e dell'art. 5 del decreto legge 28.05.2004, n. 136, convertito in legge, con modificazioni, dall'art. 1 della legge 27.07.2004, n. 186 e ss. mm. ii.) ed alla relativa circolare esplicativa "Circolare del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti 21 gennaio 2019, n. 7 del Consiglio superiore dei Lavori Pubblici recante "Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018", recentemente pubblicata sul supplemento ordinario n. 5 alla Gazzetta ufficiale n. 35 dell'11 febbraio 2019. Si è fatto quindi riferimento al punto 6.2.1 secondo il quale la "relazione geologica, estesa ad un ambito significativo e modulata in relazione al livello progettuale, alle caratteristiche dell'opera e del contesto in cui questa si inserisce, descrive il modello geologico, definiti sulla base di specifiche indagini e prove. In particolare, sempre secondo il punto 6.2.1 delle NTC 2018, la relazione geologica tiene conto dei seguenti aspetti:

- Caratteristiche geologiche e successione stratigrafica locale (assetto litostrutturale e stratigrafici, stato di alterazione e fessurazione, distribuzione spaziale e rapporti tra i vari corpi geologici;
- Caratteristiche geostutturali dell'area di studio e principali elementi tettonici presenti;
- Processi morfo-evolutivi e principali fenomeni geomorfologici presenti, con particolare riferimento a quelli di frana, individuandone stato e tipo di attività, di erosione e di alluvionamento
- Caratteristiche idrogeologiche del sito e schema di circolazione idrica superficiale e sotterranea risultanti dallo studio sismo-tettonico
- Assetti geologici finalizzati alla valutazione degli effetti di sito sismo indotti

La relazione geologica sarà corredata dai relativi elaborati grafici quali, carte geologiche, idrogeologiche (con eventuale schema di circolazione idrica sotterranea) e geomorfologiche, sezioni geologiche, planimetrie e profili utili a rappresentare in dettaglio aspetti significativi, schema geologico di dettaglio alla scala dell'opera, carte dei vincoli geologico – ambientali e rapporto tecnico sulle indagini pregresse ed eseguite, corredata da una planimetria con la loro ubicazione. Omissis...gli studi svolti devono condurre ad una valutazione delle pericolosità geologiche presenti e devono essere finalizzati alla definizione della compatibilità geologica con le peculiarità dell'opera da realizzare".

La **parte geotecnica** che integra lo studio di compatibilità geologica e geotecnica ed idraulica, comprende ed illustra, in funzione di quanto riscontrato:

- la localizzazione dell'area interessata dall'intervento;
- i criteri di programmazione ed i risultati delle eventuali indagini in sito e di laboratorio e le tecniche adottate con motivato giudizio sulla affidabilità dei risultati ottenuti;
- la scelta dei parametri geotecnici di progetto;
- la caratterizzazione geotecnica del sottosuolo in relazione alle finalità da raggiungere, effettuata sulla base dei dati raccolti con le indagini eseguite;
- il dimensionamento dell'intervento;
- i risultati dei calcoli geotecnici;
- le verifiche di stabilità del pendio;
- le eventuali interazioni con altre opere;
- le conclusioni tecniche;
- le diverse tipologie delle opere di consolidamento e le finalità di ognuna di esse con valutazione di tipo analitico che ne evidenzino l'efficacia in riferimento alle condizioni pre-intervento;
- il piano di manutenzione degli interventi;
- il piano di monitoraggio per il controllo della efficacia degli interventi di consolidamento ed il programma delle misure sperimentali.

L'analisi geotecnica è stata eseguita in conformità alle Norme Tecniche sulle Costruzioni di cui al D.M. 17/01/2008 paragrafo 6.2.2. il quale specifica che le indagini geotecniche devono essere programmate in funzione del tipo di opera e/o di intervento, devono riguardare il volume significativo e, in presenza di azioni sismiche, devono essere conformi a quanto prescritto ai §§ 3.2.2 e 7.11.2. Per volume significativo di terreno si intende la parte di sottosuolo influenzata, direttamente o indirettamente, dalla costruzione del manufatto e che influenza il manufatto stesso. Le indagini devono permettere la definizione dei modelli geotecnici di sottosuolo necessari alla progettazione.

2. INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO

L'area in esame, che comprende un settore dell'agro di Norbello, è localizzata nella Sardegna centrale. Essa è individuabile geograficamente nella Carta Topografica d'Italia in scala 1:25.000, Foglio 515 sez. IV (serie 25, edizione 1 IGMI) e nella Carta Tecnica Regionale Numerica in scala 1:10.000 sezione 515060 – Abbasanta e secondo la toponomastica della Sardegna ricade all'interno del Guilcer.

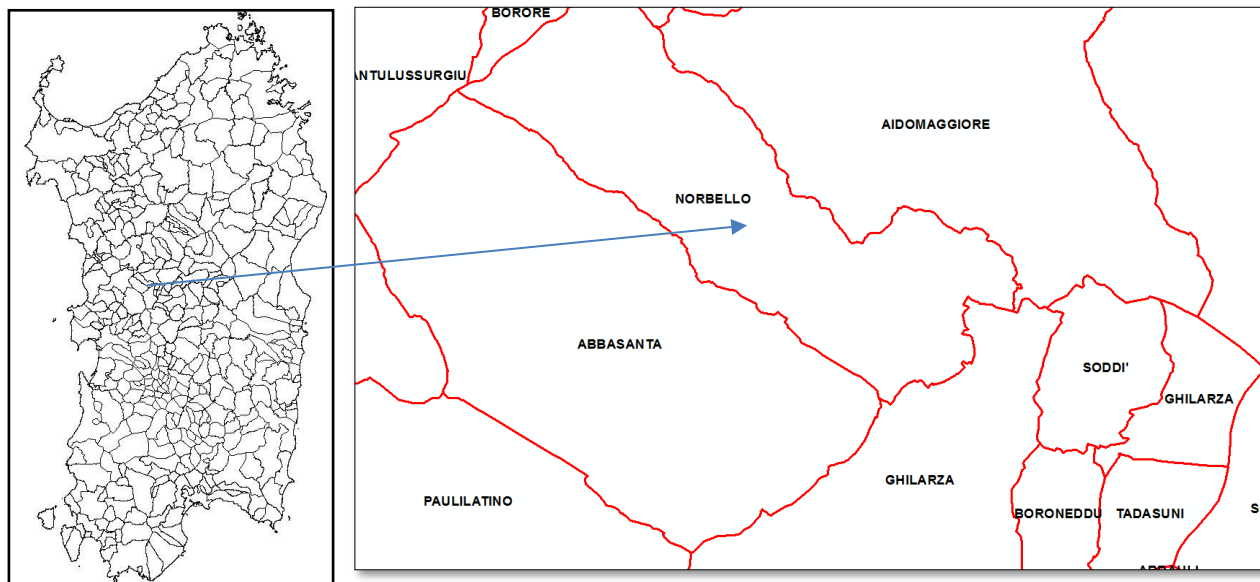


Figura 1: inquadramento generale dell'area

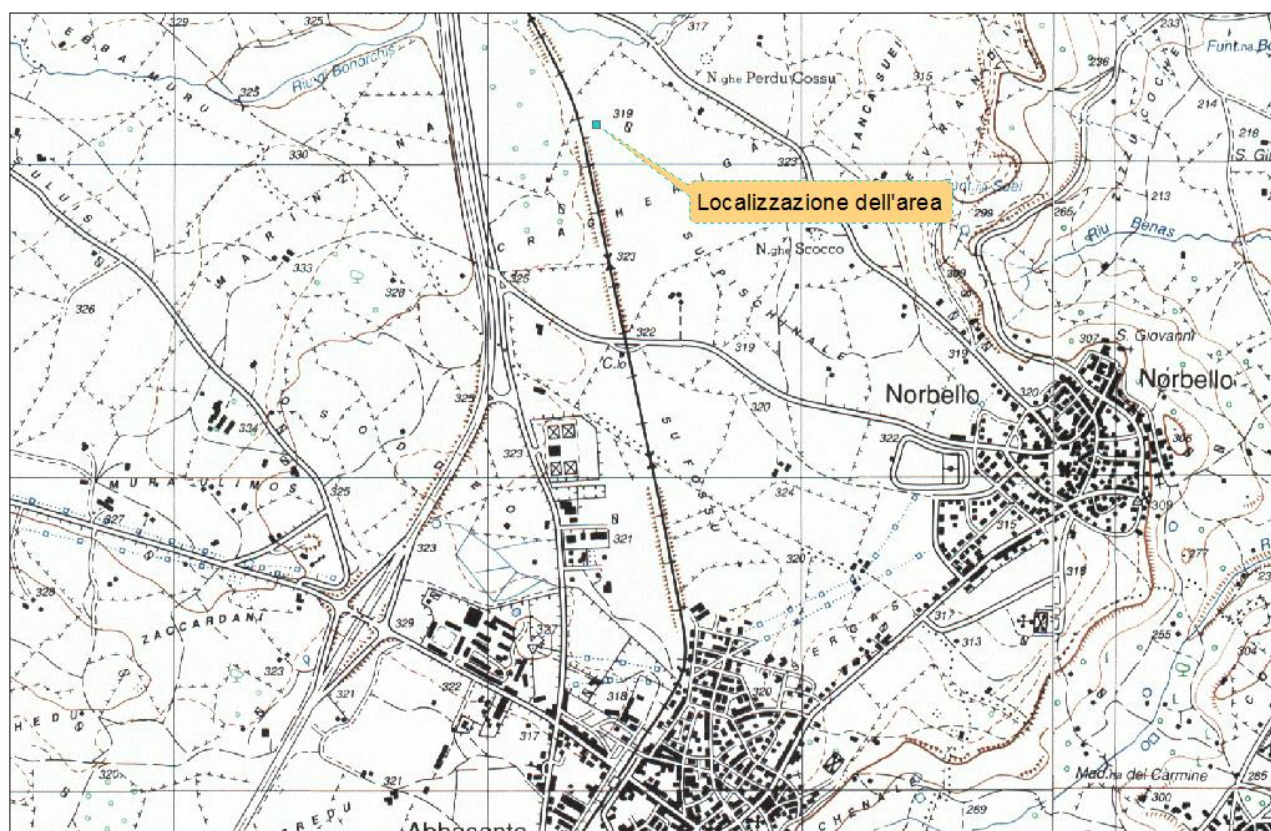


Figura 2: inquadramento su I.G.M.I. 1:25.000

Il settore di intervento (che è parte del sito già destinato al recupero inerti), ricade interamente all'interno del territorio comunale di Norbello, nella zona industriale e ad una distanza di circa 1,8 Km dal centro urbano di Norbello e di circa 1 Km dalla zona PIP di Abbasanta e inquadrata nella planimetria catastale allegata al progetto nel Foglio 13 particelle 313 e 237.

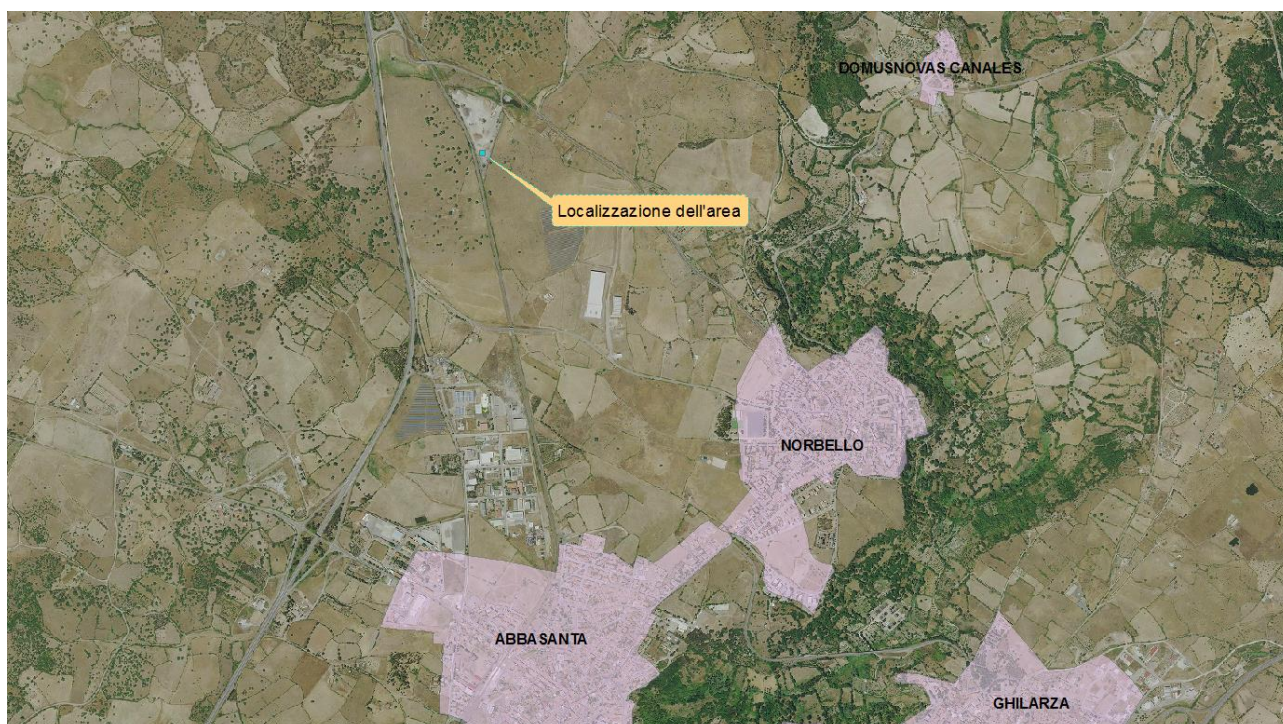


Figura 3: inquadramento degli interventi con riferimento all'ortofoto dell'anno 2016

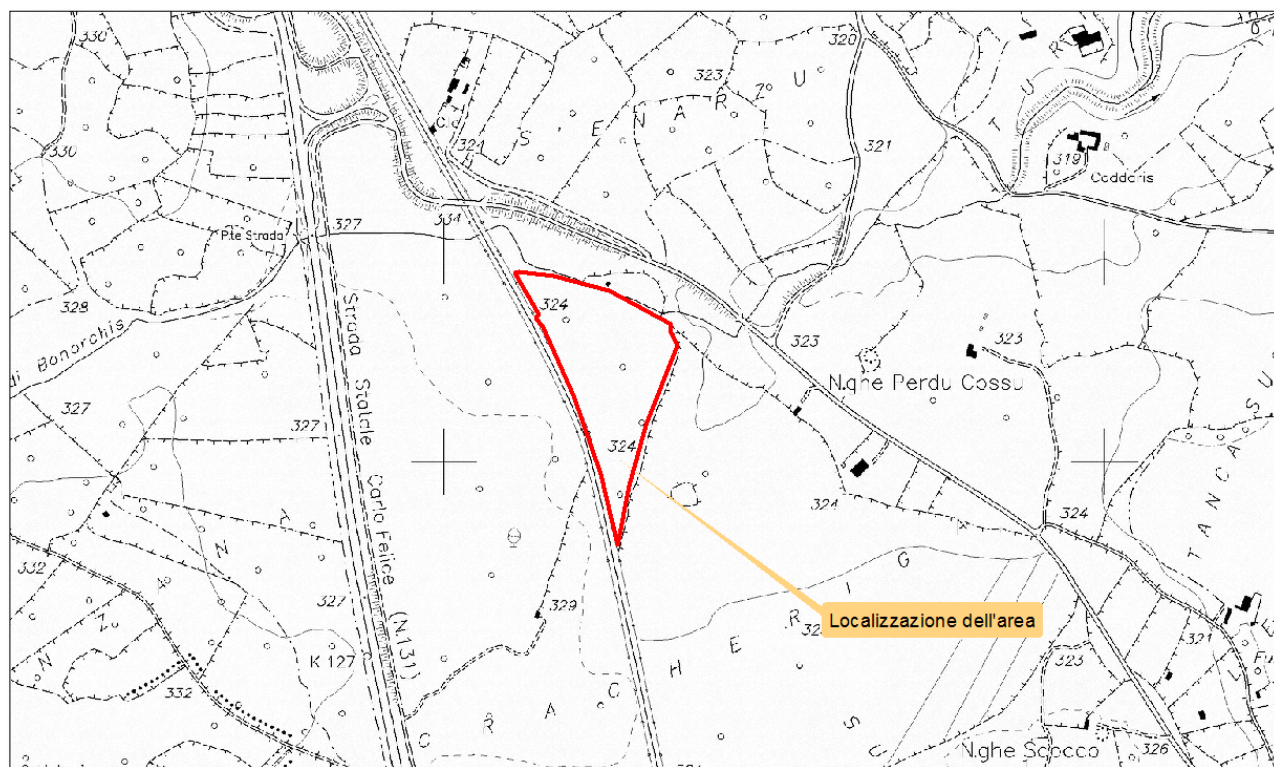


Figura 4: Inquadramento in scala 1:10.000 – stralcio CTRN



Figura 5: inquadramento foto aerea Google Earth – 2022

Di seguito l'inquadramento della sola area nella quale sarà attuato l'intervento. Si osserva che il lotto in cui si svolge l'attività ha una pianta pseudo triangolare e occupa una superficie di circa 39.390 mq, con un unico accesso dalla Strada Provinciale mentre l'area da destinare al nuovo impianto è pari a circa 2.000-2.500 mq nell'estremità sud del lotto in questione.



Figura 6: area operativa RINAC (in blu) e in rosso l'area da destinare al compostaggio



Figura 7: particolare dell'area di intervento su ortofoto dell'anno 2016

3. PERIMETRAZIONE DELLE AREE A PERICOLOSITA' DI FRANA ED IDRAULICA SECONDO GLI STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE

Nel presente paragrafo viene riportato un quadro riepilogativo della situazione di pericolosità e rischio di frana ed idraulico individuate nel P.A.I. Il P.A.I. ha di per sé già individuato le situazioni di pericolosità e rischio per parte del territorio del Guilcer e del Comune di Norbello anche se le perimetrazioni originarie sono state cambiate a seguito dell'adozione dello studio di assetto idrogeologico dei **Comuni di Abbasanta e Norbello - Procedimento di variante al PAI ai sensi dell'art. 37 comma 3 lett. b) delle Norme di Attuazione del PAI, per la perimetrazione di aree di pericolosità da frana sull'intero territorio comunale - Adozione preliminare avvenuta con Deliberazione del Comitato Istituzionale n. 12 del 09/09/2020 e con deliberazione consiglio comunale del Comune di Abbasanta n. 4 del 02.02.2018 e del Comune di Norbello n. 17 del 07.08.2017 e n. 7 del 19.04.2019.** Il settore di intervento è stato perimetrato in area a pericolosità da frana di tipo Hg₂, mentre per la parte idraulica, secondo le perimetrazioni ufficiali del P.A.I. è situato al di fuori delle aree di pericolosità, mentre secondo la proposta dello studio di variante (per le quali non c'è stata l'adozione da parte del Comitato Istituzionale ma solo del Comune) è posta adiacentemente alla zona Hi₄ con un settore (quello della zona est dell'impianto) di fatto coincidente con il limite della perimetrazione (ma non è situata al suo interno). Tale perimetrazione idraulica non è stata tuttavia recepita nel geoportale regionale in quanto non ancora approvata definitivamente. La deliberazione di adozione da parte del Consiglio comunale di Norbello, avvenuta nel 2019 istituisce dalla data della deliberazione le misure di salvaguardia di cui all'art. 12 del D.P.R. 380/2001. La medesima norma stabilisce però che la misura di salvaguardia non ha efficacia decorsi tre anni dalla data di adozione dello strumento urbanistico, ovvero cinque anni nell'ipotesi in cui lo strumento urbanistico sia stato sottoposto all'amministrazione competente all'approvazione entro un anno dalla conclusione della fase di pubblicazione. Quanto sopra anche in accordo con la previsione contenuta nell'articolo 20, comma 3, della legge regionale n. 45/1989 che prevede l'applicazione delle misure di salvaguardia previste dall'articolo 65, comma 7, del decreto legislativo n.152/2006, fin dalla delibera di Consiglio Comunale di presa d'atto dello studio ex articolo 8 delle NA PAI, e non solo dalla data di adozione della variante al PAI prevista dall'articolo 37, comma 3, delle NA PAI, da parte dell'ADIS. Nel caso in specie, stante anche le indicazioni più sopra riportate, la delibera e quindi le norme di salvaguardia istituite per la parte idraulica dovrebbero aver perso efficacia data la validità temporale dei tre anni degli atti.

Il Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico ha valore di Piano Territoriale di settore in quanto dispone con finalità di salvaguardia di persone, beni ed attività, dai pericoli e dai rischi idrogeologici e prevale sui piani e programmi di settore di livello regionale. Esso è stato adottato con Delibera della Giunta Regionale n° 54/33 del 30/12/2004. Il Decreto Assessoriale n° 3 del 21/02/2005, di esecutività della suddetta Delibera è stato pubblicato sul BURAS n° 8 del 11/03/2005. Da tale data decorrevano i 90 giorni entro i quali i Comuni dovevano provvedere a riportare, alla scala grafica della strumentazione urbanistica vigente, i perimetri delle aree a rischio e di pericolosità e ad adeguare contestualmente le norme dello strumento urbanistico. Il PAI è stato approvato con Decreto del Presidente della Regione Sardegna n. 67 del 10/07/2006 con tutti i suoi elaborati descrittivi e cartografici. Gli ambiti di riferimento del Piano sono i sette Sub-Bacini individuati, all'interno del Bacino Unico Regionale, ognuno dei quali è caratterizzato in generale da una omogeneità geomorfologica, geografica e idrologica: Sulcis, Tirso, Coghinas-Mannu-Temo, Liscia, Posada – Cedrino, Sud-Orientale, Flumendosa-Campidano-Cixerri. Per ciò che concerne la perimetrazione dell'area si osserva che il settore di intervento ricade nel sub-bacino del Tirso. Come già specificato, il settore di intervento è stato mappato nel P.A.I. identificando parte delle aree di intervento, come settori a pericolosità media da frana.

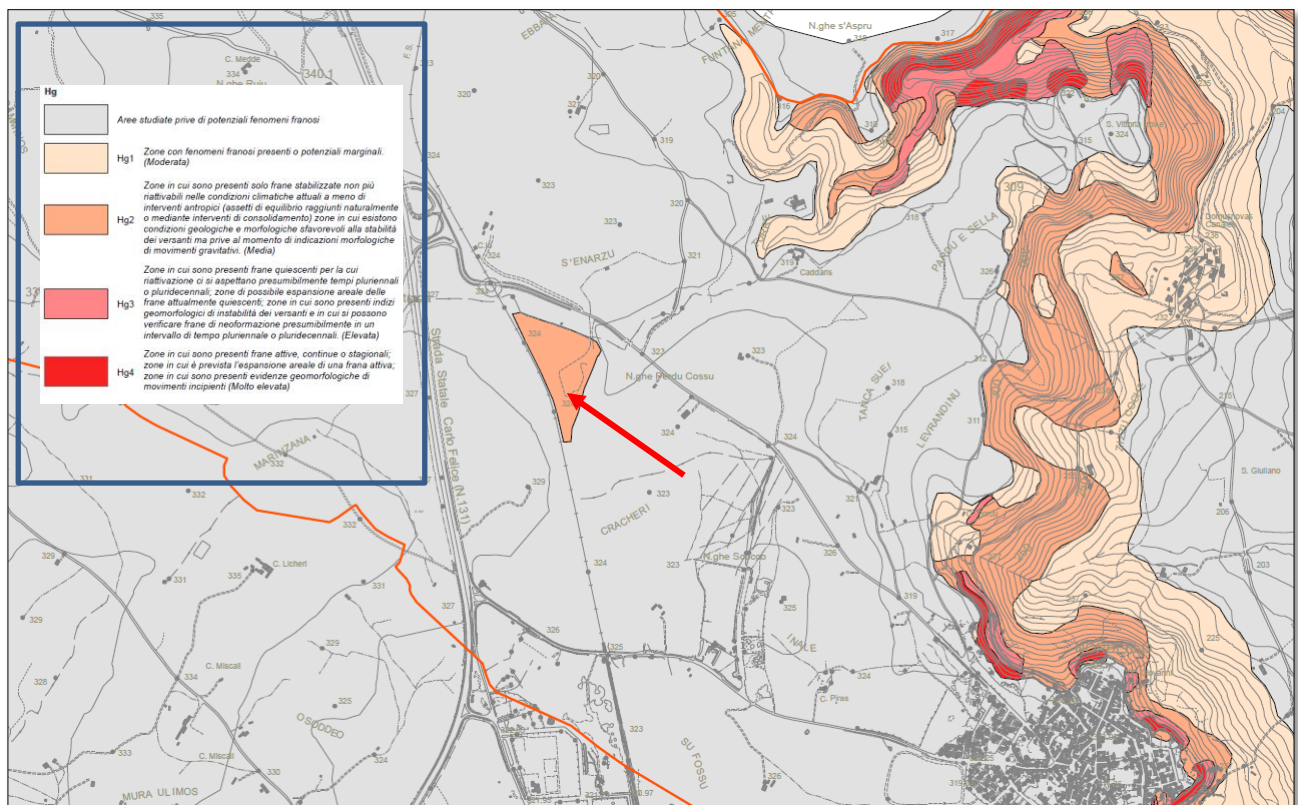
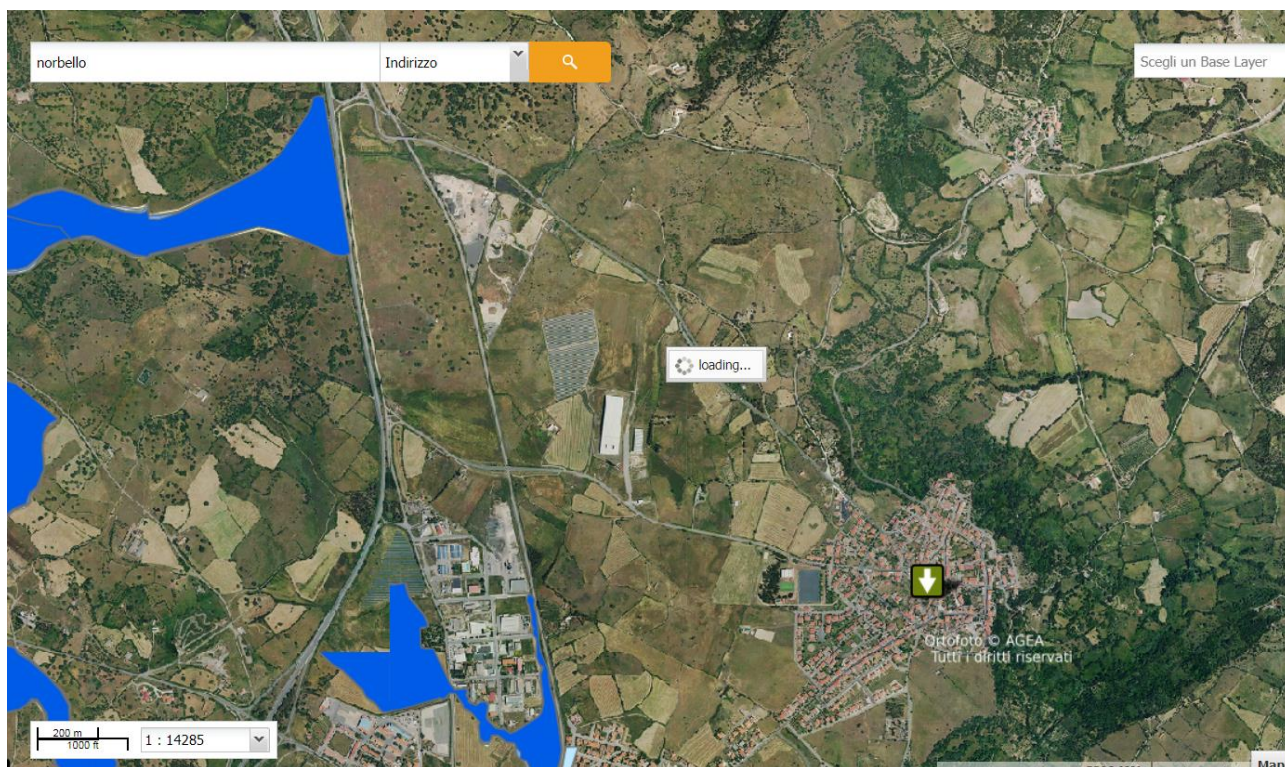


Figura 8: stralcio delle perimetrazioni previste dal P.A.I. per il settore in questione

Attualmente il quadro aggiornato della pericolosità è definito a livello sovraordinato anche dal Piano di gestione del Rischio Alluvioni. Quest'ultimo, approvato dapprima con la Deliberazione del Comitato Istituzionale n. 2 del 15/03/2016, e successivamente con la Deliberazione del Comitato Istituzionale n. 14 del 21/12/2021 per il secondo ciclo di pianificazione del PGRA, contiene di fatto unicamente le perimetrazioni della pericolosità idraulica. Pur tuttavia si evidenzia che a livello regionale sono state ancora recepite le variazioni delle perimetrazioni idrauliche riportate nel citato studio comunale, ma ai fini di cuna trattazione completa ed esaustiva si riportano di seguito sia le perimetrazioni ufficialmente riconosciute per la pericolosità idraulica e sia quelle a suo tempo istituite dallo studio comunale e le cui norme di salvaguardia potrebbero aver perso efficacia.

Dal punto di vista idraulico il settore di intervento è infatti periferico all'area di pericolosità H4. L'area destinata al compostaggio ricade al di fuori sia delle aree a pericolosità idraulica e sia delle fasce di tutela previste dalle Norme del P.A.I. per il corpo idrico del Riu Bonorchis.



☒ **Pericolo Idraulico (Rev. Dic_22)**

Hi* - {Aree da modellazione 2D con $V_p \leq 0,75$ }

Hi0 - P0 {Tratto studiato nel quale la piena risulta contenuta all'interno delle sponde per tutti i Tr}

Hi1 - P1 {Aree a pericolosità idraulica Moderata o Fascia geomorfologica}

Hi2 - P2 {Aree a pericolosità idraulica Media}

Hi3 - P2 {Aree a pericolosità idraulica Elevata}

Hi4 - P3 {Aree a pericolosità idraulica Molto elevata}

Figura 9: pericolosità idraulica ufficiale secondo il geoportale

Di seguito si riportano invece le risultanze degli studi di variante al P.A.I. dei quali si è discusso in precedenza.

L'area è esterna alle perimetrazioni di pericolosità idraulica anche se secondo tali studi l'impianto è adiacente a tale settore.

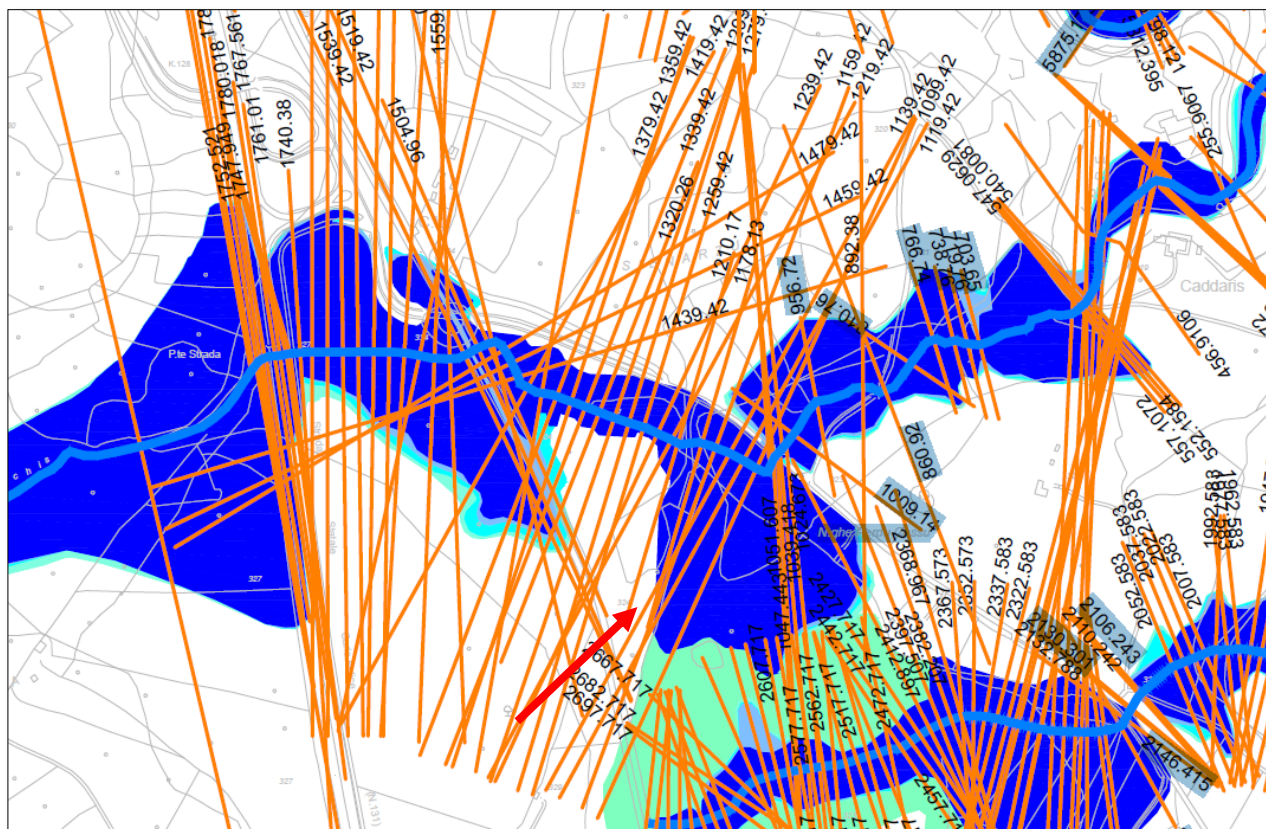


Figura 10: Carta della pericolosità idraulica secondo la proposta di variante comunale

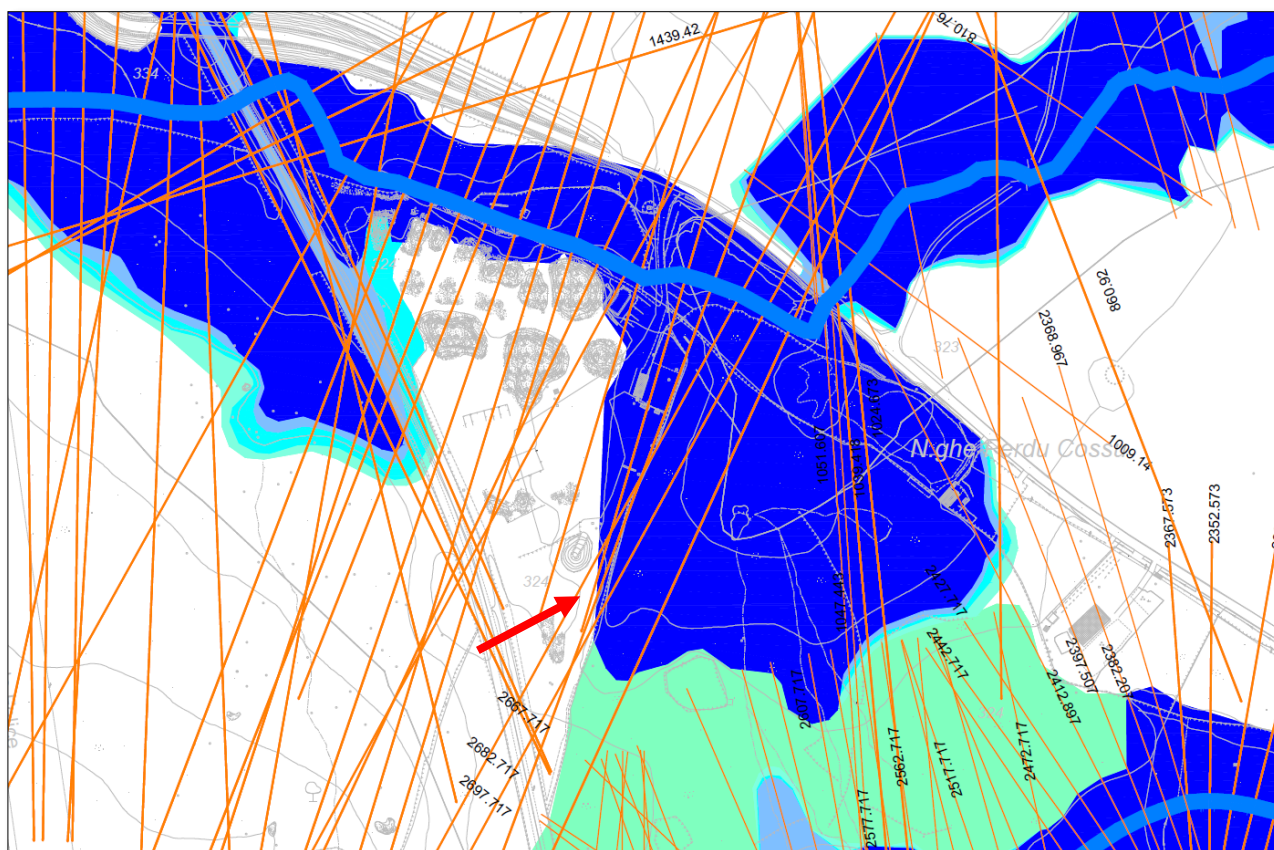


Figura 11: dettaglio dell'area PIP

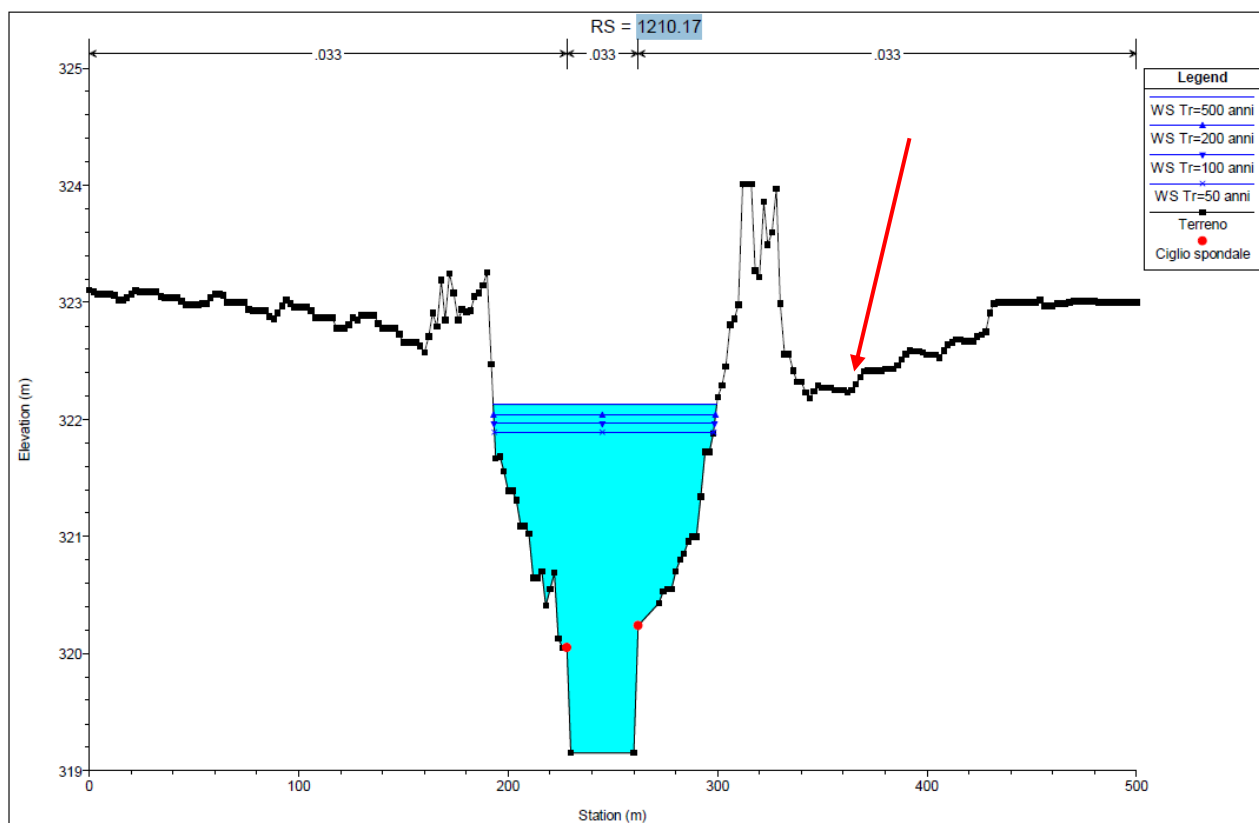


Figura 12: sezione idraulica passante per l'area di intervento (sez. 1210.17)

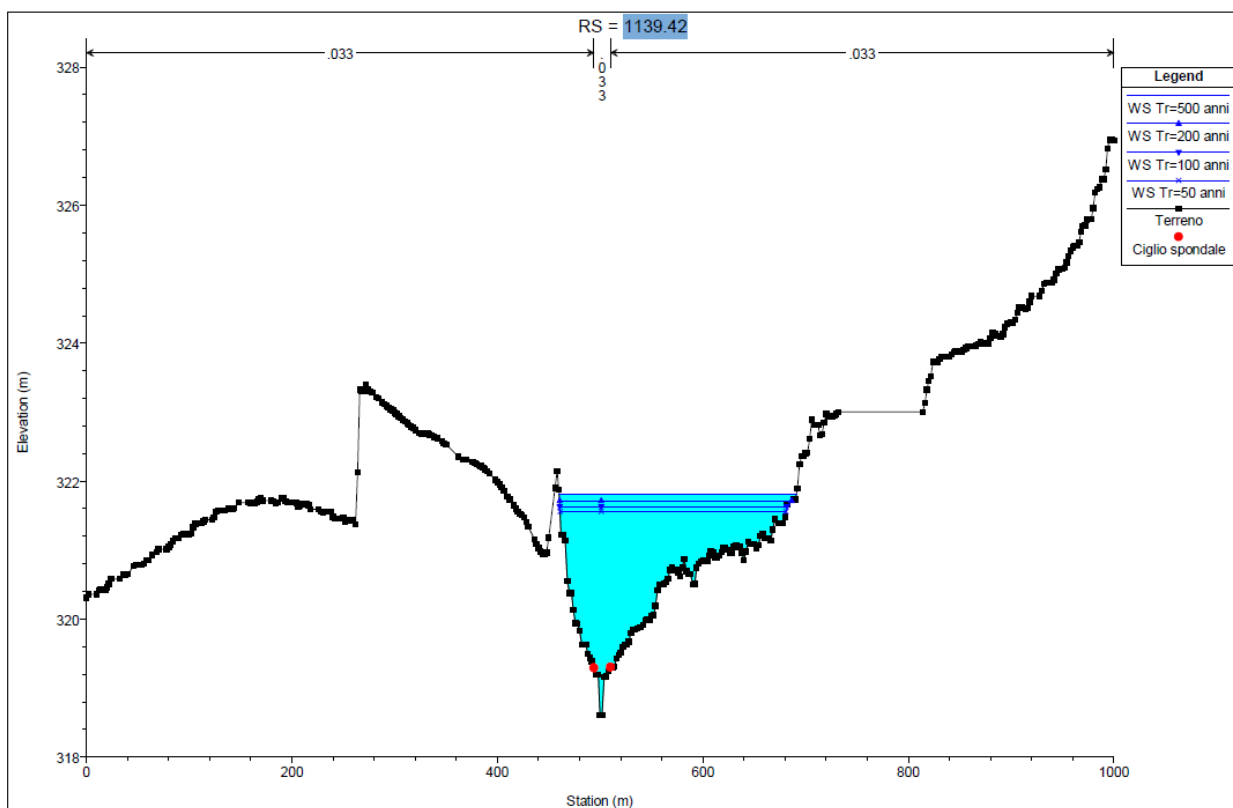


Figura 13: sezione idraulica passante adiacentemente all'area di intervento (sez. 1139.42)

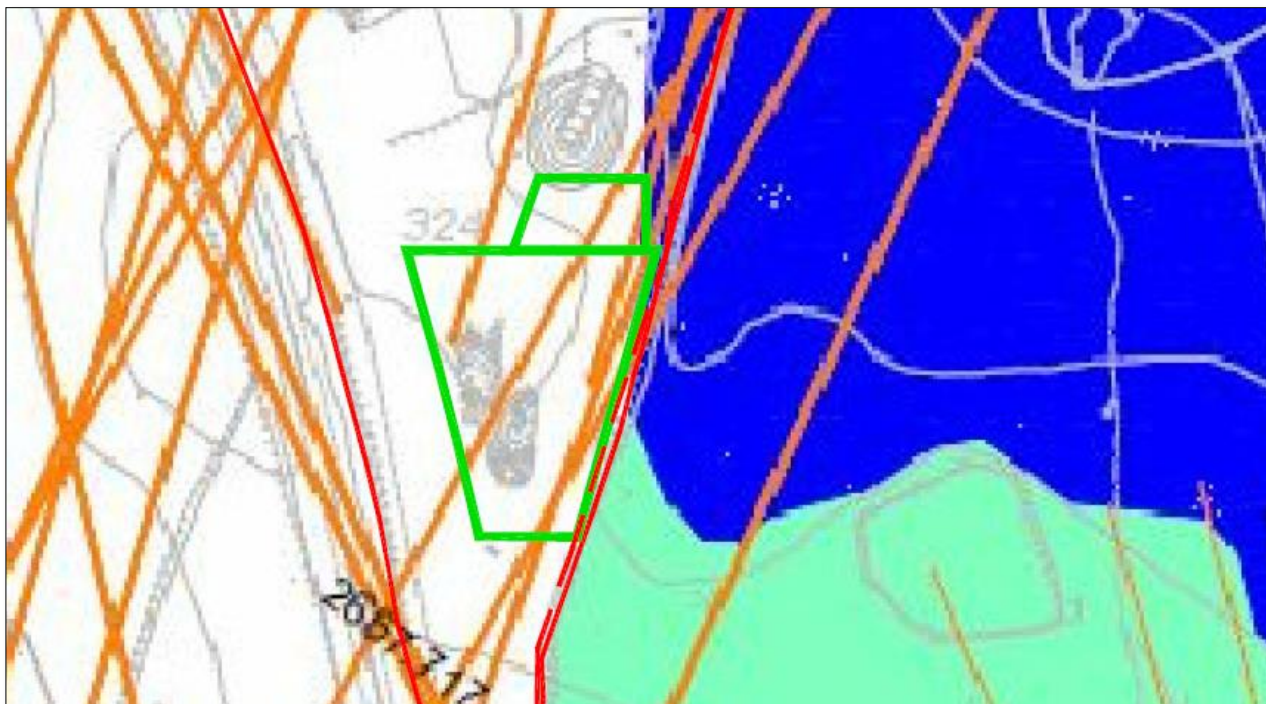


Figura 14: rapporto tra area di intervento e pericolosità idraulica

In relazione alla pericolosità di frana è stato pertanto redatto uno studio di compatibilità geologica geotecnica a suo tempo allegato alla verifica di assoggettabilità.

Sempre in relazione alla pericolosità di frana si riportano di seguito alcune indicazioni in relazione agli studi di dettaglio svolti nell'ambito del Progetto IFFI (Inventario dei Fenomeni Franosi Italiani), nell'ambito del progetto AVI (Aree Vulnerate Italiane).

Nelle aree indicate non sono stati censiti movimenti o comunque frane; la localizzazione nel comparto Hg2 è solamente legata alla destinazione d'uso individuata dai tecnici redattori dello studio comunale e non ad una reale pericolosità da frana.

Considerando le norme di attuazione del P.A.I. si può concludere che per la realizzazione dell'intervento è richiesta la preventiva redazione e autorizzazione dello studio di compatibilità geologica – geotecnica a suo tempo già presentato e che ha dichiarato compatibile ed ammissibile l'intervento in questione. In relazione ai criteri di compatibilità ed ammissibilità ai sensi delle Norme di Attuazione del PAI si evidenzia infatti che le opere in progetto sono ammissibili ai sensi dell'art. 33 c. 3, lett. b - l'adeguamento degli impianti esistenti di depurazione delle acque e di smaltimento dei rifiuti.

Quanto sopra in linea con quanto previsto in progetto come modifica di adeguamento impiantistico considerato che l'area è rimasta invariata rispetto al precedente impianto (quindi all'interno del perimetro dell'area già autorizzata per il sito di recupero inerti) e quindi non si verifica aumento di superficie e neanche di produzione. Le tonnellate da trattare sono infatti state levate da quelle del trattamento inerti. La modifica quindi comporta l'introduzione di nuovi codici CER che sono quelli attinenti al compostaggio previsti sempre dal DM 5/2/98 che comunque fanno parte della stessa categoria dei rifiuti non pericolosi preesistenti.

Si rimanda alla relazione tecnica di progetto per l'inquadramento delle opere.

Lo studio dovrà essere approvato con i principi indicati nella L.R. 33/2014 (recepita nelle Norme del P.A.I.) e nello specifico sarà approvato, ai sensi dell'art. 25 c. 7, dal Comune di Norbello.

Considerata la recente pubblicazione della Deliberazione del Comitato Istituzionale n. 18 del 27.12.2022 "Schema di attività finalizzate all'adozione preliminare della variante generale del Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) – parte frane, relativa allo studio di dettaglio e approfondimento del quadro conoscitivo della pericolosità e del rischio da frana nei SUB BACINI 1 (SULCIS), 2 (TIRSO), 4 (LISCIA), 5 (POSADA-

CEDRINO), 6 (SUD-ORIENTALE), 7 (FLUMENDOSA – CAMPIDANO- CIXERRI) - Approvazione cronoprogramma” è stato analizzato anche tale documento. **Dal medesimo si rileva l'attribuzione alla classe Hg0 come di seguito rappresentato.**

La revisione regionale tiene quindi conto di una variazione da Hg2 a Hg0 in quanto non motivata da situazioni morfologiche attestanti la reale pericolosità di frana.

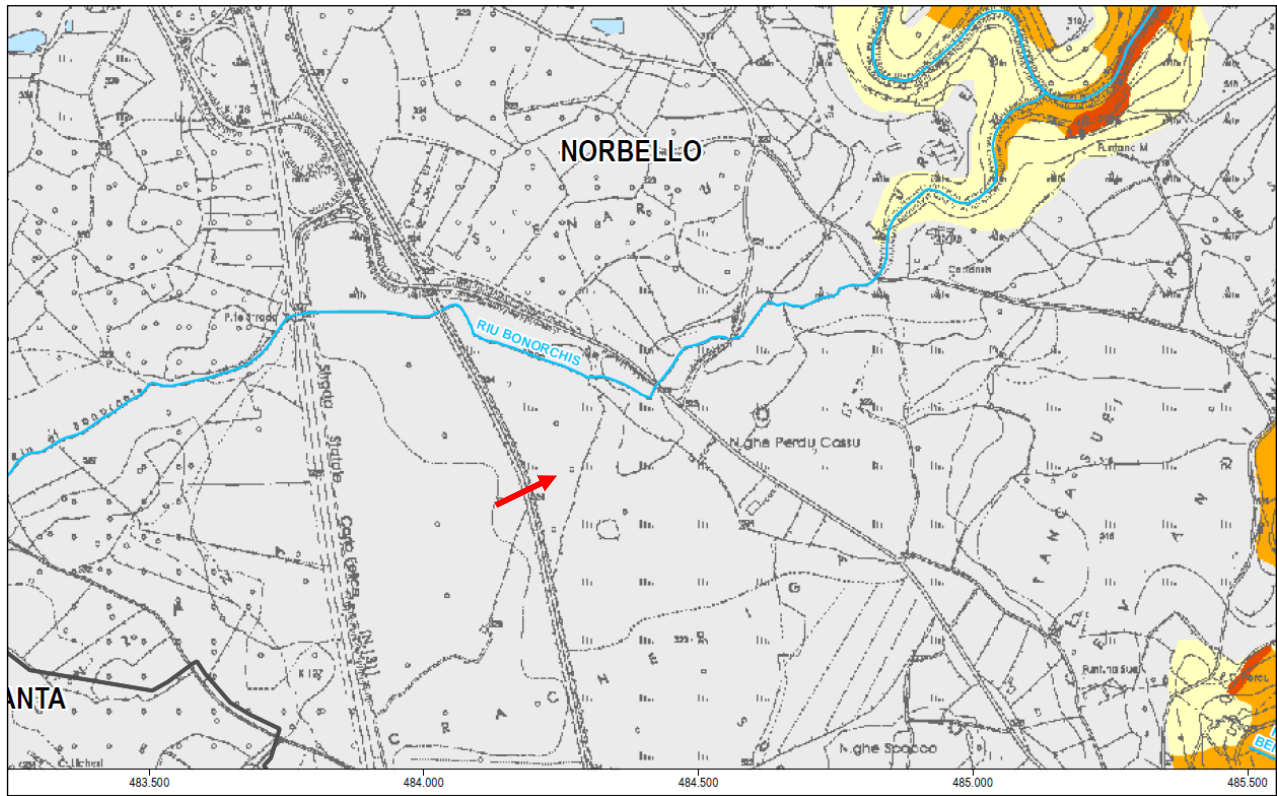


Figura 15: variante generale P.A.I. frane in fase di approvazione

Classe	Intensità	Descrizione
Hg0	Nulla	Aree studiate non soggette a potenziali fenomeni franosi
Hg1	Moderata	I fenomeni franosi presenti o potenziali sono marginali
Hg2	Media	Zone in cui sono presenti solo frane stabilizzate non più riattivabili nelle condizioni climatiche attuali a meno di interventi antropici (assetti di equilibrio raggiunti naturalmente o mediante interventi di consolidamento) zone in cui esistono condizioni geologiche e morfologiche sfavorevoli alla stabilità dei versanti ma prive al momento di indicazioni morfologiche di movimenti gravitativi
Hg3	Elevata	Zone in cui sono presenti frane quiescenti per la cui riattivazione ci si aspettano presumibilmente tempi pluriennali o pluridecennali; zone di possibile espansione areale delle frane attualmente quiescenti; zone in cui sono presenti indizi geomorfologici di instabilità dei versanti e in cui si possono verificare frane di neoformazione presumibilmente in un intervallo di tempo pluriennale o pluridecennali
Hg4	Molto elevata	Zone in cui sono presenti frane attive, continue o stagionali; zone in cui è prevista l'espansione areale di una frana attiva; zone in cui sono presenti evidenze geomorfologiche di movimenti incipienti

Figura 16: legenda della figura precedente

4. OPERE PREVISTE IN PROGETTO

Gli interventi in questione non incidono sui substrati se non in maniera parziale, e può essere considerato, a fini geologici e geotecnici, di bassa entità.

Una volta individuata e dimensionata l'area di intervento di circa 2436 mq di cui 2136 per il processo di compostaggio e 300 per lo stoccaggio del prodotto finito, questa verrà integralmente pavimentata in calcestruzzo rinforzato con fibre o con rete elettrosaldata.

L'area sarà realizzata in maniera tale da impedire che le acque meteoriche e di ruscellamento provenienti dalle aree circostanti raggiungano la stazione di compostaggio.

Tale superficie sarà dotata di adeguate sagomature e pendenze (condizioni ottimali si realizzano con pendenze comprese tra lo 0,6 e 1%) in grado di convogliare le acque superficiali (meteoriche e di percolato della matrice) in un apposito sistema di raccolta. Quest'ultimo sarà composto da pozzetti con caditoie e da condotte interrate che addurranno le acque suddette in un'apposita cisterna interrata di apposita capacità.

L'area di lavorazione è immediatamente adiacente la zona di stoccaggio temporaneo dei rifiuti e risulta adeguata in termini di dimensioni. I macchinari impiegati (trituratore) saranno dotati di nebulizzatori ad acqua. L'area di stoccaggio del prodotto finito (ammendante compostato) è posta immediatamente a ridosso di quella di produzione e ben visibile dagli utenti che accedono all'area di conferimento. Con una superficie di 300 mq è in grado di ospitare circa 420 mc di compost maturo con cumuli disposti a forma di tronco di cono dell'altezza massima di 4 metri. Per quanto riguarda la restante porzione di impianto già autorizzato destinato al trattamento e recupero dei rifiuti inerti (determinazione dirigenziale Prov. Oristano N. 6 del 09/01/2019) le uniche modifiche riguardano una diversa distribuzione di alcune aree di messa in riserva per tener conto dei nuovi quantitativi (in riduzione) per alcuni CER al fine di compensare il quantitativo delle 990 t/anno da destinarsi a compostaggio e rendere invariato il totale autorizzato sempre di 243.750 t/a.

Si rimanda agli elaborati di progetto per un'accurata descrizione delle opere previste.

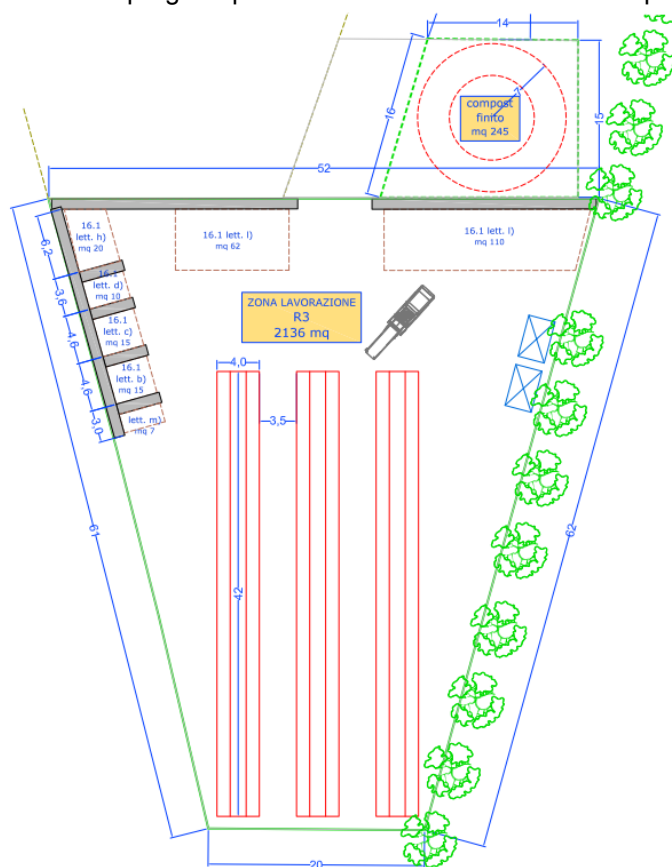


Figura 17: interventi previsti in progetto

PARTE GEOLOGICA

5. MODELLO GEOLOGICO

5.1. Caratteristiche climatiche

L'analisi climatologica è stata condotta attraverso lo studio delle variabili termopluviometriche registrate nella stazione di Abbasanta (317 m. s. l. m). Quest'ultima stazione, che ricade a breve distanza dal territorio esaminato, è stata scelta in quanto ritenuta estremamente rappresentativa delle condizioni climatiche del settore. L'analisi delle condizioni pluviometriche è stata eseguita utilizzando i dati rilevati dal SISS per la stazione considerata. Partendo da questi dati ottenuti dalle medie di ca. un settantennio di osservazione, è stato possibile calcolare il valore medio annuale delle precipitazioni che raggiunge gli 887.1 mm. L'andamento medio delle precipitazioni evidenzia che i mesi più piovosi risultano Novembre e Dicembre, rispettivamente con 131.0 mm e 135.8 mm; Luglio è il mese meno piovoso, con 7.7 mm di pioggia. Per lo studio delle condizioni termiche della zona sono stati utilizzati i dati relativi alla temperatura media mensile rapportata ad un solo quadriennio per la medesima stazione pluviometrica. Il massimo valore della temperatura media si registra nei mesi di luglio e agosto con 24.7°C e 26.1°C rispettivamente; il minimo valore della temperatura media, a gennaio con 7.8°C. La temperatura media annua è di 16.0°C .

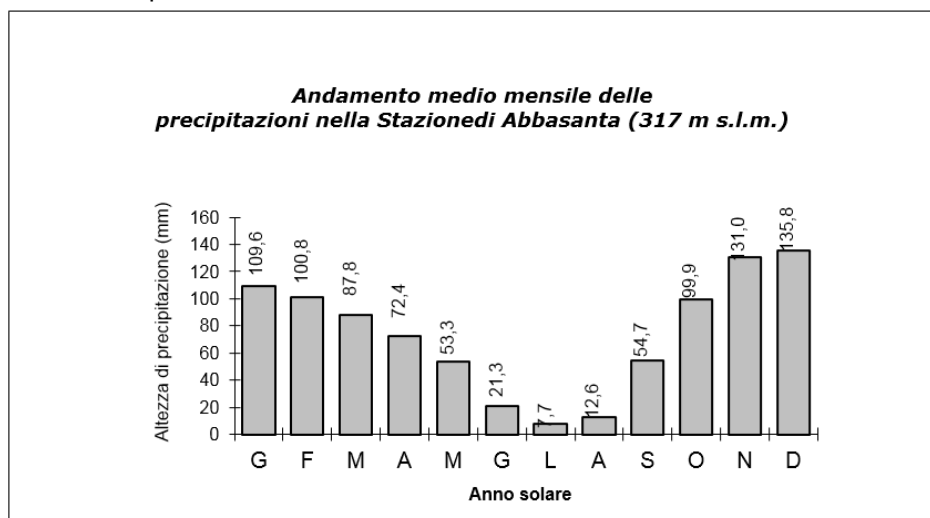


Figura 18: grafico dell'andamento medio delle precipitazioni

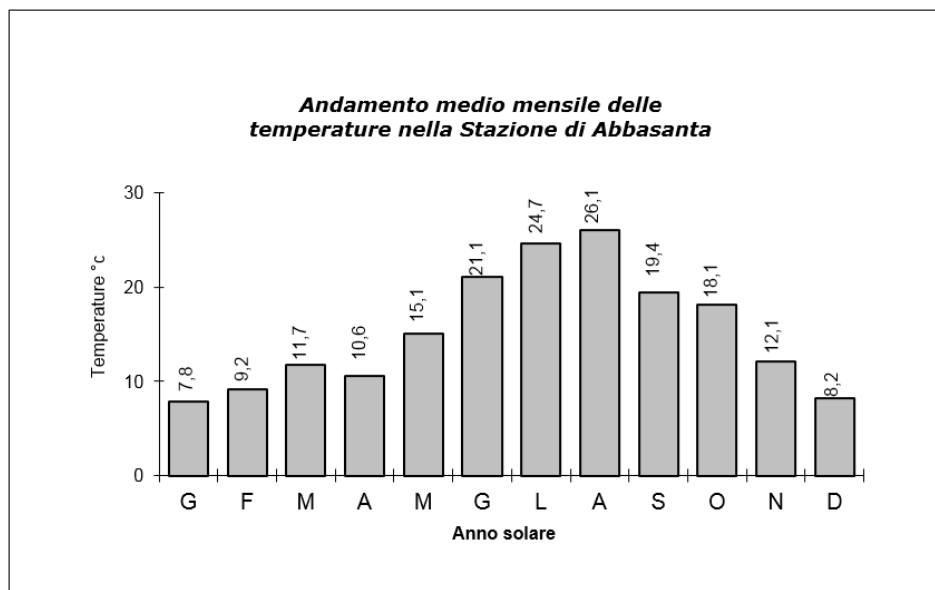


Figura 19: grafico dell'andamento medio delle temperature

Al fine di caratterizzare al meglio l'andamento climatico del settore a cui è connesso in parte il comportamento reologico anche dei terreni e delle falde superficiali, può rivestire una certa utilità l'andamento comparato dei due fondamentali elementi climatici già descritti: la temperatura e le precipitazioni.

A tal fine si è proceduto al calcolo dell'*indice di Aridità* (I_a), adottando la formula di *De Martonne* in quanto risulta la più adatta per regioni con clima mediterraneo alle quali la zona studiata può ascrivere.

Per la stazione in questione si ha il seguente valore di I_a :

G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D
89.54	73.89	63.00	48.55	42.17	25.48	8.22	2.66	4.19	22.3	42.66	71.13

Figura 20: indice di De Martonne

Dai dati riportati si evince chiaramente che l'area in esame risente di un marcato periodo di aridità (indice inferiore a 10 o prossimo a tale valore) nei mesi di Giugno, Luglio, Agosto. Tale periodo di aridità è evidenziato graficamente nel diagramma ombro-termico (*Bagnouls-Gaussen*). Tale diagramma, attraverso la larghezza dell'intervallo tra le due curve, evidenzia sia i periodi in cui si ha un prevalere delle precipitazioni sui consumi dovuti all'evapotraspirazione che i periodi in cui le perdite per evapotraspirazione superano gli afflussi. La stagione siccitosa, rappresentata dall'area racchiusa tra le due curve, inizia a giugno e termina a settembre. Durante questo periodo, pressoché tutta l'acqua che cade sul terreno evapora rapidamente a causa dei complessi fenomeni legati all'evapotraspirazione. Dall'andamento delle due curve si nota che l'alta temperatura atmosferica nei mesi estivi contribuisce a smaltire attraverso l'evapotraspirazione la quasi totalità delle acque superficiali.

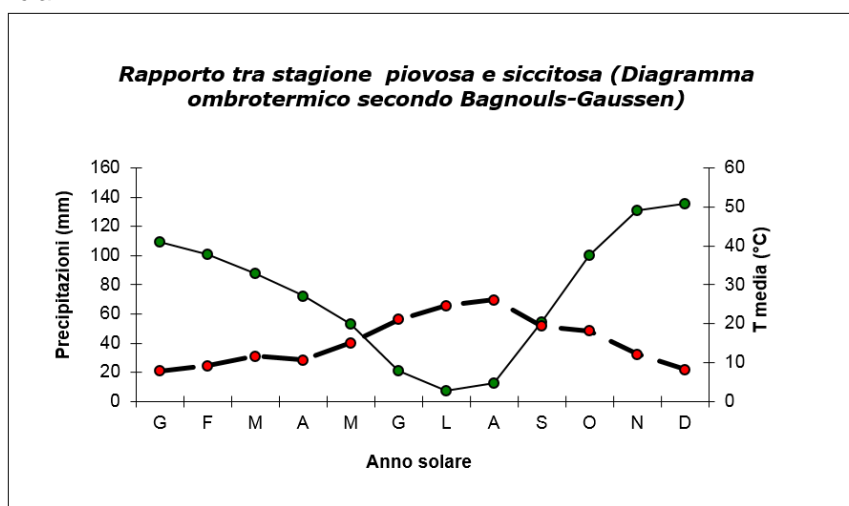


Figura 21: diagramma ombrotermico

Per ciò che concerne la localizzazione in relazione alle piogge brevi ed intense si osserva che l'area ricade nella sottozona 1 i cui parametri della curva di possibilità climatica sono riportati nella figura successiva.

SZO	Durata ≤ 1 ora	Durata >1 ora
Sottozona 1	$a=0.46420+1.0376*\text{Log}(T)$ $n=-0.18488+0.22960*\text{Log}(T)-3.3216*10^{-2}*\text{Log}^2(T)$	$a=0.46420+1.0376*\text{Log}(T)$ $n=-1.0469*10^{-2}-7.8505*10^{-3}*\text{Log}(T)$
Sottozona 2	$a=0.43797+1.0890*\text{Log}(T)$ $n=-0.18722+0.24862*\text{Log}(T)-3.36305*10^{-2}*\text{Log}^2(T)$	$a=0.43797+1.0890*\text{Log}(T)$ $n=-6.3887*10^{-3}-4.5420*10^{-3}*\text{Log}(T)$
Sottozona 3	$a=0.40926+1.1441*\text{Log}(T)$ $n=-0.19060+0.264438*\text{Log}(T)-3.8969*10^{-2}*\text{Log}^2(T)$	$a=0.40926+1.1441*\text{Log}(T)$ $n=1.4929*10^{-2}+7.1973*10^{-3}*\text{Log}(T)$

Tali parametri sono di utilità nel caso del dimensionamento di eventuali reti di drenaggio superficiale.

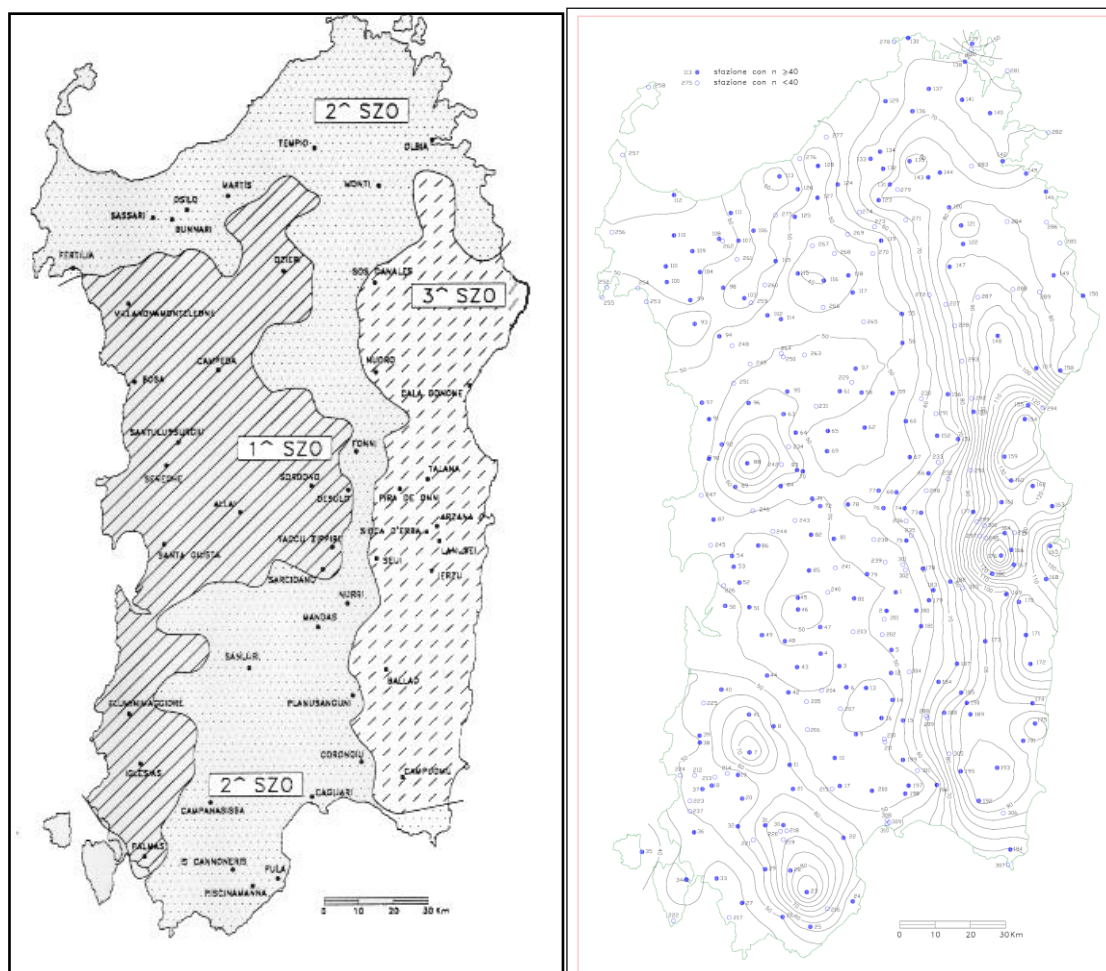


Figura 22: sottozone per piogge brevi ed intense e distribuzione spaziale delle altezze di pioggia

5.2. Riferimenti geomorfologici: evoluzione geomorfologica del rilievo

L'evoluzione geomorfologica delle aree è il risultato della combinazione dei processi di natura endogena ed esogena e come tale è quindi influenzata dalla struttura geologica, intesa, sia come caratteristiche mineralogico-petrografiche delle rocce, sia come giacitura e diversa competenza, in relazione alla resistenza che le stesse rocce presenti, oppongono agli agenti del modellamento esogeno.

Da un punto di vista strettamente geomorfico generale si osserva che l'area in questione, si sviluppa nella fascia pianeggiante dei basalti dell'altopiano di Abbasanta che alla base, sui versanti molto distanti dal punto di intervento, vede la successione sia delle Arenarie di Boroneddu e sia dei depositi sedimentari della Formazione di Tadasuni.

L'area di intervento si presenta pertanto stabile, priva di evidenze geomorfologiche significative locali, priva di fenomeni di instabilità geomorfologica di franamento in atto o potenziali tali da compromettere la realizzazione dell'impianto. E' ubicata quindi nella fascia pianeggiante, posta al di sopra dell'altopiano basaltico di Abbasanta ad una quota altimetrica di circa 324 m. s.l.m. e ad una distanza significativa dai bordi dell'altopiano (minima di 1250 metri) dove invece i fenomeni geomorfologici sono significanti.

L'andamento dei luoghi, derivabile anche dal semplice profilo altimetrico di google earth consente di verificare la situazione subpianeggiante dell'area priva quindi di acclività tali da innescare particolari processi erosivi o di destabilizzazione di eventuali rilievi.

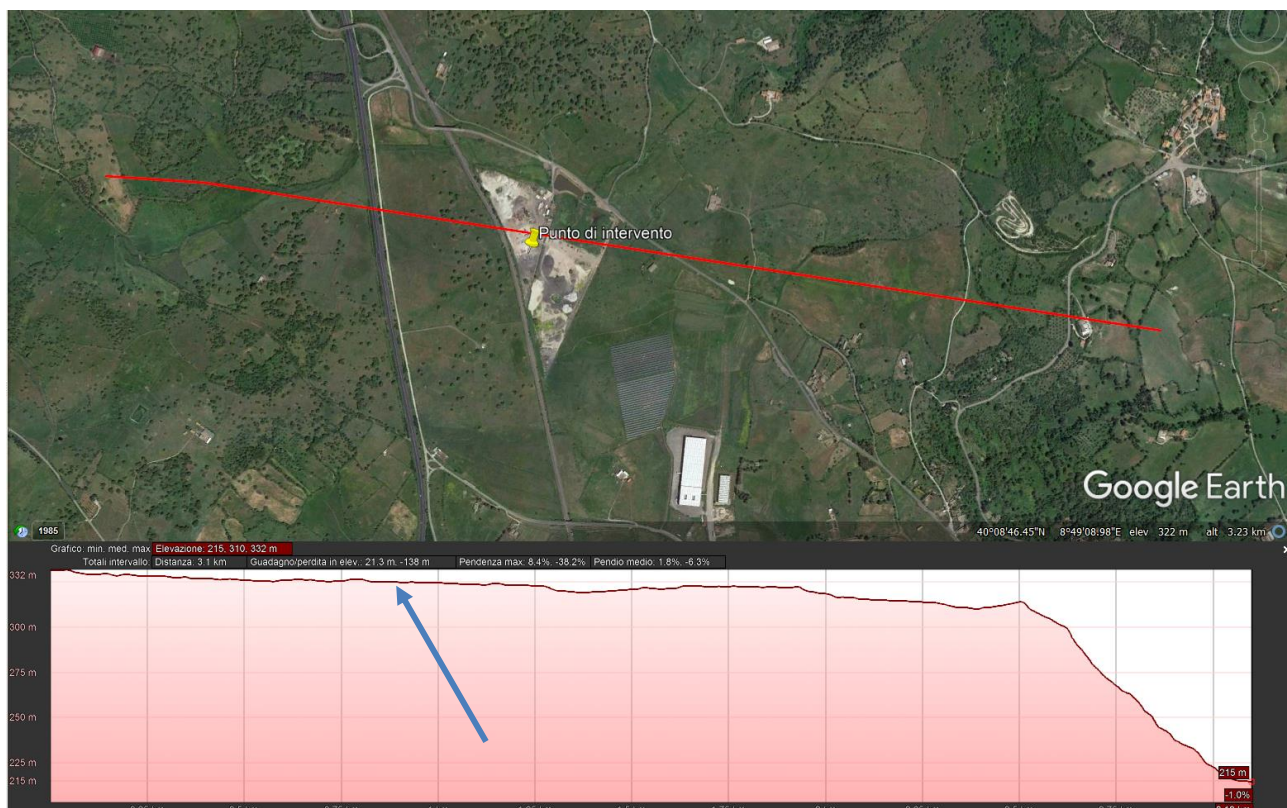


Figura 23: profilo altimetrico Google Earth

Le forme del rilievo sono quindi variabili in funzione della successione stratigrafica. Le forme dell'altopiano sono pianeggianti e presentano una variazione di pendenza e quindi una rottura di versante determinata dalla forte erodibilità delle litologie di base solo nei versanti posti al di sotto della cornice a est del sito. Tale erosione si è manifestata con l'eliminazione delle bancate più tenere di tipo arenaceo, marnoso, argilloso, che sono attualmente affioranti nelle zone delle pendici sottostanti le vulcaniti proprio nell'estremità Nord dell'abitato di Norbello. In via del tutto generale è quindi possibile differenziare i processi erosivi in funzione delle litologie e delle morfologie. In corrispondenza della cornice rocciosa laddove la stessa si presenta meglio sviluppata, come nel settore posto verso la zona Nord ed Est dell'abitato di Norbello, i fenomeni geomorfici agenti sono prevalentemente riconducibili a processi erosivi differenziali che avvengono anche con il distacco di elementi instabili e fratturati di vulcanite. La genesi dei movimenti è strettamente legata all'erosione differenziale che si innesca tra i litotipi basali più friabili e le vulcaniti maggiormente resistenti all'alterazione. Lo scalzamento alla base determina infatti il distacco di limitate porzioni più allentate di roccia e l'accumulo di materiale clastico, spesso di dimensione comunque contenuta, al piede del versante. Nella fascia sottostante valliva, occupata dai depositi sedimentari miocenici, avvengono invece erosioni differenziali in corrispondenza di passaggi litologici e i processi geomorfici agenti sono prevalentemente riconducibili a fenomeni erosivi differenziali che avvengono in corrispondenza delle variazioni composizionali della serie. Si generano così superfici di bancata di strato, spesso in arretramento in corrispondenza dei livelli maggiormente competenti alternati ad altri più francamenti argillosi e quindi più erodibili. Si tratta quindi di fenomenologie completamente assenti nel sito in questione. Venendo più specificatamente all'analisi delle modificazioni morfologiche del sito, si può asserire che quindi lo stesso è posto all'interno del comparto subpianeggiante del plateau basaltico. L'esame delle ortofoto storiche e dei dati cartografici disponibili, permette di osservare le eventuali variazioni apportate alla morfologia dei luoghi. Dalle stesse possono desumersi dati utili per valutare eventuali situazioni di interesse per la ricostruzione dell'evoluzione dell'area in questione. L'unica cartografia storica disponibile, ma nella quale non si notano variazioni sostanziali o utilizzi del suolo diverse da quello zootecnico è quella della carta I.G.M. del 1962. Anche nell'ortofoto dell'anno 1968 si hanno le medesime conferme in quanto si individua un sito naturale privo di interventi di natura antropica fatta eccezione per la perturbazione legata alla presenza della linea ferroviaria.



Figura 24: vista globale del sito e della ferrovia adiacente al medesimo

L'infrastrutturazione del settore circostante, all'epoca non ancora avvenuta come area artigianale, è rimasta infatti nel complesso molto limitata in quanto in tutte le aree ha sempre prevalso l'utilizzo agricolo-pastorale. Di seguito uno stralcio della Cartografia storica degli anni 60 e le ortofoto riferite ad orizzonti temporali diversi dalle quali si può osservare lo sviluppo dell'intero comparto.

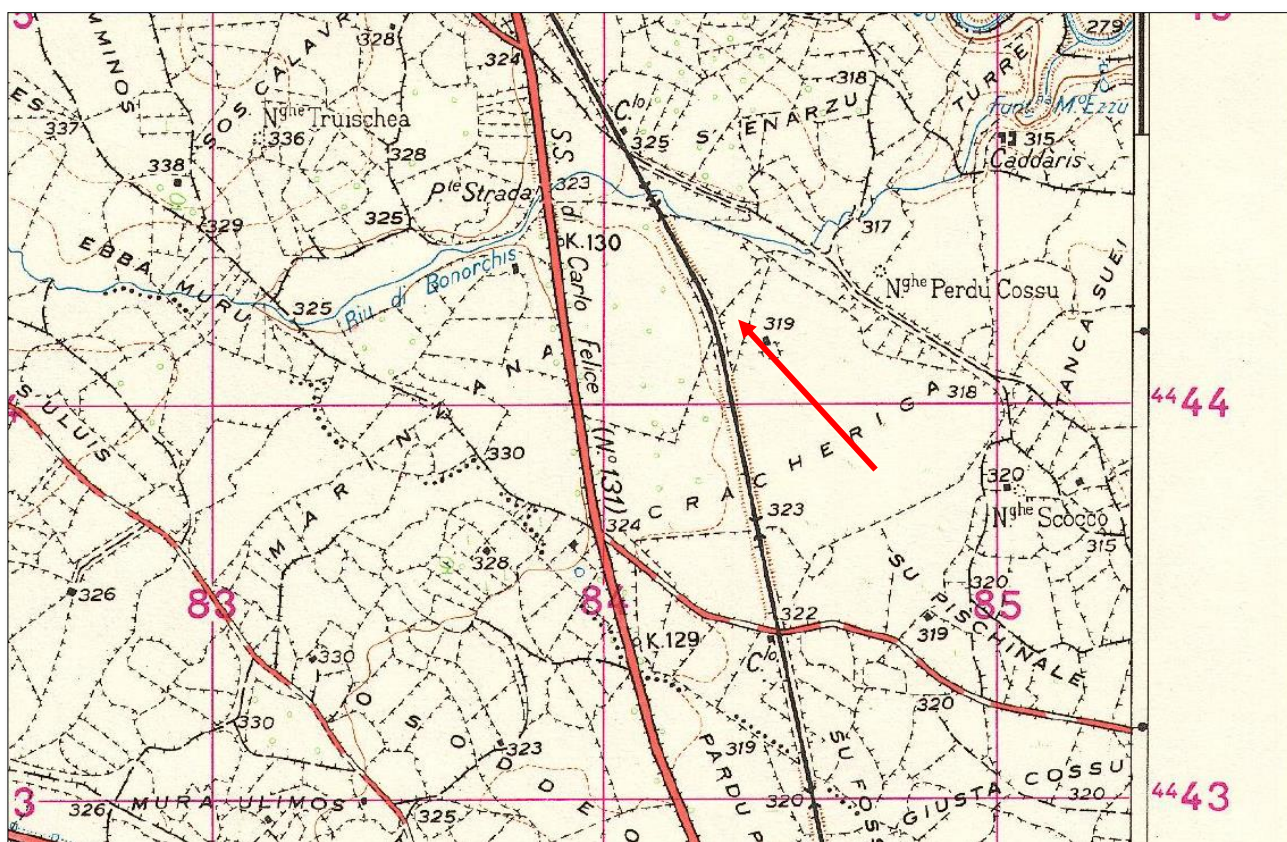


Figura 25: cartografia I.G.M. anni 60 – stralcio



Figura 26: ortofoto dell'anno 1968

Anche con riferimento all'ortofoto dell'anno 1977 non si notano variazioni rispetto alla situazione previgente rappresentata nel decennio antecedente.



Figura 27: ortofoto dell'anno 1977

L'ortofoto dell'anno 1999 evidenzia invece l'infrastrutturazione dell'area adiacente nella quale sono stati realizzati scavi legati con ogni probabilità anche alla realizzazione della viabilità legata allo svincolo della S.S. 131 e al ponte ferroviario. Tale scavo è posto all'interno dell'alveo del Rio Bonorchis ed è tuttora esistente.

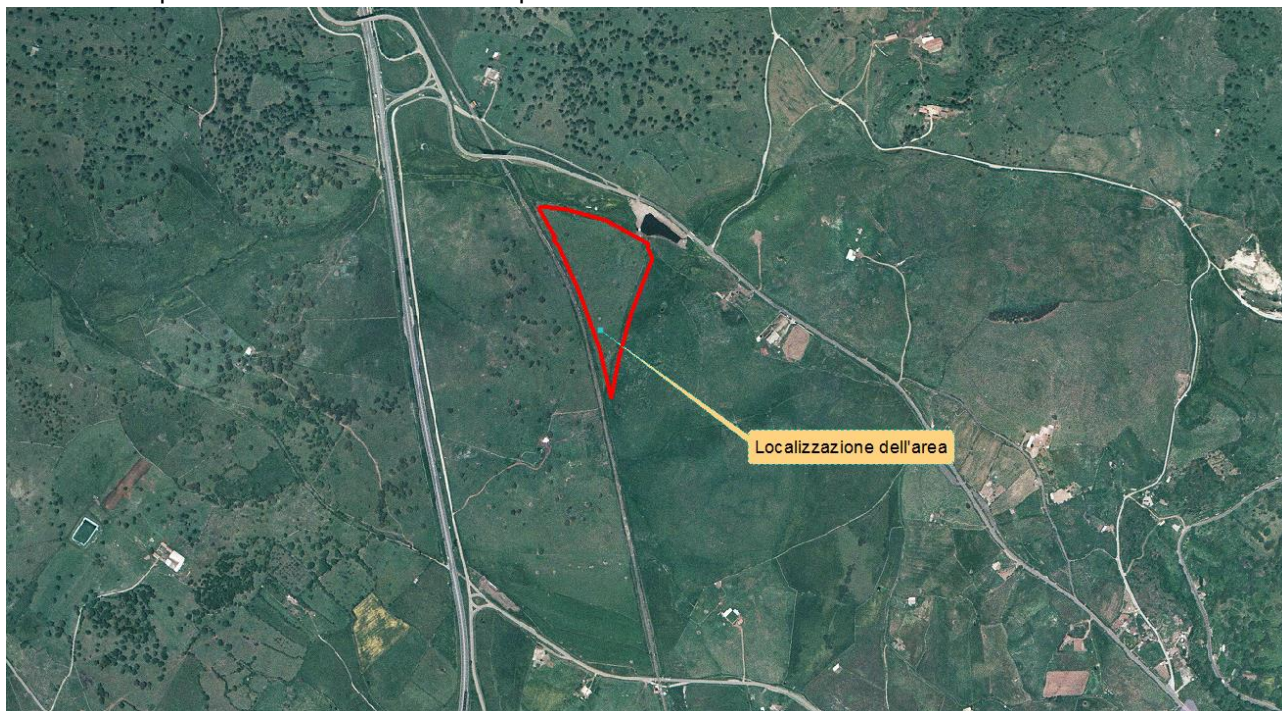


Figura 28: ortofoto dell'anno 1999



Figura 29: invaso all'interno del Rio Bonorchis

Nell'ortofoto del 2010 sono già in essere i movimenti terra legati alle attività di realizzazione impiantistica per il trattamento rifiuti.



Figura 30: ortofoto dell'anno 2010

La situazione dei luoghi è praticamente rimasta immutata da allora se si raffronta la situazione attuale con quella del 2010 fatta eccezione per una espansione di occupazione del suolo in un terreno posto a Est dell'area di intervento dove però non si sviluppano attività di trattamento dei rifiuti.



Figura 31: Immagine Google Earth anno 2022

Nelle aree di intervento non sono presenti ed evidenti fenomeni di dissesto o processi erosivi particolari che possano compromettere la realizzazione dell'opera e sui quali la medesima opera possa essere causa di dissesto o accelerazione erosiva.

5.3. Caratteristiche geopedologiche e di uso del suolo

L'ambiente pedologico del territorio va visto in relazione alle caratteristiche delle formazioni geolitologiche presenti, ai diversi aspetti morfologici, climatici e vegetazionali. I suoli del settore sono stati già rimossi per l'inserimento delle attività avvenute da tempo. In ogni caso, considerando l'area circostante, si può asserire che il settore in questione si sviluppa su aree nelle quali la pedologia non è particolarmente sviluppata.

Sui litotipi basaltici dell'altopiano possono rinvenirsi unicamente dei suoli poco spessi, in genere di profondità inferiore a 50 cm, a tessitura argillosa, talora di colorazione prevalentemente rossastra, struttura poliedrica sub-angolare e angolare, poco permeabili e ad elevata erodibilità. Sono caratterizzati da elevata rocciosità e pietrosità, eccesso di scheletro, e sono in genere soggetti a fenomeni di idromorfia. In alcune aree comunque, potrebbero anche rinvenirsi spessori maggiori in funzione delle condizioni di alterazione del substrato e quindi un profilo più evoluto del tipo A-C. Altrove i suoli sono invece meno evoluti. Secondo la *Soil Taxonomy dell'U.S.D.A.* i suoli possono essere classificati nel grande gruppo dei *Rock Outcrop* e *Lithic Xerorthents* (almeno per quelli più spessi) mentre quelli meno evoluti appartengono ai sottogruppi *Lithic Xerochrepts*.

Per ciò che concerne l'uso del suolo si riporta un prospetto con i principali utilizzi e si evidenzia che nelle aree di intervento si identifica il comparto artigianale (codice 1211) e le aree destinate all'utilizzo a pascolo naturale (codice 321), fabbricati rurali (codice 1122), sugherete (31122), colture temporanee associate ad altre colture permanenti (2413) etc.

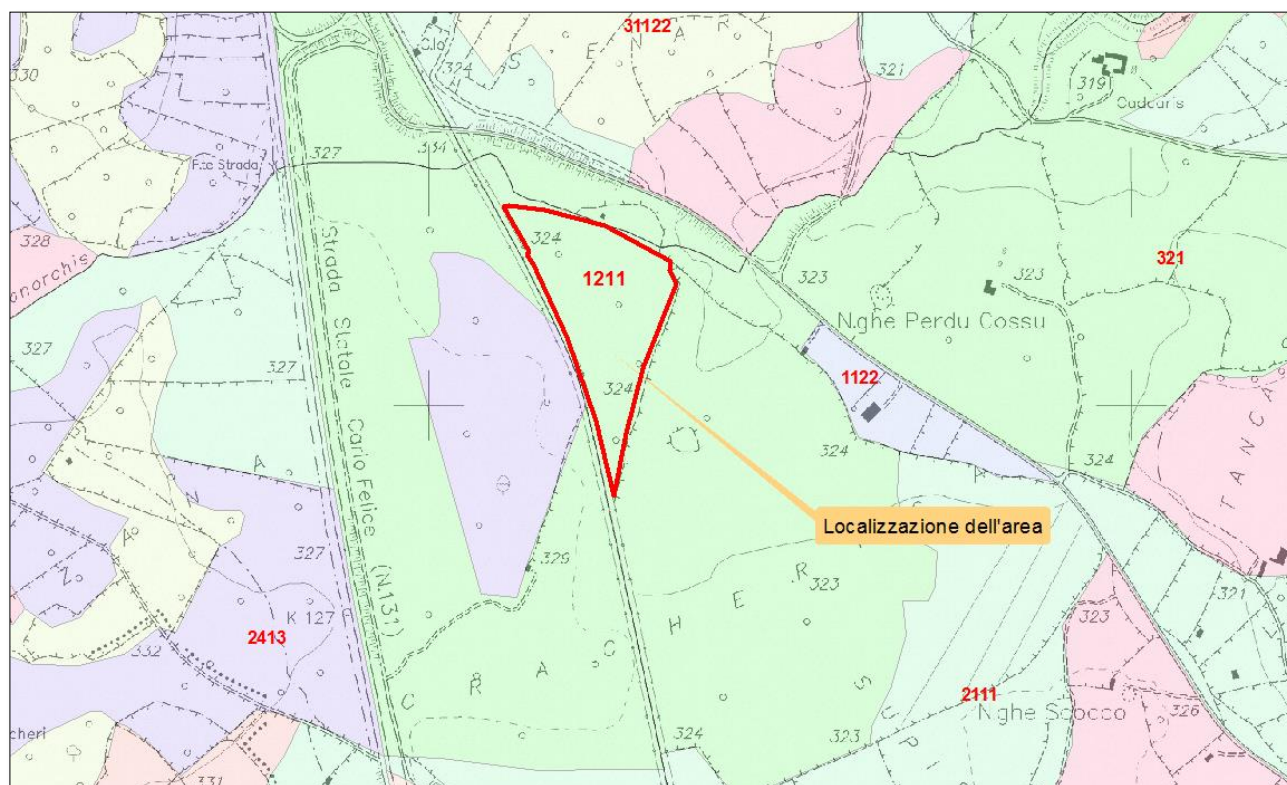


Figura 32: uso del suolo dell'area - scala 1:10.000

5.4. Pericolosità sismica: classificazione preliminare dei terreni

Per una completa descrizione dei terreni in relazione alle caratteristiche sismiche, vengono di seguito riportate alcune considerazioni preliminari in merito alla pericolosità e alla classificazione dei terreni di intervento ai sensi delle NTC. Considerato la limitata entità dell'intervento è stata utilizzata una classe dei suoli a vantaggio della sicurezza.

Solitamente, ai fini della valutazione della classe di appartenenza, vengono utilizzate, in base alle NTC 2018, indagini geofisiche con metodologia sismica.

Allo stato attuale la Regione Sardegna non ha effettuato studi sulla microzonazione sismica specifica della Regione Sardegna. Nel 2003 sono stati emanati i criteri di nuova classificazione sismica del territorio nazionale, basati sugli studi e le elaborazioni più recenti relative alla pericolosità sismica del territorio, ossia sull'analisi della probabilità che il territorio venga interessato in un certo intervallo di tempo (generalmente 50 anni) da un evento che superi una determinata soglia di intensità o magnitudo. A tal fine è stata pubblicata l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, sulla Gazzetta Ufficiale n. 105 dell'8 maggio 2003. Il provvedimento detta i principi generali sulla base dei quali le Regioni, a cui lo Stato ha delegato l'adozione della classificazione sismica del territorio (Decreto Legislativo n. 112 del 1998 e Decreto del Presidente della Repubblica n. 380 del 2001 - "Testo Unico delle Norme per l'Edilizia"), hanno compilato l'elenco dei comuni con la relativa attribuzione ad una delle quattro zone, a pericolosità decrescente, nelle quali è stato riclassificato il territorio nazionale.

Zona 1 - E' la zona più pericolosa. La probabilità che capiti un forte terremoto è alta

Zona 2 - In questa zona forti terremoti sono possibili

Zona 3 - In questa zona i forti terremoti sono meno probabili rispetto alla zona 1 e 2

Zona 4 - E' la zona meno pericolosa: la probabilità che capiti un terremoto è molto bassa

Di fatto, sparisce il territorio "non classificato", e viene introdotta la zona 4, nella quale è facoltà delle Regioni prescrivere l'obbligo della progettazione antisismica. A ciascuna zona, inoltre, viene attribuito un valore dell'azione sismica utile per la progettazione, espresso in termini di accelerazione massima su roccia (zona 1=0.35 g, zona 2=0.25 g, zona 3=0.15 g, zona 4=0.05 g).

Le novità introdotte con l'ordinanza sono state pienamente recepite e ulteriormente affinate, grazie anche agli studi svolti dai centri di competenza (Ingv, Reluis, Eucentre). Un aggiornamento dello studio di pericolosità di riferimento nazionale (Gruppo di Lavoro, 2004), previsto dall'OPCM 3274/03, è stato adottato con l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3519 del 28 aprile 2006. Il nuovo studio di pericolosità, allegato all'Opcm n. 3519, ha fornito alle Regioni uno strumento aggiornato per la classificazione del proprio territorio, introducendo degli intervalli di accelerazione (ag), con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni, da attribuire alle 4 zone sismiche.

Zona	Accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni	Accelerazione orizzontale massima convenzionale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico
1	$0,25 < ag \leq 0,35g$	0,35g
2	$0,15 < ag \leq 0,25g$	0,25g
3	$0,05 < ag \leq 0,15g$	0,15g
4	$\leq 0,05g$	0,05g

Figura 33: accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (ag)

La Sardegna è considerata da tutti gli studi di settore in particolare dal GNDT (Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti) come un'area caratterizzata da una bassa sismicità. In conformità all'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 3274 del 2003 con la quale si stabiliscono i nuovi criteri per la classificazione sismica del territorio italiano, l'Isola è classificata come zona 4.

Tale tipologia di rischio si può quindi considerare di entità moderata. La RAS ha disciplinato l'argomento unicamente con la Delibera di Giunta Regionale 15/31 del 30/03/2004 "Disposizioni preliminari in attuazione dell'Ordinanza P.C.M. 3274 del 20.3.2003 recante "Primi elementi in materia di criteri generali per

la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" oggi comunque superata dalle NTC 2018.

Infatti, tale Deliberazione sanciva di non introdurre l'obbligo di progettazione antisismica. In realtà la progettazione antisismica è comunque da ritenere sempre obbligatoria sulla base delle NTC 2018 che comunque precisa che studi sulla risposta locale devono essere sempre avviati ai fini della definizione della classe di appartenenza dei terreni e della definizione della pericolosità sismica di base. Ossia ci si deve riferire ad una accelerazione di riferimento "propria" individuata sulla base delle coordinate geografiche dell'area di progetto e in funzione della vita nominale dell'opera. Un valore di pericolosità di base, dunque, definito per ogni punto del territorio nazionale (e quindi anche delle isole), su una maglia quadrata di 5 km di lato, indipendentemente dai confini amministrativi comunali. La classificazione sismica (zona sismica di appartenenza del comune) rimane utile solo per la gestione della pianificazione e per il controllo del territorio da parte degli enti preposti (Regione, Genio civile, ecc.). Di seguito la mappa della classificazione sismica aggiornata al mese di Aprile del 2021 redatta dal Dipartimento di Protezione Civile.

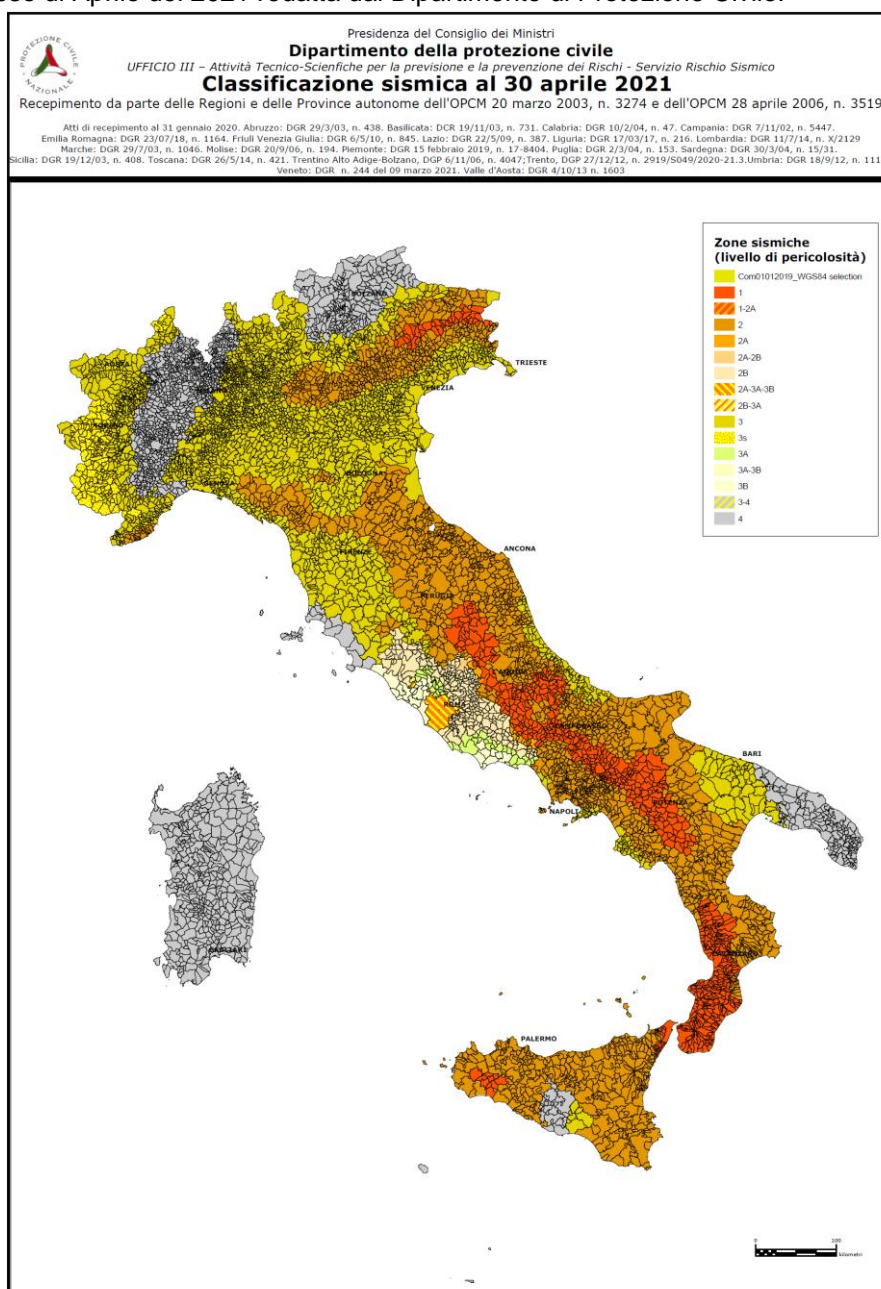


Figura 34: classificazione simica del territorio nazionale

Ai fini della valutazione della classe di appartenenza, vengono utilizzate, in base alle NTC 2018, indagini geofisiche con metodologia sismica come ad esempio il metodo MASW.

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 rigidità 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." (*tratto da Caratterizzazione sismica dei suoli con il metodo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves – V. Roma 2006).*

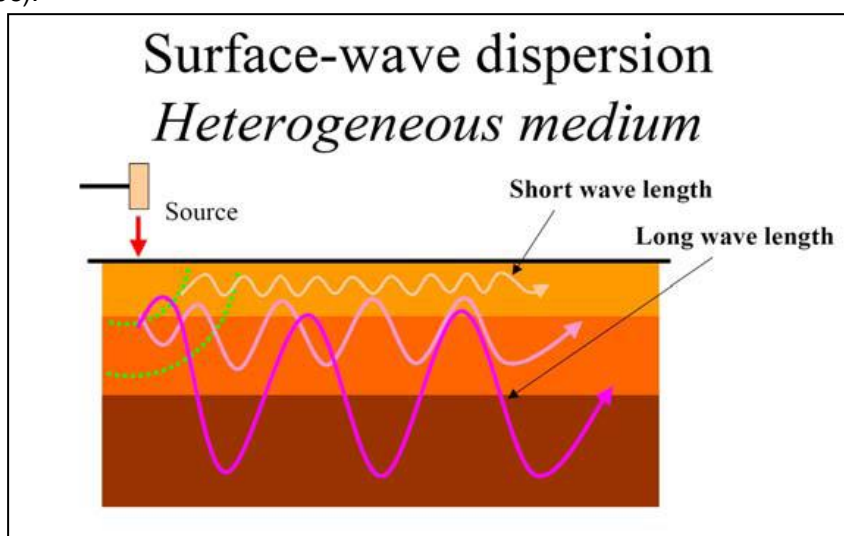


Figura 35: metodologia di indagine - trasmissione onde

L'indagine M.A.S.W. è di tipo attivo, ossia misura del comportamento dei terreni a seguito di un'energizzazione. 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 o 3,0 m in funzione della disponibilità di spazio. Esternamente alla stesa geofonica ("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 15,0. 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. 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. Il numero di geofoni utile all'esecuzione ottimale di un'indagine M.A.S.W. è normalmente di 24 geofoni dei quali si utilizzano tutte le tracce.

Le "Norme Tecniche per le Costruzioni" – D.M. del 17/01/2018 – NTC 2018, così come le precedenti NTC 2008, definiscono le regole per progettare l'opera sia in zona sismica che in zona non sismica. Per la valutazione delle azioni sismiche di progetto deve essere valutata l'influenza delle condizioni litologiche e morfologiche locali sulle caratteristiche del moto nel suolo superficiale.

Per tale motivo si esegue una classificazione dei terreni compresi fra il piano di campagna ed il "bedrock" attraverso la stima delle velocità medie delle onde di taglio (VS_{30}).

Il sito può essere classificato con il valore delle V_{s30} così come riportato nella tabella 3.2II delle NTC 2018 al paragrafo 3.2.2. Rispetto alla precedente previsione delle NTC 2008, non è prevista la classificazione sulla base dei valori delle SPT. 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).

Per qualsiasi condizione di sottosuolo non classificabile nelle categorie precedenti, è necessario predisporre specifiche analisi di risposta locale per la definizione delle azioni sismiche

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>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.</i>
B	<i>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.</i>
C	<i>Depositi 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.</i>
D	<i>Depositi 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.</i>
E	<i>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.</i>

Figura 36: categorie dei terreni secondo le NTC 2018

In via preliminare, a fini cautelativi, si stima l'appartenenza dei terreni ubicati sopra l'altopiano basaltico, alla **Categoria A** ossia **“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 metri.**

Per ciò che concerne i parametri sismici si evidenzia quanto segue.

Tipo opera:	1 - Opere provvisorie
Classe d'uso:	Classe II
Vita nominale:	10,0 [anni]
Vita di riferimento:	10,0 [anni]
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC*[sec]
S.L.O.	30,0	0,186	2,610	0,273
S.L.D.	30,0	0,235	2,670	0,296
S.L.V.	95,0	0,490	2,880	0,340
S.L.C.	195,0	0,588	2,980	0,372

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

S.L.Stato limite	amax [m/s ²]	Beta [-]	Khk [-]	Kvk [sec]	Khi
S.L.O.	0,186	0,2	0.0038	0,0019	0.0495
S.L.D.	0,235	0,2	0.0048	0,0024	0.064

S.L.V.	0.49	0,2	0,01	0,005	0.048
S.L.C.	0.588	0,2	0,012	0,006	0.0596

Per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale. Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione:

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 $i > 30^\circ$

In base alle sue caratteristiche topografiche il sito di progetto ricade nella categoria "T1".

5.5. Inquadramento geologico generale

Nell'area in argomento, come più volte accennato, si sviluppano sia le vulcaniti plioceniche mentre sui bordi dell'altopiano si osservano le litologie di base della successione vulcanica rappresentate da depositi sedimentari miocenici (arenarie di Boroneddu sigla RDU). Le vulcaniti basaltiche costituenti l'altopiano di Abbasanta, provenienti da bocche eruttive ubicate presumibilmente lungo la faglia del Montiferru-Marghine, e da bocche secondarie ubicate più a Sud, presentano spessori nel complesso limitati di qualche decina di metri.

Le vulcaniti citate sono appartenenti alla Subunità di Dualchi (sigla BPL2) (Basalti della Campeda-Planargia) e sono rappresentate da andesiti basaltiche subalcaline, porfiriche per fenocristalli di Pl, Cpx, Opx, Ol; in estesi espandimenti e trachibasalti e basalti debolmente alcalini, porfirici per fenocristalli di Pl, Ol, Cpx; si presentano con la tipica morfologia pianeggiante, con debole ma costante inclinazione verso Est. Il chimismo delle lave va quindi dai basalti alcalini ai trachibasalti; dal punto di vista magmatologico possono essere ricondotte al vulcanismo di magma fluido ed inquadrate nel gruppo dei basalti alcalini-olivinici fuoriusciti prevalentemente da centri di emissione lineari e subordinatamente puntiformi ubicati lungo la faglia citata e dall'edificio vulcanico di Monte Sant'Antonio che funge da punto di incontro fra i diversi prodotti derivanti dai due sistemi vulcanici della Planargia-Borore-Abbasanta e dal Montiferru. Da un punto di vista mineralogico i componenti principali sono i plagioclasti e i pirosseni. La roccia compatta e lapidea si presenta in genere di colore grigio localmente nerastro o bruno rossastro; il raffreddamento avvenuto dopo la messa in posto ha generalmente prodotto una fatturazione verticale sub ortogonale isolando spesso localmente grossi blocchi a forma più o meno regolare.

Il passaggio tra colate successive è spesso segnato da livelli argillosi talora arrossati, interpretabili o come paleosuoli o come porzioni scoriacee dei bordi delle colate. Le scorie sono caratterizzate da una notevole bollosità dovuta alla degassificazione dei magmi. Talora, al di sopra dell'espandimento basaltico sono presenti alcune depressioni ricoperte da spessori variabili di materiale argilloso.

Si trascura la descrizione delle litologie sedimentarie di base in quanto non interessate dal presente intervento.

Per il basalto si riportano i seguenti dati di letteratura:

Litologia	γ (t/m ³)	I (% di V)	K(cm/s)	n (app. %)	τ (Kg _p /cm ²)	ϕ
Basalto	$2.75 \div 3.$	10	$10^{-4} \div 10^{-8}$	$1 \div 3$	$200 \div 600$	$50 \div 55$

Con :

γ (t/m³): Peso specifico

I (% del volume): coefficiente

K: Permeabilità

n: porosità apparente

τ : resistenza al taglio

ϕ : Angolo d'attrito interno

Poco più a sud dell'area di intervento si rilevano depositi palustri legati alle depressioni normalmente presenti sulle superfici subpianeggianti degli altopiani basaltici.

La Formazione di Tadasuni (TDI) costituita da un conglomerato basale, a componente arenacea variabile, con faune a molluschi (*Ostrea* e.m., *Cardium*, *Pecten*) ed echinodermi, passante verso l'alto ad arenarie e con alternanze marnoso-arenacee, in banchi decimetrici più o meno compatti si rileva ad ovest di Norbello. Lo stesso dicasi per le Arenarie di Dualchi (DAL).

In relazione al sito in argomento si può quindi attestare la presenza del substrato basaltico per uno spessore di almeno 50 metri, preceduto da una fascia di alterazione del medesimo in genere pedogenizzata dello spessore di circa 1 metro.

Lo spessore delle litologie basaltiche è desunto sia dalle correlazioni geologiche con l'affioramento delle formazioni sottostanti sul bordo dell'altopiano (zona Norbello) e sia dalle perforazioni avvenute in passato per ricerche idriche effettuate nelle vicinanze come sarà meglio mostrato nel proseguo della presente.

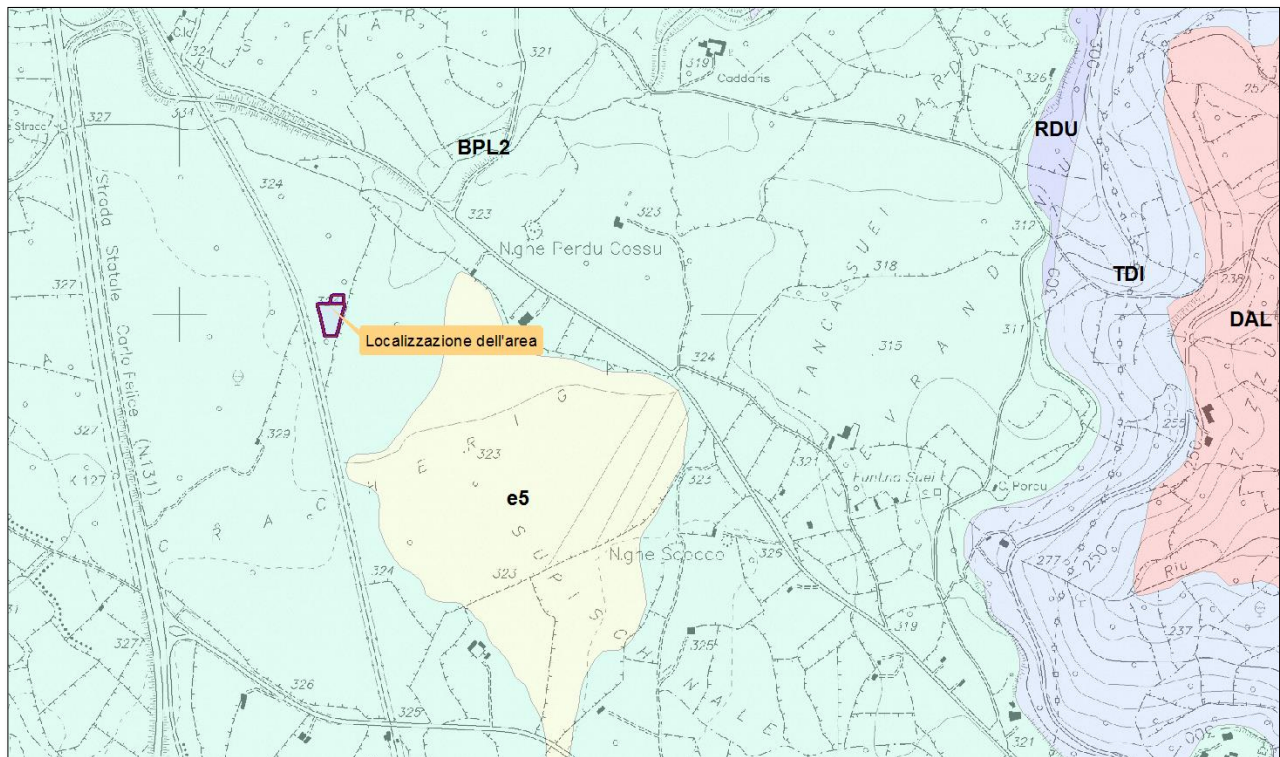
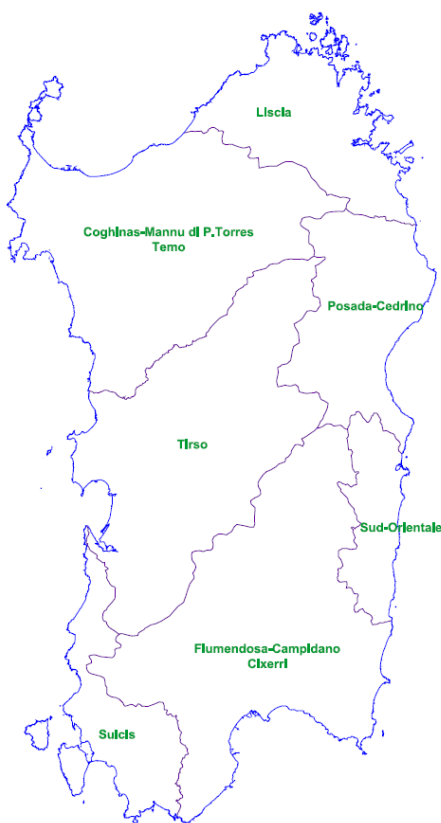


Figura 37: carta geolitologica del settore in scala 1:10.000

5.6. Inquadramento Idrogeologico



L'area in questione ricade interamente nel Sub Bacino n° 2 del Tirso così come indicato nel Piano di Assetto Idrogeologico. Dal punto di vista idrografico generale, nel settore in argomento si osserva che l'idrografia superficiale è caratterizzata da una rete di canali di drenaggio coincidenti con le principali linee di compluvio diretti affluenti, del più importante "Rio Bonorchis". I deflussi dell'area vengono drenati da tale corso d'acqua direttamente sul Rio Siddo che si immette nel tratto iniziale del lago Omodeo all'altezza del Bivio per Aidomaggiore.

Il Rio Bonorchis rappresenta il principale affluente del Rio Siddo-Merchis, ha un bacino sotteso alla confluenza in loc. Caddaris di poco più di 15 kmq. Si rileva un affluente in sinistra, costituito da una canalizzazione artificiale che drena Sa Paule de S'Istoia. Trae origine direttamente dal sistema superficiale di raccolta delle acque dell'altopiano ed è caratterizzato da scarsissimi affluenti superficiali, fatto che dimostra la forte permeabilità del substrato che caratterizza il suo bacino idrografico, rappresentato dalle vulcaniti. Il Rio Bonorchis nel tratto compreso tra la SS131 e l'attuale SP64 quindi anche nel tratto a Nord dell'area impiantistica, ha subito delle modifiche per interventi antropici derivati dalle infrastrutture realizzate nel corso dei decenni dal 1954 alla data attuale. Nelle ortofoto del 1954 e 1968 è evidente un solco di ruscellamento con direzione SW-NE che converge verso l'attuale ponte della SP64.

L'area depressa è confinata dal limite dell'impianto di inerti e dal

rilevato della SP64, ad est e a sud le quote topografiche aumentano definendo l'areale soggetto ad allagamenti in maniera più circoscritta. Di seguito una rappresentazione dell'idrografia del settore. Nell'area di interesse, interna all'area già autorizzata dell'impianto non si osservano deflussi incanalati superficiali e l'area di intervento è posta di oltre 200 metri dall'alveo del Rio Bonorchis, a sud del medesimo.



Figura 38: idrografia generale del settore

Tutti i corsi d'acqua del settore presentano un andamento fortemente dipendente dall'entità delle precipitazioni e quindi carattere in genere torrentizio con piene durante le stagioni piovose e alveo pressochè asciutto durante le stagioni siccitose estive. Come già rappresentato nella parte geomorfologica, il lato a Nord dell'impianto esistente confina con il Rio Bonorchis. La viabilità di accesso si sviluppa su un ponticello posto immediatamente a monte dell'invaso esistente che funziona da vasca di laminazione prima dell'attraversamento successivo della strada provinciale.



Figura 39: attraversamento della strada di ingresso sul Rio Bonorchis

La mancanza di un reticolo idrografico particolarmente sviluppato evidenzia quindi il carattere di forte permeabilità del substrato a livello roccioso anche se spesso il medesimo, almeno negli strati superficiali, può dar luogo a fasce di alterazione pedologiche di tipo argilloso che tendono ad impedire l'infiltrazione delle acque meteoriche o a rallentarla.

Ulteriori apporti secondari legati alla morfologia del rilievo, che appare comunque subpianeggiante, sono legati ai deflussi minimi che si innescano dal settore Ovest e Sud del sito secondo le seguenti direttrici. Pur tuttavia si osserva che tali deflussi sono intercettati dal rilevato ferroviario che di fatto costituisce un'opera di sbarramento e sia da un canale di drenaggio ribassato, a protezione dell'area di intervento, che si sviluppa parallelamente al rilevato ferroviario sul suo lato Est.

Tali opere garantiscono un controllo dei minimi deflussi che possono verificarsi in occasione di forti precipitazioni.

Si escludono interferenze tra il sito in progetto e la rete idrografica o di deflusso minimo a livello morfologico.

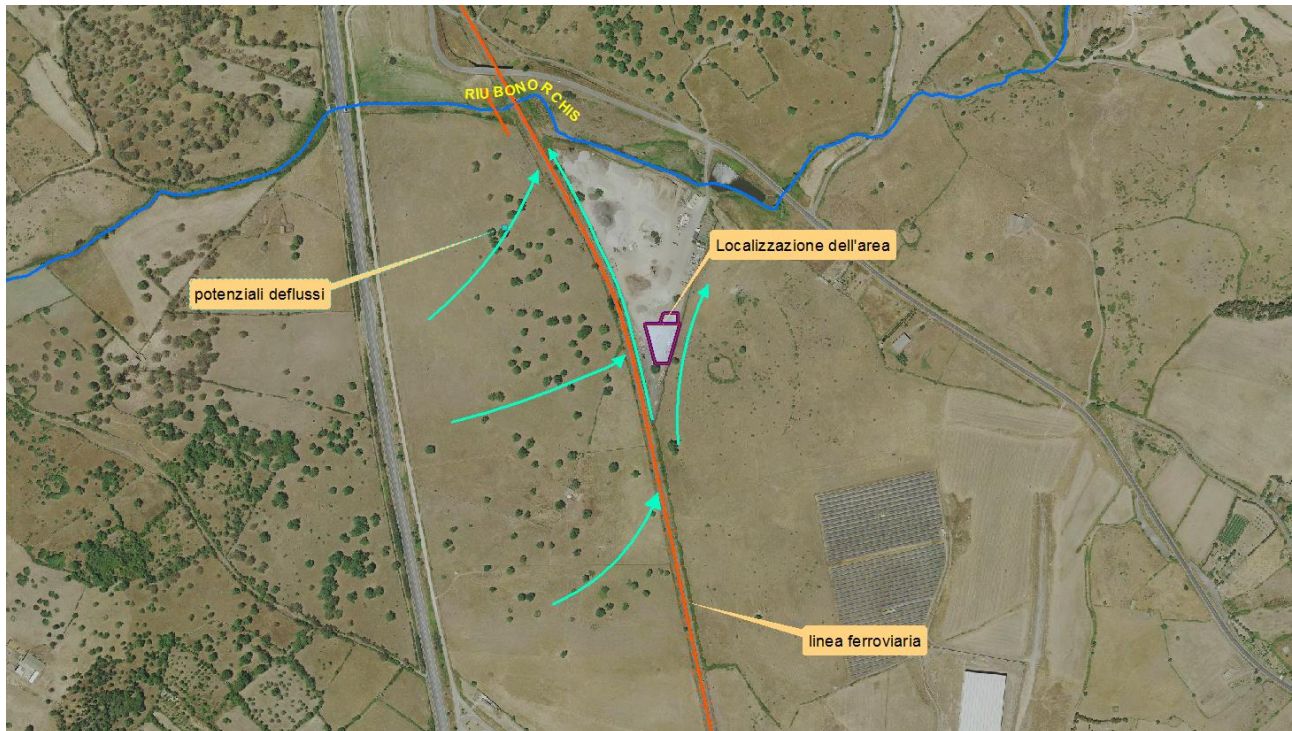


Figura 40: aree di potenziale deflusso idrico

Per ciò che concerne l'idrologia sotterranea si osserva che le caratteristiche litologiche delle formazioni, unitamente ai rapporti di giacitura e alle abbondanti precipitazioni, danno luogo ad una variabilità di andamento delle eventuali linee di scorrimento sub-superficiale. La relativa eterogeneità delle stesse formazioni ed il loro assetto strutturale rendono quindi necessaria la definizione schematica del tipo di permeabilità (sia essa primaria o secondaria, per porosità o per fessurazione ecc.). Siamo in presenza di depositi che mostrano, dal punto di vista della permeabilità sia primaria che secondaria, caratteristiche differenti. Sono state distinte diverse regioni caratterizzate da comportamenti differenti in funzione dell'assetto geologico e della permeabilità dei litotipi affioranti. Nell'area in questione ci si è limitati a definire due diversi tipi di permeabilità (porosità, fessurazione). Sono state così identificate le unità cartografiche a permeabilità omogenea distinguendo tre diversi gradi di permeabilità corrispondenti a diversi valori del coefficiente (K):

- rocce e terreni scarsamente permeabili $10^{-4} > K > 10^{-7} \text{ cm/sec}$
- rocce e terreni altamente permeabili $K > 10 \text{ cm/sec.}$

Occorre precisare che la precedente distinzione, in assenza di sicure prove di permeabilità che consentano l'esatta determinazione del coefficiente K, è stata effettuata sulla base dei dati riportati in letteratura e dall'insieme delle osservazioni di campagna relative agli aspetti litologici, giaciture etc. E' comunque possibile che la permeabilità di certi litotipi, in seno alla medesima formazione, possa essere differente perchè al limite delle classi di permeabilità sopra definite.

In generale la parte scarsamente permeabile del bacino è costituita dalle marne e argilliti spesso intercalate nella Formazione di Boroneddu e quindi sottostanti le vulcaniti. Tali livelli giocano un ruolo fondamentale anche per le sorgenti di fessurazione e di contatto stratigrafico poste a ridosso dell'area bordiera delle vulcaniti.

I basalti sono invece da mediamente permeabili a altamente per fratturazione sebbene l'alterazione superficiale tenda a definire orizzonti argillosi caratterizzati da scarso drenaggio. Tale modalità di circolazione determina la formazione di venute d'acqua subsuperficiali nella zona di contatto tra i basalti e le sottostanti arenarie e marne.

Nell'area in argomento data la scarsa profondità degli scavi previsti, si esclude qualsiasi interferenza con l'idrologia sotterranea anche se non si esclude comunque la locale presenza di qualche falda sub-superficiale in funzione dello stato di fessurazione dell'ammasso.

6. ANALISI DEI DISSESTI E DELLE PROBLEMATICHE DI FRANAMENTO NEL SETTORE

Sulla base di quanto esposto, con riferimento al settore in questione interessato dalla pericolosità per franamento segnalata nel P.A.I., si evidenzia che lo stesso è inserito in zona Hg2 per frana. Tale situazione di pericolosità scaturisce dalle metodologie di definizione della pericolosità di frana mediante le procedure di overlay mapping sviluppate nell'ambito del P.A.I. e dal fatto che normalmente (anche se di fatto non giustificato), le aree di cava, le aree impiantistiche di movimento terra e gestione rifiuti sono in genere inserite in Hg2).

Si osserva che anche in base ai contenuti del presente studio e degli approfondimenti svolti, data la particolare presenza di litologie rocciose, le pendenze e l'uso del suolo, tale perimetrazione non è di fatto giustificata anche sulla base delle evidenze morfologiche.

Nelle aree di intervento non si rilevano infatti processi gravitativi in atto o potenziali e gli interventi previsti sono tali, per le loro caratteristiche, da non alterare l'assetto idrogeologico.

La realizzazione delle opere previste in progetto non inciderà quindi sull'eventuale instabilità dei terreni e rocce in quanto tutte le opere sono realizzate anche a notevole distanza dalle aree instabili.

Le opere non comporteranno incisioni di pareti, orli di scarpata, o scavi al piede delle scarpate. Non è prevista la realizzazione di particolari strutture di sostegno per arginare eventuali situazioni di spinta.

PARTE GEOTECNICA

7. PREMESSA AGLI STUDI GEOTECNICI

Così come meglio specificato nella premessa, in questa sezione geotecnica saranno analizzati in dettaglio tutti gli aspetti direttamente connessi alla definizione delle caratteristiche dei substrati interessati dalle opere secondo quanto stabilito specificatamente dalle norme in vigore.

La caratterizzazione geotecnica è stata eseguita in conformità alla normativa vigente (Norme Tecniche sulle Costruzioni di cui al D.M. 17/01/2018 "Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni) emesse ai sensi delle leggi 5 novembre 1971, n. 1086, e 2 febbraio 1974, n. 64, così come riunite nel Testo Unico per l'Edilizia di cui al DPR 6 giugno 2001, n. 380, e dell'art. 5 del DL 28 maggio 2004, n. 136, convertito in legge, con modificazioni, dall'art. 1 della legge 27 luglio 2004, n. 186 e ss. mm. ii. Le norme definiscono i principi per il progetto, l'esecuzione e il collaudo delle costruzioni, nei riguardi delle prestazioni loro richieste in termini di requisiti essenziali di resistenza meccanica e stabilità, anche in caso di incendio, e di durabilità. Esse forniscono quindi i criteri generali di sicurezza, precisano le azioni che devono essere utilizzate nel progetto, definiscono le caratteristiche dei materiali e dei prodotti e, più in generale, trattano gli aspetti attinenti alla sicurezza strutturale delle opere.

Per ciò che concerne la caratterizzazione geotecnica occorre far riferimento al paragrafo 6.2.2 dove si specifica che le indagini geotecniche devono essere programmate in funzione del tipo di opera e/o di intervento, devono riguardare il volume significativo e, in presenza di azioni sismiche, devono essere conformi a quanto prescritto ai §§ 3.2.2 (categorie del sottosuolo e condizioni topografiche) e 7.11.2 (caratterizzazione geotecnica ai fini sismici) e comunque in ogni caso è indispensabile che la caratterizzazione geotecnica dei terreni consenta almeno la classificazione del sottosuolo secondo i criteri esposti nel § 3.2.2 delle NTC.

Attraverso l'analisi diretta, nonché sulla base delle ipotesi geologico stratigrafiche, è stato possibile ricostruire la sequenza litostratigrafica differenziando unità dotate di caratteristiche litologiche, petrografiche e geotecnico/geomeccaniche riconoscibili sul terreno e distinguibili da quelle adiacenti. Si è così pervenuti alla caratterizzazione a delle aree di intervento senza l'esecuzione di particolari indagini.

Verranno pertanto adeguatamente esposti sulla base di informazioni basate sulle risultanze delle verifiche eseguite, sulla esperienza locale e di osservazioni dirette sull'assetto statico di altre strutture adiacenti e dei luoghi al contorno dell'intervento, la situazione geostatica presunta del substrato in funzione delle caratteristiche delle opere infrastrutturali da realizzare.

Le caratteristiche progettuali sono indicate nel progetto di cui è parte integrante la presente relazione.

L'area di intervento è meglio identificata cartograficamente negli elaborati allegati al progetto di cui la presente è parte integrante.

8. MODELLAZIONE GEOTECNICA

Per ciò che concerne le opere in questione non sono state eseguite specifiche indagini data la tipologia ed entità delle opere nonché la presenza di un substrato di appoggio di tipo roccioso e l'assenza di opere strutturali di entità che possano incidere sui terreni.

Nella parte geologica sono stati comunque riportati alcuni parametri tipici e cautelativi per i basalti che si ritengono particolarmente spessi e tali da assorbire tutti i carichi anche profondi previsti dalle opere in progetto.

Il modello geotecnico è pertanto unicamente rappresentato da riporti antropici esistenti e dalle litologie basaltiche dure e compatte, parzialmente fessurate in superficie ma tali da garantire stabilità al complesso opera terreno. Si rimanda alla relazione geotecnica per eventuali approfondimenti in relazione ai calcoli geotecnici delle opere di fondazione delle vasche interrato previste.

9. VERIFICA DEL PENDIO EX ANTE ED EX POST

Considerate le tipologie di opere si omettono le verifiche in quanto non pertinenti. Non si ritiene che le stesse opere possano alterare l'equilibrio o la stabilità dei versanti in quanto trattasi di area pianeggiante e stabile di natura rocciosa.

10. ESECUZIONE DEGLI SCAVI E STABILITA' DEI FRONTI, CAVE E DISCARICHE

In relazione alle modalità costruttive delle opere previste si evidenzia che gli interventi non comportano l'esecuzione di scavi profondi. Lo scavo per la posa delle opere sarà comunque parzialmente svolto, con la massima probabilità, su terreni di riporto a diversa consistenza, sino al raggiungimento del substrato basaltico, ma nei quali non si verifica la necessità di utilizzo di opere di sostegno delle pareti qualora lo scavo venga contenuto nei primi 1,50 metri. Qualsiasi approfondimento potrà esser emesso in sicurezza con apposite sbadacchiature in caso l'ammasso si presenti visivamente fortemente alterato o fessurato. Il materiale dello scavo, specie per quello che potrà essere recuperato, potrà essere accumulato in prossimità del medesimo ma a distanza sufficiente e tale da garantire adeguata stabilità e condizioni di sicurezza per le lavorazioni da dimostrare con analisi di stabilità. Eventuali materiali inquinanti o comunque non classificabili come terre e rocce da scavo, dovranno essere conferiti a discarica autorizzata.

Per le terre e rocce da scavo per le quali si preveda il riutilizzo in regime dei sottoprodotti, potrà essere seguita la procedura attualmente prevista dal D.P.R. 120/2017 producendo le apposite autocertificazioni a seguito di caratterizzazione dei materiali.

Per ciò che concerne l'approvvigionamento di materie prime l'impianto di trattamento inerti può fornire direttamente i materiali necessari.

Si riporta di seguito un grafico ricavato dalla letteratura e frutto dell'esperienza acquisita sul comportamento dei pendii in vari tipi di terreno. Considerando che il tratto interessato dalle opere è impostato interamente in litologie rocciose dure e compatte, si stima che le pendenze da assegnare allo scavo, con verifica a breve termine, possano essere valutate, per profondità di circa 2,5 metri, in un valore di 1/4.

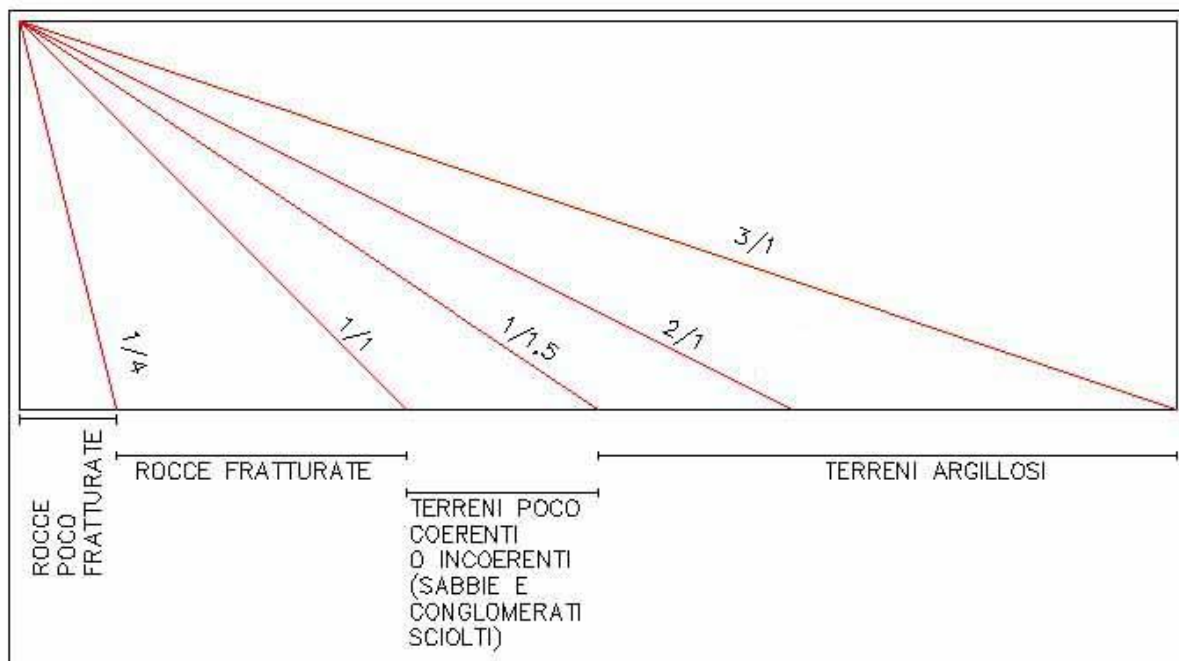


Figura 41: inclinazione delle scarpate in funzione delle condizioni litologiche

11. COMPATIBILITA' E AMMISSIBILITA' DELL'INTERVENTO AI SENSI DELLE NORME DI ATTUAZIONE DEL P.A.I. PER LA PERICOLOSITA' DI FRANA

Per ciò che concerne la pericolosità di frana, a seguito delle verifiche puntuali effettuate e quindi di quanto più sopra descritto, si osserva che il tratto interessato dalle opere in questione ricade in settori classificati in zona Hg2.

Gli interventi, le opere e le attività ammissibili nelle aree di pericolosità idrogeologica sono effettivamente realizzabili soltanto (art. 23):

- se conformi agli strumenti urbanistici vigenti e forniti di tutti i provvedimenti di assenso richiesti dalla legge;
- subordinatamente alla presentazione, alla valutazione positiva e all'approvazione dello studio di compatibilità idraulica o geologica e geotecnica di cui agli articoli 24 e 25, nei casi in cui lo studio è espressamente richiesto dai rispettivi articoli prima del provvedimento di approvazione del progetto, tenuto conto dei principi di cui al comma 9..

In via generale si osserva che qualsiasi intervento ai sensi dell'art. 23 delle N.d.A. del P.A.I. deve essere tale da:

- migliorare in modo significativo o comunque non peggiorare le condizioni di funzionalità del regime idraulico del reticolo principale e secondario, non aumentando il rischio di inondazione a valle;
- migliorare in modo significativo o comunque non peggiorare le condizioni di equilibrio statico dei versanti e di stabilità dei suoli attraverso trasformazioni del territorio non compatibili;
- non compromettere la riduzione o l'eliminazione delle cause di pericolosità o di danno potenziale né la sistemazione idrogeologica a regime;
- non aumentare il pericolo idraulico con nuovi ostacoli al normale deflusso delle acque o con riduzioni significative delle capacità di invaso delle aree interessate;
- limitare l'impermeabilizzazione dei suoli e creare idonee reti di regimazione e drenaggio;
- favorire quando possibile la formazione di nuove aree esondabili e di nuove aree permeabili;
- salvaguardare la naturalità e la biodiversità dei corsi d'acqua e dei versanti;
- non interferire con gli interventi previsti dagli strumenti di programmazione e pianificazione di protezione civile;
- adottare per quanto possibile le tecniche dell'ingegneria naturalistica e quelle a basso impatto ambientale;
- non incrementare le condizioni di rischio specifico idraulico o da frana degli elementi vulnerabili interessati ad eccezione dell'eventuale incremento sostenibile connesso all'intervento espressamente assentito;
- assumere adeguate misure di compensazione nei casi in cui sia inevitabile l'incremento sostenibile delle condizioni di rischio o di pericolo associate agli interventi consentiti;
- garantire condizioni di sicurezza durante l'apertura del cantiere, assicurando che i lavori si svolgano senza creare, neppure temporaneamente, un significativo aumento del livello di rischio o del grado di esposizione al rischio esistente;
- garantire coerenza con i piani di protezione civile.

L'art. 25 delle Norme di Attuazione del P.A.I. specifica che lo studio di compatibilità geologica e geotecnica valuta il progetto con riferimento alla finalità, agli effetti ambientali; analizza le relazioni tra le trasformazioni del territorio derivanti dalla realizzazione dell'intervento proposto e le condizioni dei dissesti attivi o potenziali dell'area interessata; verifica e dimostra la coerenza del progetto con le previsioni e le norme del PAI; prevede adeguate misure di mitigazione e compensazione all'eventuale incremento del pericolo e del rischio sostenibile associato agli interventi in progetto.

Nel settore in argomento non sono segnalate aree interessate da fenomeni gravitativi dal progetto IFFI. Non sono presenti fenomeni franosi neanche potenziali.

Per la perimetrazione Hg2, ai sensi delle norme di attuazione del P.A.I., gli interventi previsti in progetto devono essere accompagnati da uno studio di compatibilità geologica geotecnica (secondo quanto previsto dall'art. 33 c. 5 lett. b) in quanto ricadenti nella casistica di cui all'art. 33 – comma 3 lett. b. Lo studio dovrà essere approvato con i principi indicati nella L.R. 33/2014 (recepita nelle Norme del P.A.I.) e nello specifico, considerato che le opere in progetto sono puntuali e ricadono interamente nel territorio del comune di Norbello e non sono previste opere in alveo o di mitigazione dei rischi, si ritiene che il medesimo debba essere istruito e approvato dal Comune e/o Unione dei Comuni.

Nel caso in argomento, considerate le situazioni vincolistiche del comparto, l'intervento in progetto è quindi ammissibile e secondo le risultanze del presente studio, compatibile con le caratteristiche dei luoghi.

Sulla base di quanto sopra:

- considerato che l'intervento in questione è consentito dalle norme di attuazione del P.A.I. in quanto rispetta le previsioni previste dall'Art. 23, 25, 34 delle N.D.A. del P.A.I.
- che l'intervento di cui trattasi non incide in modo particolare sui substrati di fondazione e sui processi e dinamica di versanti e non è quindi direttamente connesso con situazione di instabilità o pericolosità gravitativa eventualmente potenziali dell'intorno (ma non nelle aree di intervento)
- che l'intervento in questione non comporta aumento dei fattori di pericolosità e rischio geomorfologico

In relazione ai criteri di compatibilità ed ammissibilità ai sensi delle Norme di Attuazione del PAI si evidenzia che *le opere in progetto sono ammissibili ai sensi dell'art. 33 c. 3, lett. b - l'adeguamento degli impianti esistenti di depurazione delle acque e **di smaltimento dei rifiuti**.*

Quanto sopra in linea con quanto previsto in progetto come modifica di adeguamento impiantistico considerato che l'area è rimasta invariata rispetto al precedente impianto (quindi all'interno del perimetro dell'area già autorizzata per il sito di recupero inerti) e quindi non si verifica aumento di superficie e neanche di produzione. Le tonnellate da trattate sono infatti state levate da quelle del trattamento inerti. La modifica quindi comporta l'introduzione di nuovi codici CER che sono quelli attinenti al compostaggio previsti sempre dal DM 5/2/98 che comunque fanno parte della stessa categoria dei rifiuti non pericolosi preesistenti

Si ritiene che l'intervento in questione possa essere dichiarato compatibile ed ammissibile ai sensi del citato art. 33 c. 3 lett. b.

Si precisa che a seguito della realizzazione degli interventi non sarà realizzata alcuna variazione delle perimetrazioni delle pericolosità e rischio geomorfologico.

12. PIANO DI MONITORAGGIO

Trattandosi di opere da realizzare direttamente dal privato e considerata l'assenza di qualsiasi fenomeno di instabilità geomorfologica da frana, non si ritiene necessaria l'elaborazione di un piano di monitoraggio per ciò che concerne l'ambito di franosità Hg2 segnalato nel P.A.I.

13. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Nell'ambito delle attività complementari alla progettazione delle modifiche al sito di recupero inerti per l'avvio di un impianto di compostaggio presso la zona industriale di Norbello è stato redatto il presente studio di compatibilità geologica – geotecnica previsto dal Piano regionale di gestione dei Rifiuti – Rifiuti speciali, di cui alla Deliberazione n. 1/21 del 08/01/2021 e dalle vigenti Norme di Attuazione del P.A.I.

A seguito degli studi effettuati, si attesta che ai fini della compatibilità geologica – geotecnica trova applicazione la disciplina stabilita dagli artt. 23, 25, 33 delle norme di attuazione del P.A.I. Nel caso in argomento, considerate le situazioni vincolistiche del comparto, l'intervento in progetto è quindi ammissibile ai sensi dell'art. 33 c. 3 lett. b e secondo le risultanze del presente studio, compatibile con le caratteristiche dei luoghi.

Isili, 17/02/2024

Ing. Salvatore Manai

Dott. Geol. Antonello Frau