

COMUNE DI PORTO AZZURRO

Regione Toscana

Progetto:

Autorizzazione di Riesame A.I.A. con valenza di rinnovo ex-art.29-octies e modifica sostanziale ex-art. 29-nonies, c.2 del D-Lgs. N. 152/06 e smi, rilasciata con Decreto Dirigenziale dalla Regione Toscana n. 12504 del 08.06.2023, alla società Elbana Servizi Ambientali S.p.A., per la gestione dell'impianto di stoccaggio e trattamento di rifiuti urbani e speciali, ubicato in loc. Buraccio, nel Comune di Porto Azzurro (LI)

Oggetto:

PROGETTO ESECUTIVO OPERE MURARIE Relazione Geologica

a cura di:

Tecnico incaricato della pratica:

Committente:

Geol. Gianluca Pansini



Elbana Servizi Ambientali S.p.A.

Via Elba, 149
57037 - Portoferraio (LI)

Ubicazione intervento:
Impianto di "Buraccio"
Loc. Buraccio
Porto Azzurro (LI)

Tavola:

2

Scala:

-

Data:

AGOSTO 2023

Soluzione Ambiente srl
via A. Grandi, 2 - 50029 Tavarnuzze - Impruneta (FI)
Tel. 055 2373667 Fax. 055 2373666
www.soluzioneambiente.it e-mail: info@soluzioneambiente.it



Committente
ESA SERVIZI AMBIENTALI Spa

Via Elba, 149
57075 Portoferraio (LI)

Studio incaricato
SOLUZIONE AMBIENTE Srl

V. A. Grandi, 2 - loc. Tavarnuzze
50023 – Impruneta (FI)



Autorità competente
COMUNE DI PORTO AZZURRO

Molo IV Novembre, 19
57036 Porto Azzurro (LI)

Riferimento normativo

Oggetto

***Impianto di gestione rifiuti urbani e assimilati loc. Buraccio, Porto Azzurro (LI) –
realizzazione di due tettoie pertinenziali dell'impianto di trattamento adibite alla
copertura di stoccaggi rifiuti***

RELAZIONE GEOLOGICA

Gruppo di lavoro

Dott. Geol.
Gianluca Pansini



Luglio 2023

INDICE

1	INTRODUZIONE	3
2	UBICAZIONE DELL'AREA	4
3	INTERVENTO IN PROGETTO.....	7
4	VINCOLI E FATTIBILITA' INTERVENTO.....	8
5	CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA E IDROGEOLOGICA	12
5.1	Inquadramento Geomorfologico	12
5.2	Inquadramento Geologico	13
5.3	Inquadramento Idraulico e Idrogeologico	16
5.4	Indagini geognostiche	17
6	MODELLO GEOLOGICO E PARAMETRI GEOTECNICI	19
7	CARATTERIZZAZIONE SISMICA	21
7.1	Categoria di sottosuolo	21
7.2	Condizioni topografiche ed amplificazione topografica	23
7.3	Rischio da liquefazione	24
8	FATTIBILITA' AI FINI DEL VINCOLO IDROGEOLOGICO.....	25
9	CONCLUSIONI	26

ALLEGATI:

All.01 – Relazione tecnica di fine lavori per esecuzione sondaggio e indagine sismica.

1 INTRODUZIONE

Nell'ambito del progetto di riesame con valenza di rinnovo ex art.29-octies e modifica sostanziale ex art.29-nonies c.2, dell'AIA rilasciata dalla provincia di Livorno con Atto Dirigenziale n.116 del 13/07/2011 e s.m.i. per l'impianto di Buraccio gestito dalla società ESA SERVIZI AMBIENTALI Spa sono previsti i seguenti interventi edilizi:

- Opere di Manutenzione Straordinaria per la modifica interna dei fabbricati esistenti oltre alla modifica di prospetto tramite riapertura di una vecchia apertura preesistente;
- Opere di realizzazione di due tettoie pertinenziali dell'impianto di trattamento, una avente superficie di copertura di mq. 30 e l'altra di mq. 133 circa per il riparo dalle acque meteoriche di stoccaggi di rifiuti all'aperto. Le tettoie saranno aperte su 4 lati e distaccate rispetto agli edifici contermini.

Dal punto di vista geologico le opere di maggior interesse sono rappresentate dalle 2 tettoie in carpenteria metallica e copertura in lamiera ondulata. Si tratta di strutture leggere dotate di pilastri poggiati su piccoli plinti di fondazione o su pali aventi l'unica funzione di proteggere dagli agenti atmosferici i sottostanti stoccaggi. La tettoia denominata 1 di estensione di ca 30 mq può essere considerata "priva di rilevanza" ai sensi dell'allegato C del Regolamento n. 1/R del 19 gennaio 2022.

La tettoia denominata 2 di estensione di 130 mq rientra nella classe d'indagine 2 (Volume totale inferiore a 1.500 metri cubi e con altezza in gronda inferiore a 10 metri). Si riporta di seguito quanto previsto, in termini di indagini geologiche, dal suddetto DPGR al punto 1.2:

Classe d'indagine 2: riferita alle opere di volume totale inferiore a 1500 metri cubi e altezza in gronda inferiore a dieci metri. Nell'ambito di tale classe, sono condotte le seguenti indagini:

- a) Per la determinazione dell'azione sismica una campagna d'indagine sismica di superficie, ai sensi di quanto definito al paragrafo 2, punto 2, lettera b);*
- b) Per la parametrizzazione del volume geotecnico significativo, ai sensi di quanto definito al paragrafo 2, punto 2, lettere a) e c), almeno 1 verticali di indagine per superfici in pianta inferiori a 300mq, mentre per superfici in pianta superiori a 300mq le verticali sono almeno 2.*

In presenza di problematiche di versante è prodotta, altresì, la verifica di stabilità del pendio e del complesso opera-pendio.

Sulla base di ciò la presente relazione, in accompagnamento al progetto definitivo, riporta un inquadramento geologico e geomorfologico generale, basato sull'esecuzione di rilevamenti di superficie

e sui risultati di dati d'archivio. L'area non risulta sottoposta a Vincolo Idrogeologico ai sensi del R.D.L. 3627/1923. La classe d'indagine dell'intervento, facendo riferimento al DPRG n. 1/R del 19 gennaio 2022 e al relativo allegato 1, risulta essere la classe 2.

Sulla base di tali indicazioni e sulla base di quanto in progetto la ricostruzione del modello geologico e geotecnico viene effettuato su dati di letteratura, su indagini esistenti eseguite in prossimità dell'area e su n.1 sondaggio profondo, oltre a indagine sismica eseguiti nell'area.

2 UBICAZIONE DELL'AREA

L'area oggetto d'intervento è ubicata nel Comune di Porto Azzurro in località Buraccio a NE del lido di Capoliveri. L'area dell'impianto è individuabile nel foglio 329010 della CTR in scala 1:10.000 della Regione Toscana ed è identificabile catastalmente nella particella 341 del FM 3 nel NCT.

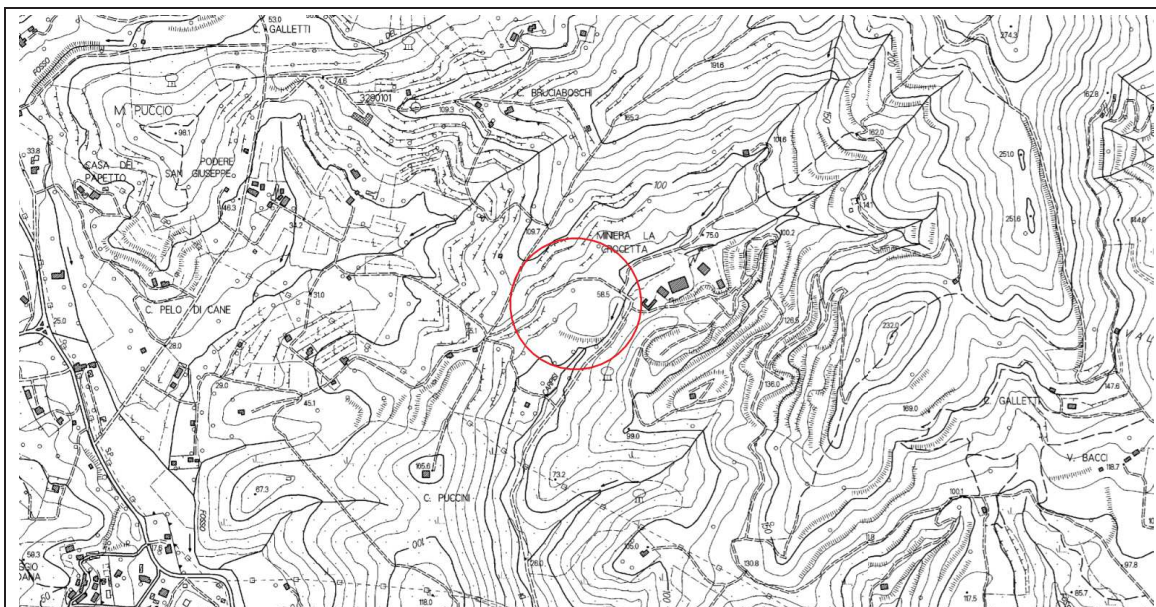


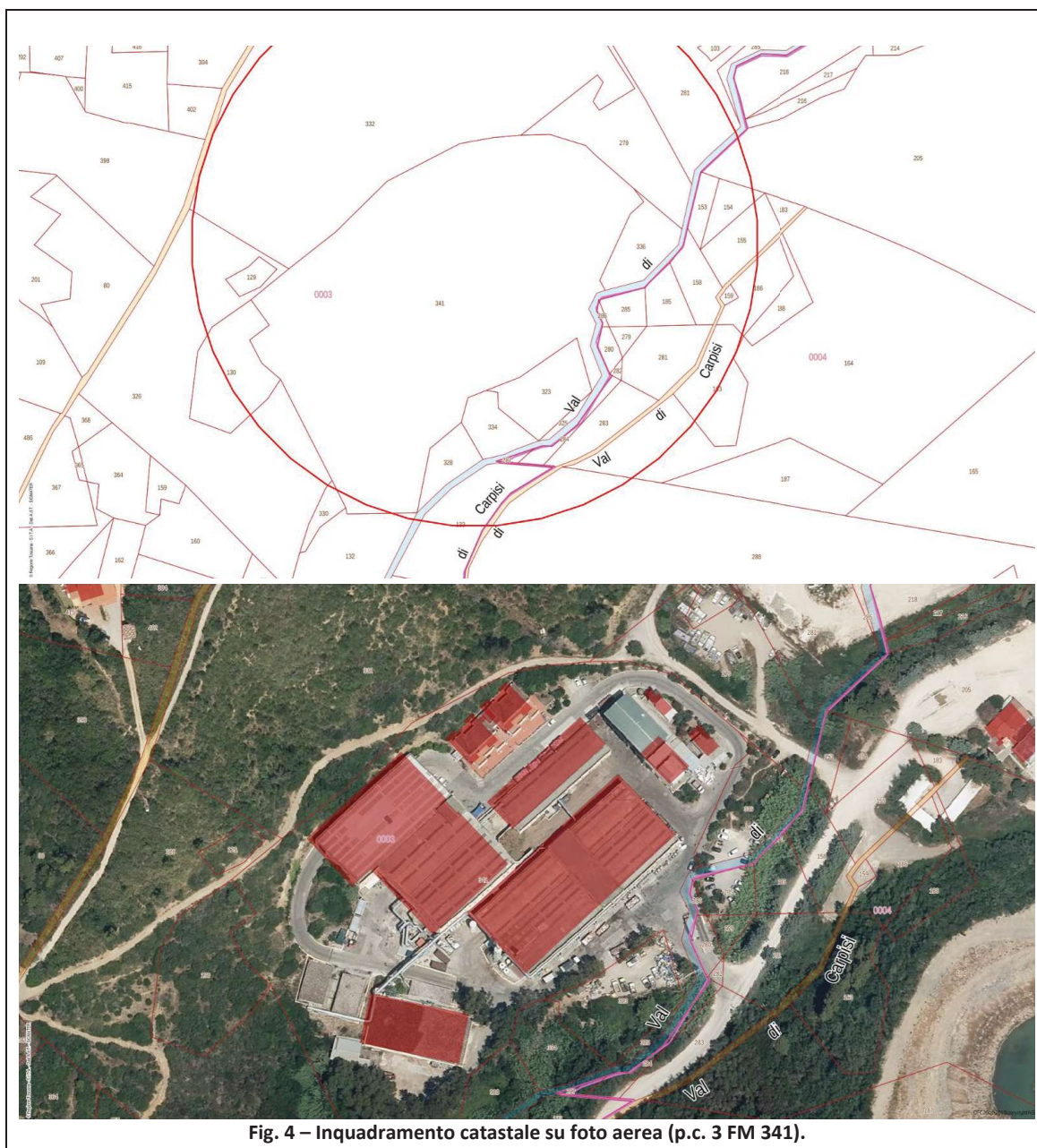
Fig. 1 - Inquadramento dell'area su CTR in scala 1:10.000



Fig. 2 – Vista aerea dell'impianto ESA



Fig. 3 Ubicazione delle due tettoie in progetto



Dal punto di vista urbanistico l'area dell'impianto viene perimetrata come Infrastrutture ed Impianti tecnologici di interesse generale dalla Tav. 2 "Quadro Generale delle Previsioni" del Piano Operativo (art. 45 delle NTA).

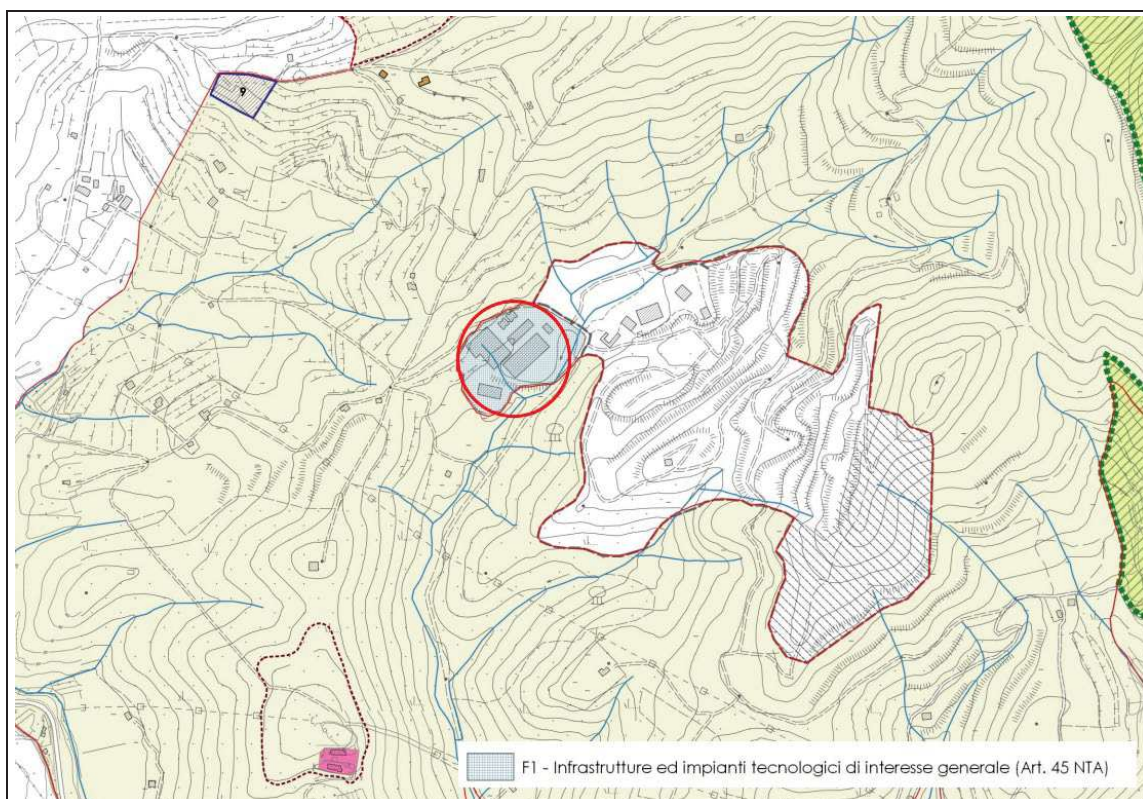


Fig. 5 – Estratto Tav. 2 – Quadro generale delle Previsioni – Fonte: POC del Comune di Porto Azzurro

3 INTERVENTO IN PROGETTO

Nell'area sono previsti i seguenti interventi edilizi:

- Opere di Manutenzione Straordinaria per la modifica interna dei fabbricati esistenti oltre alla modifica di prospetto tramite riapertura di una vecchia apertura preesistente. In sostanza è prevista la demolizione della struttura di n.5 celle di biostabilizzazione tramite rimozione delle strutture di contenimento realizzate in cemento (non incidenti con la struttura portante dell'edificio), la demolizione di un scala, la realizzazione di tamponature interne e di una nuova apertura esterna;
- Realizzazione di due nuove tettoie in carpenteria metallica e copertura in lamiera ondulata per la protezione dagli agenti atmosferici dei reagenti (Tettoia 1) e dell'area di triturazione rifiuti legnosi (Tettoia 2). Le tettoie saranno aperte su 4 lati, distaccate rispetto agli edifici contermini e dotate di pilastri poggiati su piccoli plinti di fondazione. La tettoia 1 avrà estensione di ca 30 mq, mentre la tettoia 2 avrà estensione di ca 130 mq.

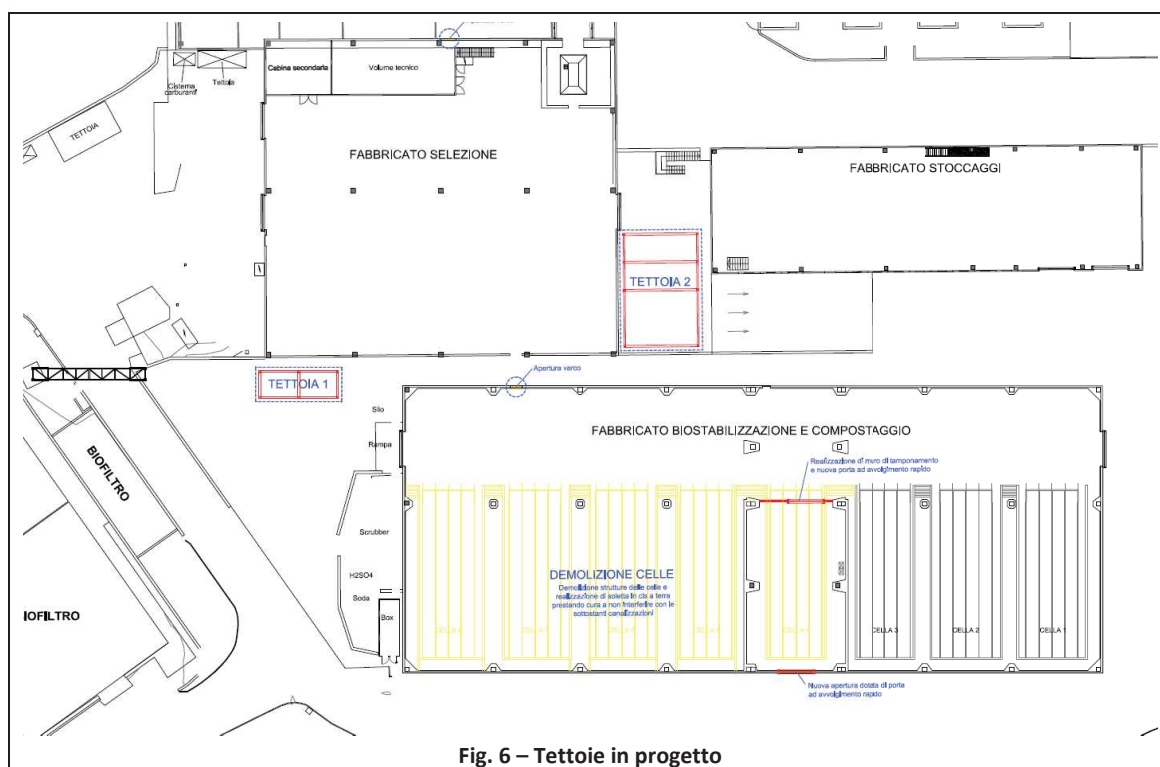


Fig. 6 – Tettoie in progetto

La realizzazione di quanto in progetto prevede limitati movimenti di terra legati agli scavi necessari per la realizzazione delle strutture di fondazione.

4 VINCOLI E FATTIBILITA' INTERVENTO

Secondo la cartografia tematica di corredo al Piano Operativo del Comune di Porto Azzurro l'area in oggetto ricade in:

Classe di Pericolosità Geologica: classe G.2 (media)

“aree collinari in cui gli elementi giaciturali, litologici e geomorfologici con bassa propensione al dissesto; corpi detritici su versanti con pendenze inferiori a 25%. I sopralluoghi eseguiti in situ permettono di confermare che l'area è stabile e non soggetta a fenomeni erosivi.

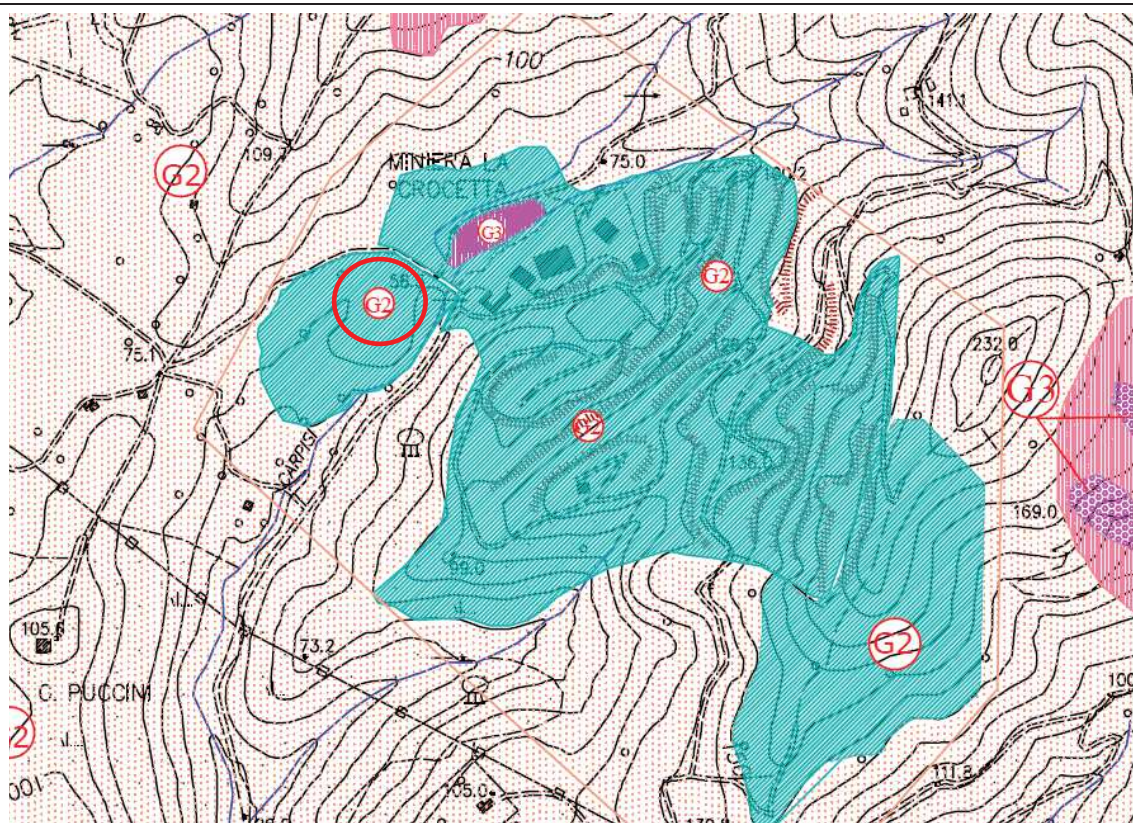


Fig. 7 - Carta della pericolosità geologica



Pericolosità Idraulica

L'area risulta in classe di pericolosità idraulica bassa I.1. Si tratta di aree collinari o montane prossime ai corsi d'acqua per le quali ricorrono le seguenti condizioni:

- Non vi sono notizie storiche di inondazioni;
- Sono situate in situazione di alto morfologico rispetto alla piana alluvionale adiacente di norma a quote altimetriche superiori a 2 m rispetto al piede esterno dell'argine o in mancanza al ciglio di sponda.

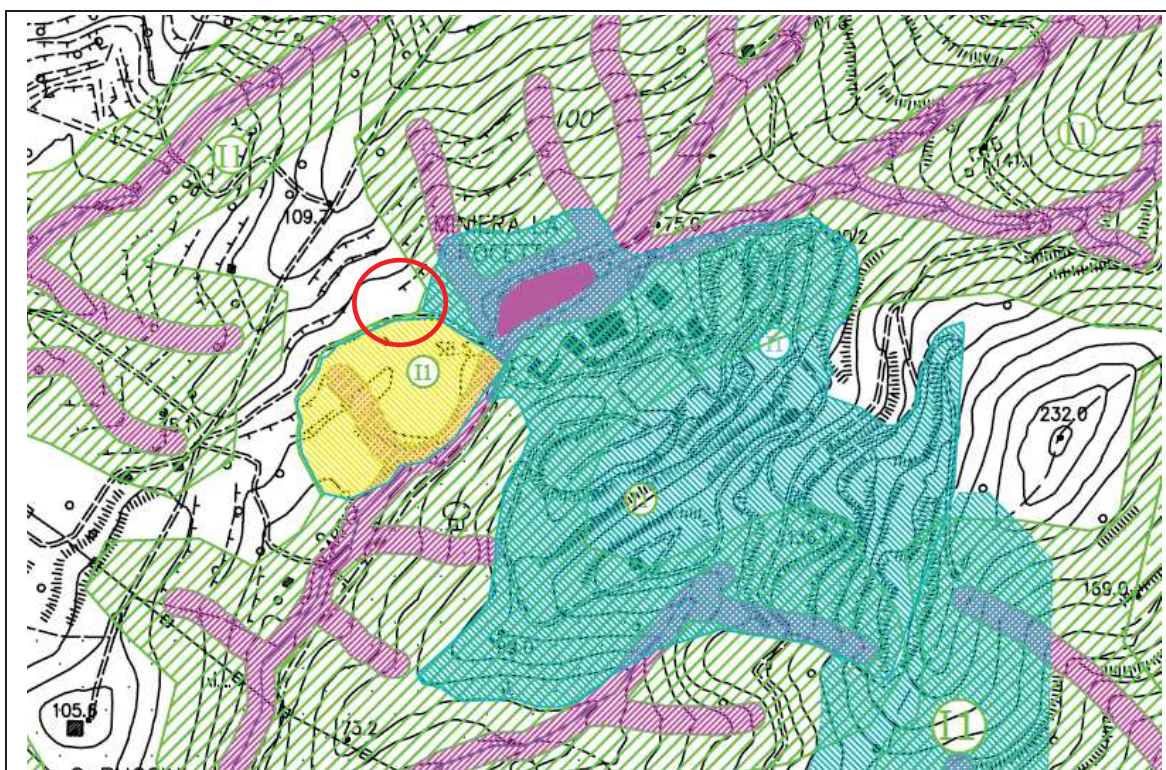


Fig. 8 - Carta della pericolosità idraulica



L'area di intervento risulta escluso dalle zone soggette a Vincolo Idrogeologico (R.D. n.3267 del 1923).

Vincolo idrogeologico

Ai sensi della Legge n. 3267 del 1923, del R.D. 1126/1926 e Regolamento di Attuazione della L. R. 21/03/2000 n. 39, D.P.G.R. 05/09/2001 n. 48/R).

- L'area risulta vincolata.



Fig. 9 – Perimetrazione aree soggetto a vincolo idrogeologico (fonte Geoscopio Regione Toscana)

Dal punto di vista della fattibilità l'intervento in progetto non rientra tra gli interventi in previsione con scheda di fattibilità secondo il vigente RU. Perciò consultando l'abaco di fattibilità comunale l'intervento si può configurare come "Nuova edificazione di manufatti pertinenziali, volumi tecnici, etc."

ABACO DI FATTIBILITA'	Classe di Fattibilita' Geomorfologica			Classe di Fattibilita' Idraulica		
	2	3	4	2	3	4
INTERVENTI						
Manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro e risanamento conservativo e interventi in genere che non comportino aumento di superficie nè aumento di carico sulle fondazioni	1	1	2	1	1	1
Manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro e risanamento conservativo e interventi in genere con aumento di carico sulle fondazioni (sopraelevazioni ecc..)	2	3	4	1	1	1
Manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro e risanamento conservativo e interventi con aumento di superficie	2	3	4	2	3	4
Interventi edilizi per adeguamento igienico-sanitario	2	3	3	2	3	3
Nuove edificazioni	2	3	4	2	3	4
Manufatti pertinenziali, volumi tecnici, recinzioni e muri di cinta, pavimentazioni esterne	2	3	4	2	3	3
Piscine	2	3	4	2	3	4
Muri di sostegno, interventi di sistemazione del versante e interventi di bonifica e miglioramento in genere	2	3	3	2	3	3
Parcheggi	2	2	4	2	3	3
Realizzazione di reti tecnologiche, infrastrutturali	2	3	3	2	3	3
Viabilità secondaria, sentieristica senza sbancamenti del versante	2	2	3	2	2	3
Viabilità con sbancamenti del versante	2	3	4	2	3	3
Trasformazioni morfologiche del versante, sbancamenti del versante	2	3	4	2	2	4
Verde pubblico, parchi attrezzati, impianti sportivi all'aperto	1	1	1	1	1	3
Coltivazioni, giardini, orti	1	1	1	1	1	1

Fig. 10 – Tabella abaco della fattibilità dal RU Comunale

Nel caso specifico si osserva che gli interventi in previsione prevedono nuove edificazioni di piccola entità. In ragione di ciò l'intervento si configura come:

- **FATTIBILITA' GEOLOGICA:**
 - classe F.G.2. - FATTIBILITÀ CON NORMALI VINCOLI da precisare a livello di progetto;
- **FATTIBILITA' IDRAULICA:**
 - classe F.I.1. – FATTIBILITÀ SENZA PARTICOLARI LIMITAZIONI.

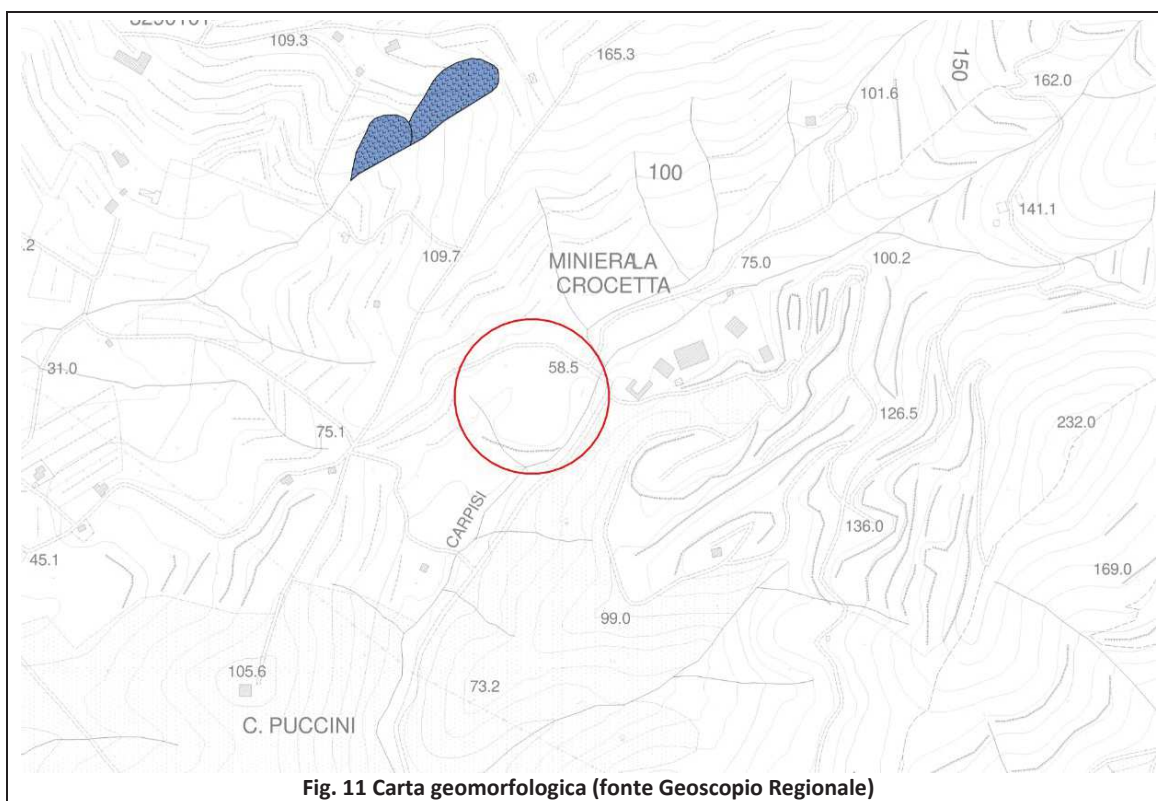
5 CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA E IDROGEOLOGICA

5.1 Inquadramento Geomorfologico

Gli impianti del Buraccio sono stati realizzati tra il 1998 ed il 2000 e sono costituiti da una serie di capannoni e strutture varie inserite tra il Fosso del Mar dei Carpsi, la viabilità soprastate e la Miniera

della Crocetta tuttora in esercizio. Il complesso industriale insiste nel bacino idrografico del Fosso del Mar di Carpisi sulla sponda in destra idraulica dell'asta fluviale principale.

L'area industriale è stata edificata su un ampio terrazzamento antropico realizzato tra gli anni 1980 e 1995 a mezzo di operazioni di riporto e spianamento funzionali alle attività di esercizio dell'adiacente Miniera della Crocetta. La copertura quaternaria risulta costituita da depositi eluvio colluviale e depositi alluvionali del Fosso del Mar di Carpisi. Morfologicamente l'area dell'impianto si trova in una zona sub-pianeggiante posta nella valle del Fosso del Mar dei Carpisi rispetto a cui si trova in destra idraulica alla quota morfologica tra 58 e 63 m slm.



5.2 Inquadramento Geologico

Geologicamente l'assetto generale della zona risulta caratterizzato dalla presenza di un substrato litoide costituito dalle successioni flyschoidi di Marina di Campo con intrusioni di Porfidi e Apliti porfiriche.

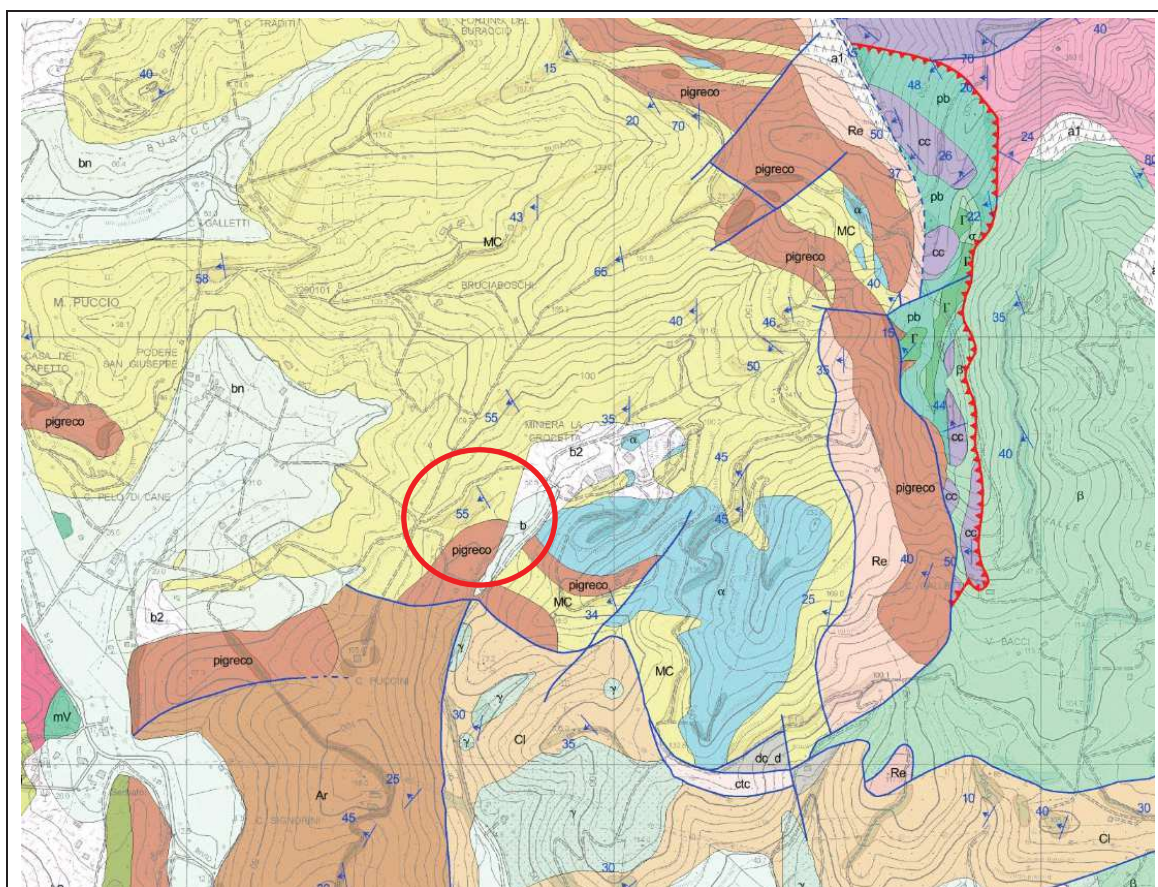
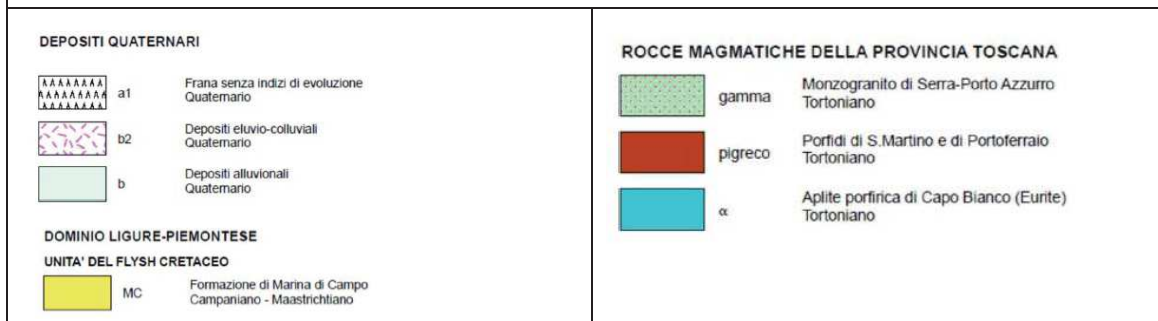
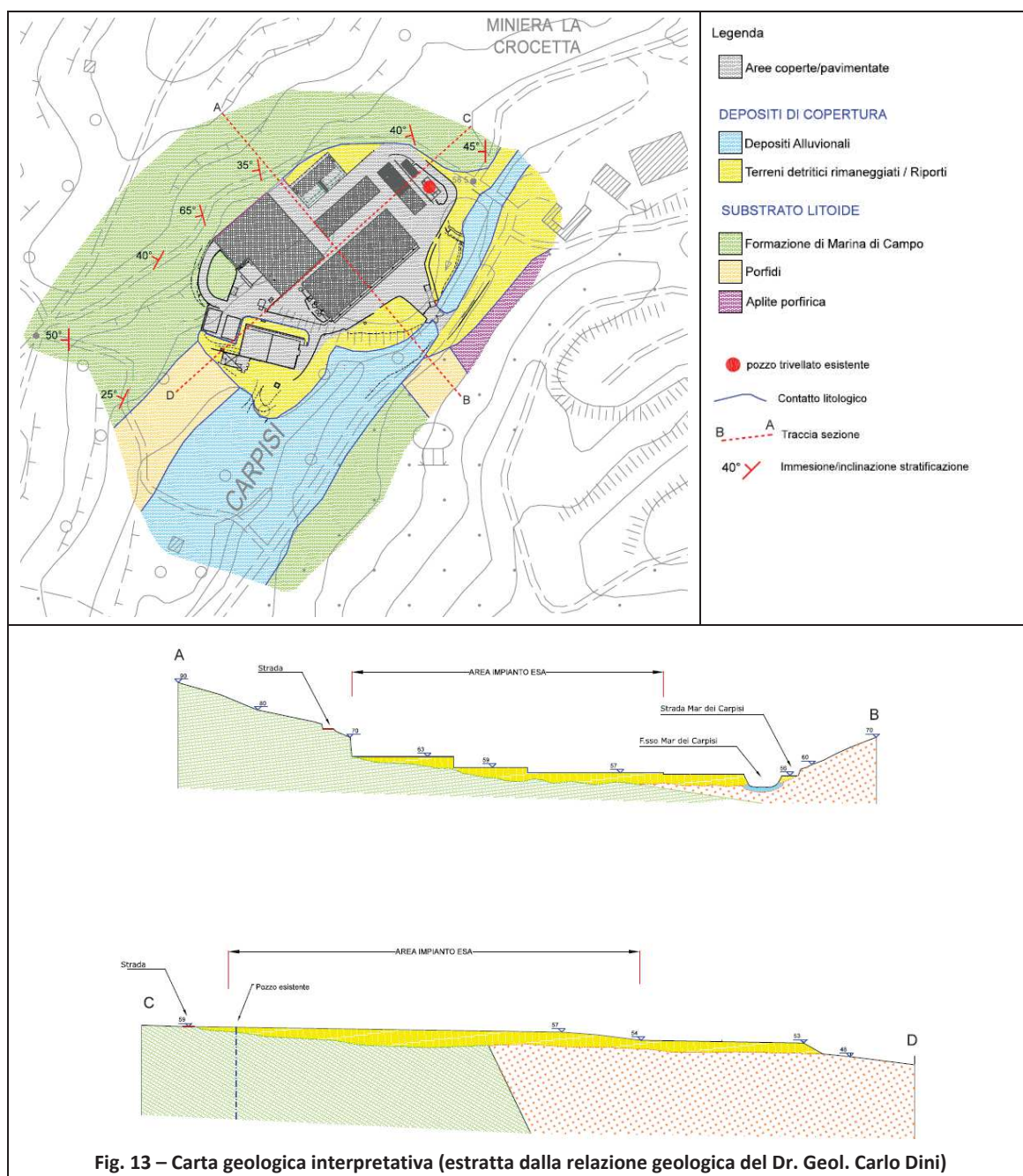


Fig. 12 Carta geologica (estratto dalla sezione 329010 della CTR geologica regionale)



Le successioni litologiche della formazione di Marina di Campo, costituite da alternanze di calcilutiti, calcareniti, arenarie marne ed argilliti risultano caratterizzate da permeabilità secondarie per fratturazione generalmente bassa, lo stesso dicasi per i Porfidi e le Apliti porfiriche. Queste formazioni nel complesso possono essere considerare un acquifero a potenzialità molto bassa.

Le coperture quaternarie risultano invece caratterizzate da permeabilità primaria intergranulare. Tra queste, i depositi alluvionali del Fosso del Mar di Carpisi, risultano sede di falda freatica interconnessa con le acque superficiali che scorrono nel reticolo.



Nel 2020 nell'area sono stati realizzati n.2 sondaggi allestiti a piezometro (cfr Fig. 13) che hanno evidenziato localmente le seguenti successioni stratigrafiche e caratteristiche (estratte dalla relazione di fine lavori redatta dal Dr. Geol. Mario Menno).

PZV2	
Profondità (m)	Litologia
0,0 – 1,2	Terreno di riporto
1,2 – 4.5	Limi argillosi con frammenti litoidi (probabile riporto)
4.5 – 11	Limi argillosi poco consolidati alternati a livelli di breccie di grosse dimensioni

PZV2	
Profondità (m)	Litologia
11 - 14	Alternanza di elementi litoidi di calcare (alterazione del substrato lapideo in posto)
14 - 18	Substrato lapideo compatto (calcari grigio scuro)

PZM2	
Profondità (m)	Litologia
0,0 – 0,5	Terreno vegetale
0,5 – 1.4	Sabbie argillose con elementi litoidi grossolani
1.4 – 3.6	Alternanza di elementi grossolani e sabbie limose
3.6 – 7.3	Limo argilloso e conglomerati di grosse dimensioni
7.3 - 18	Substrato lapideo compatto (calcari grigio scuro)

5.3 Inquadramento Idraulico e Idrogeologico

L'idrologia dell'area investigata non presenta problematiche degne di particolare rilievo; le acque meteoriche vengono drenate verso il Fosso di Mar dei Carpisi che le convoglia verso valle.

La permeabilità di un terreno si distingue in permeabilità primaria, legata alla struttura e in particolare alla porosità del terreno e in secondaria, legata al grado di fratturazione. Le successioni litologiche della formazione di Marina di Campo, costituite da alternanze di calcilutiti, calcareniti, arenarie marne ed argilliti risultano caratterizzate da permeabilità secondaria per fratturazione generalmente bassa, lo stesso dicasi per i Porfidi e le Apliti porfiriche. Queste formazioni nel complesso possono essere considerare un acquifero a potenzialità molto bassa.

Le coperture quaternarie risultano invece caratterizzate da permeabilità primaria intergranulare. Tra queste, i depositi alluvionali del Fosso del Mar di Carpisi, risultano sede di falda freatica interconnessa con le acque superficiali che scorrono nel reticolo.

Nel 2017 è stato perforato un pozzo profondo 90 m nell'area nord-est dell'impianto, poiché il pozzo esistente, poco profondo, non riusciva a garantire le portate necessarie alle esigenze aziendali connesse con l'impianto di trattamento dei rifiuti. La falda è stata rilevata alla quota di 25,0 m dal p.c. nei livelli fratturati delle calcareniti.

Nel 2020 sono stati realizzati 2 piezometri per il monitoraggio delle acque sotterranee così come previsto dal PMC, i piezometri sono stati realizzati in corrispondenza di quelli già esistenti che dovevano essere sostituiti e sono stati denominati PZM2 il piezometro di monte e PZV2 il piezometro di valle.

Durante la realizzazione è stata effettuata la ricostruzione stratigrafia e misurato il livello di falda dal piano campagna, nelle tabelle seguenti si riporta quanto rilevato.

Il livello statico misurato nel piezometro di valle è stato di 5,1 m dal p.c. situato a 52 m s.l.m. (l.s. = 46,9 m s.l.m.). Mentre il livello statico misurato nel piezometro di monte è stato di 6,9 m dal p.c. situato a 60 m s.l.m. (l.s. = 53,1 m s.l.m.).



Fig. 14 – Localizzazione pozzo profondo, piezometri di controllo e sondaggio geognostico ex novo

Dai livelli misurati nei piezometri si può indicativamente ipotizzare una direzione di scorrimento da nord/nord-est a sud/sud-ovest, lungo il corso del fosso Mar dei Carpisi.

5.4 Indagini geognostiche

Al fine di caratterizzare dal punto di vista geologico l'area in cui è prevista la realizzazione della tettoia 2 ovvero di quella di dimensioni rilevanti nell'area a febbraio 2023 è stato eseguito un sondaggio geognostico denominato **S1**, la cui ubicazione è riportata in Fig. 13 e spinto alla profondità di ca 6.0 m ovvero fino a ritrovare il substrato lapideo compatto rappresentato dalle calcareniti afferenti alla formazione di Marina di Campo. In corso di esecuzione del sondaggio sono state eseguite delle prove SPT.



La stratigrafia rilevata è la seguente.

S1	
Profondità (m)	Litologia
0,0 m – 0,3 m	Platea in cemento armato
0,3 m – 1,8 m	Terreno di riporto con clasti di grosse dimensioni di color avana
1,8 – 5,2 m	Terreno di riporto di color marrone poco consistente
5,2 – 6,0 m	Limo sabbioso poco consistente di colore giallo scuro (suolo originario)
> 6,0 m	Substrato lapideo compatto (calcareni)

In sostanza nell'area d'interesse è presente un riporto antropico di oltre 5,0 m di spessore dalle caratteristiche piuttosto eterogenee e di scarsa proprietà geotecniche. Alla profondità tra 5,0 e 6,0 m è

stato rilevato il suolo originario, che rappresenta la base di appoggio del riporto. A profondità > di 6,0 m è stato rilevato il substrato roccioso compatto rappresentato dalle calcareniti.

Durante la perforazione non è stata rilevata la presenza di falda.

6 MODELLO GEOLOGICO E PARAMETRI GEOTECNICI

Sulla base delle conoscenze dell'area (cfr pozzo e piezometri esistenti) e del sondaggio geognostico realizzato è possibile definire il seguente modello geologico locale è il seguente:

Orizzonte A (0,0 - 5,2 m): Terreno di riporto eterogeneo;

Orizzonte B (5,2 – 6,0 m): Limo sabbioso poco consistente (cfr piano campagna originario);

Orizzonte C (> 6,2 m): Substrato lapideo compatto.

La scelta dei parametri affidati alle unità geotecniche è stata fatta utilizzando dei valori ragionevolmente prossimi ai valori medi, come indicato nei casi in cui si voglia rappresentare elevati volumi di terreno, dalle istruzioni sulle NTC 2008 del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici. Il modello proposto ha infatti lo scopo di riassumere l'assetto litostratigrafico e geotecnico di tutta l'area nel suo insieme.

Al momento della redazione della relazione geotecnica in base alla tipologia fondale scelta dovranno essere utilizzati i valori caratteristici (k) come richiesto dalla NTC 2008 e pertanto, qualora si adottassero fondazioni indirette tipo pali, in cui sono coinvolti puntualmente modesti volumi di terreno, si dovrà ricorrere alle seguenti relazioni indicate dall'Eurocodice 7 che fissa, per i parametri della resistenza al taglio, una probabilità di non superamento del 5%, alla quale corrisponde, per una distribuzione di tipo gaussiano, un valore di X (frattile 5%) uguale a $-1,645$.

Di conseguenza dovranno esser applicate le seguenti relazioni ai parametri medi (m) per ottenere quelli caratteristici (k):

$$(1) \phi'k = \phi'm (1 + C.V\phi)$$

$$(2) c'k = c'm (1 + C.Vc)$$

diventeranno:

$$(3) \phi'k = \phi'm (1 - 1,645 V\phi)$$

$$(4) c'k = c'm (1 - 1,645 Vc)$$

V coefficiente di variazione = rapporto fra lo scarto quadratico medio e la media dei valori.

Ai valori caratteristici (f_k) trovati si applicheranno i coefficienti di sicurezza parziali (CP) in funzione dello stato limite considerato secondo l'approccio di calcolo scelto in base alla NCT 2008.

Per la parametrizzazione geotecnica dei litotipi individuati nell'area in studio, sono state utilizzate le seguenti correlazioni empiriche:

Angolo di attrito efficace (Yukitake Shioi e Jiro Fukuni, 1982)

$$\phi = \sqrt{15 \text{ NSPT} + 15}$$

Modulo elastico (Webb, 1970)

$$7 \cdot \sqrt{\text{NSPT}} \text{ (Mpa)}$$

Modulo di compressibilità del terreno

$$E_d = 6 \text{ NSPT}$$

Orizzonte A – Terreno di riporto eterogeneo

Si tratta del primo livello presente nell'area in studio fino a 5,0 m di profondità: esso è costituito da terreno di riporto costituito da vari strati di terreno di riporto caratterizzato da consistenza variabile, colore variabile con elementi litoidi grossolani appartenenti a formazioni geologiche non presenti nell'area superficiale alterato, avente scarsi parametri geotecnici con N10 medio = 5, al litotipo in oggetto, tramite l'applicazione delle formule sopra menzionate, possono essere affidati i seguenti parametri geotecnici medi:

- peso di volume $\gamma = 1,8 \text{ t/m}^3$
- angolo di attrito $\phi = 22^\circ$
- coesione $C = 0 \text{ kg/cm}^2$
- modulo edometrico $E_{ed} = 40 \text{ kg/cmq}$
- modulo elastico = 15,6 MPa

Orizzonte B - Limo sabbioso poco consistente:

Si tratta di limo sabbioso inconsistente intercettato alla profondità di 5.2 m da p.c e presente fino a 6 metri. Si affidano, pertanto a questo litotipo dei parametri prudenziali per la verifica a lungo termine della portanza fondale e della stabilità degli scavi e della spinta sulle opere di sostegno:

- peso di volume $\gamma = 1,9 \text{ t/m}^3$
- angolo di attrito $\phi = 20^\circ$
- coesione $C = 0 \text{ kg/cm}^2$
- modulo edometrico $E_{ed} = 20 \text{ kg/cmq}$

Orizzonte C – Substrato lapideo compatto:

Si tratta del substrato lapideo presente nell'area costituito da calcareniti compatte caratterizzato da buoni parametri di resistenza:

- peso di volume $\gamma = 2,2 \text{ t/m}^3$
- angolo di attrito $\phi = 27^\circ$
- coesione $C = 0 \text{ kg/cm}^2$
- modulo edometrico $E_{ed} = 50 \text{ kg/cm}^2$

7 CARATTERIZZAZIONE SISMICA

Il territorio comunale di Porto Azzurro è collocato in zona sismica 4 nella classificazione sismica della Regione Toscana ai sensi della Deliberazione di G.R.T. n° 421 del 26 maggio 2014. Con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008 e s.m.i., la stima della pericolosità sismica viene definita mediante un approccio "sito dipendente" e non più tramite un criterio "zona dipendente".

L'azione sismica di progetto in base alla quale valutare il rispetto dei diversi stati limite presi in considerazione viene definita partendo dalla "pericolosità di base" del sito di costruzione, che è l'elemento essenziale di conoscenza per la determinazione dell'azione sismica.

Le nuove norme tecniche indicano, in base al parametro a_g =accelerazione orizzontale ed all'accelerazione orizzontale massima convenzionale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico a_g/g , quattro zone di cui le prime tre vengono suddivise in quattro intervalli caratterizzati da differenze di accelerazione pari a 0.025g, mentre la quarta, visti i bassi valori di accelerazione, non prevede ulteriori suddivisioni.

Zona	Accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (a_g)	Accelerazione orizzontale massima convenzionale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (a_g/g)
1	$0.25 < a_g \leq 0.35$	0.35g
2	$0.15 < a_g \leq 0.25$	0.25g
3	$0.05 < a_g \leq 0.15$	0.15g
4	$a_g \leq 0.05$	0.05g

7.1 Categoria di sottosuolo

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, l'effetto della risposta sismica locale si valuta mediante specifiche analisi, da eseguire con le modalità indicate nel § 7.11.3 delle NTC 2018. In alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3.2. Il di seguito riportata, si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio, VS.

Categorie di sottosuolo (NTC 2018 - Tabella 3.2.II)	
Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> 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	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> , 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	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> , 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	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , 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	<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>

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:

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

dove h_i e $V_{s,i}$ indicano lo spessore (in metri) e la velocità delle onde di taglio SH (in m/sec.) dello strato i -esimo, per un totale di N strati presenti, da valutarsi per uno spessore di terreno H pari alla profondità del substrato sismico (roccia con $V_s > 800$ m/s).

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{s,eq}$ è definita dal parametro $V_{s,30}$, ottenuto ponendo $H=30$ m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Nel caso specifico in accordo a quanto previsto dalla normativa regionale, per l'attribuzione della categoria di sottosuolo è stata effettuata attraverso l'esecuzione di un profilo sismico a rifrazione ed un'indagine MASW eseguita dal Dr. Geol. Mario Menno.

STRUMENTAZIONE USATA

Sismografo Ambrogeo Echo 2002 seismic unit

Numero dei canali 24

A/D conversione 16 bit

Geofoni orizzontali a 10 hz (non utilizzati in questo rilievo)

Geofoni verticali da 14 hz

SISTEMI DI ENERGIZZAZIONE

Generazione di onde P:

massa battente (mazza da 8 kg)

METODOLOGIE USATE PER L'ANALISI DEI DATI

I dati sono stati acquisiti e trattati in campagna tramite software, Ambrogeo 6.0. della Ambrogeo. In particolare, dove necessario si è implementato il segnale tramite sommatoria delle misure. I dati sono poi stati trattati tramite software "Winsism 10.1" della Wgeosoft, Seismic unix, Rayfract della Intelligent Resource inc.

RISULTATI OTTENUTI

Il modello sismostratigrafico riscontrato può suddividersi grossomodo in un modello a tre strati:

- A) Riporti sciolti, hanno velocità molto variabili, da meno di 400 m/sec in prossimità della spiaggia a circa 800 - 1000 m/sec.
- B) Substrato litoide alterato, mostra velocità mediamente fra 1000-1500-2000 m/sec, trattasi dei primi livelli di litoide fratturato.
- C) Substrato litoide sano, con velocità superiori a 1500 - 2000 m/sec, corrispondente alla fascia del bedrock inalterato.

Prendendo in considerazione le velocità medie provenienti da dromocrone (P) ed i dati provenienti dai MASW (geofisica) possiamo sintetizzare la seguente tabella:

SISMOSTRATO	VP (m/sec)	VSh (m/sec)
A	500	220
B	1500	350
C	4100	1850

La categoria sismica del sottosuolo che risulta essere la C.

Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 180 m/sec e 360 m/sec (ovvero $15 < N_{spt,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < cu_{30} < 250$ kPa nei terreni a grana fine).

7.2 Condizioni topografiche ed amplificazione topografica

Le condizioni topografiche definiscono il coefficiente di amplificazione topografica S_t ; per situazioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale, mentre per configurazioni superficiali semplici, come quella in esame, si può adottare la seguente classificazione.

CATEGORIA	CARATTERISTICHE DELLA SUPERFICIE TOPOGRAFICA
T1	<i>Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$ ($i \leq 26.7\%$)</i>
T2	<i>Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$ ($i > 26.7\%$)</i>
T3	<i>Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base ed inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$ ($26.7\% \leq i \leq 57.7\%$)</i>
T4	<i>Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base ed inclinazione media $i > 30^\circ$ ($i > 57.7\%$)</i>

Per tenere conto delle condizioni topografiche ed in assenza di specifiche analisi di risposta sismica locale, si utilizzano i valori del coefficiente topografico St riportato nella seguente tabella in funzione dell'ubicazione dell'opera o dell'intervento.

CATEGORIA	UBICAZIONE DELL'OPERA O DELL'INTERVENTO	St
T1	<i>Zona pseudo pianeggiante o pendenze minime</i>	1.0
T2	<i>In corrispondenza della sommità del pendio</i>	1.2
T3	<i>In corrispondenza della cresta del rilievo</i>	1.2
T4	<i>In corrispondenza della cresta del rilievo</i>	1.4

La variazione spaziale del coefficiente di amplificazione topografica è definita da un decremento lineare con l'altezza del pendio o del rilievo, dalla sommità o cresta fino alla base, dove St assume valore unitario. Nel caso specifico l'area interessata dai lavori previsti è caratterizzata da una morfologia collinare con deboli pendenze. Perciò appartiene alla categoria topografica T1 (Pendii con inclinazione media $< 15^\circ$).

Pertanto, si attribuisce il seguente coefficiente topografico ST di amplificazione sismica.

$ST = 1,0$.

Di conseguenza, in base a quanto fin qui detto, è possibile riassumere per i terreni in studio le categorie individuate:

- Zona sismica: 4;
- Categoria di sottosuolo: Categoria C;
- Categoria topografica: T1;
- Coefficiente di amplificazione topografica: $ST = 1.0$

7.3 Rischio da liquefazione

La litologia dei materiali presenti nella zona permette di escludere il rischio da liquefazione.

8 FATTIBILITA' AI FINI DEL VINCOLO IDROGEOLOGICO

Per quanto riguarda la fattibilità ai fini del vincolo idrogeologico (DPGR 48R/2003 e smi) si evidenzia:

- la realizzazione della tettoia prevede scavi limitati alla sola realizzazione delle strutture di fondazione;
- il terreno di scavo, quantificabile in pochi mc potrà essere riutilizzato in loco in regime di sottoprodotto secondo quanto previsto dal DPR 120/2017 nella medesima area di intervento per piccoli rimodellamenti superficiali e per i rinterri previsti. In alternativa potrà essere gestito come rifiuto con codice EER 170504 presso impianto autorizzato;
- la realizzazione della tettoia non altera l'attuale assetto morfologico, né comporta variazioni significative al regime delle acque sotterranee e superficiali;
- non sono previsti tagli e/o spostamenti di essenze arboree, né ceppaie;

9 CONCLUSIONI

Nel presente rapporto sono stati illustrati i risultati delle indagini geologico-geotecniche eseguite a supporto della progettazione per la realizzazione di n. 2 tettoie in carpenteria metallica e copertura in lamiera ondulata, presso l'impianto di valorizzazione dei rifiuti urbani ESA posto in località Buraccio, Porto Azzurro. Si tratta di strutture leggere aventi l'unica funzione di proteggere dagli agenti atmosferici i sottostanti stoccaggi. La tettoia denominata 1 di estensione di ca 30 mq può essere considerata "priva di rilevanza" ai sensi dell'allegato C del Regolamento n. 1/R del 19 gennaio 2022.

La tettoia denominata 2 di estensione di 130 mq rientra nella classe d'indagine 2 (Volume totale inferiore a 1.500 metri cubi e con altezza in gronda inferiore a 10 metri) ai sensi del Regolamento n. 1/R del 19 gennaio 2022.

Nel rimandare al testo per gli aspetti specifici, si riassumono di seguito i punti principali.

1. L'area dell'intervento ricade in un contesto collinare caratterizzato da deboli pendenze posto su un ampio terrazzamento antropico realizzato tra gli anni 1980 e 1995 a mezzo di operazioni di riporto e spianamento funzionali alle attività di esercizio dell'adiacente Miniera della Crocetta. Geologicamente l'assetto generale della zona risulta caratterizzato dalla presenza di un substrato litoide costituito dalle successioni flyschoidi di Marina di Campo con intrusioni di Porfidi e Apliti porfiriche.

2. Facendo riferimento al RU l'area in oggetto ricade in:

Classe di Pericolosità Geologica/Geomorfologica classe G.2 (media)

"Aree con elementi geomorfologici, litologici e giaciture dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto". Vi rientrano le aree collinari in cui non sono evidenti fenomeni erosivi veloci o franosi, sono necessarie le normali indagini geologiche e/o geotecniche a corredo della progettazione. I sopralluoghi eseguiti in situ hanno permesso di confermare che l'area è stabile e non soggetta a fenomeni erosivi.

L'area non è interessata da pericolosità idraulica.

Utilizzando l'abaco nella relazione di fattibilità geologica e idraulica facente parte del RU per l'intervento in oggetto, che si configura come:

"Realizzazione di piccoli volumi tecnici e si ottengono le classi di fattibilità riportate di seguito.

- **FATTIBILITA' GEOLOGICA - classe F.G.2. - FATTIBILITÀ CON NORMALI VINCOLI;**
- **FATTIBILITA' IDRAULICA - classe F.I.1. – FATTIBILITÀ SENZA PARTICOLARI LIMITAZIONI.**

3. Il modello stratigrafico locale, procedendo dall'alto verso il basso, può essere schematizzata in 3 orizzonti principali:

Orizzonte A (0,0 - 5,2 m): Terreno di riporto eterogeneo;

Orizzonte B (5,2 – 6,0 m): Limo sabbioso poco consistente (cfr piano campagna originario);

Orizzonte C (> 6,2 m): Substrato lapideo compatto.

Ai due orizzonti tramite i dati ricavati da una prova penetrometrica dinamica sono stati attribuiti i principali parametri geotecnici.

4. La categoria sismica del sottosuolo è risultata essere la C.

Per il valore del coefficiente di amplificazione topografica (ST) si ha "T1 – superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$ ".

La litologia dei materiali presenti nella zona di escludere il rischio da liquefazione.

Stante la presenza di un rilevato antropico piuttosto eterogeneo e con scarse caratteristiche geotecniche di oltre 5,0 m di spessore e della presenza di substrato roccioso dalle buone caratteristiche di resistenza a ca 6,0 m di profondità si suggerisce la previsione di una struttura di fondazione realizzata su pali di almeno 8 m di lunghezza in grado di trasferire il carico della tettoia, che di per se rappresenta una struttura leggera, ma può subire forti sollecitazioni a causa dell'azione del vento, al substrato compatto.

COMUNE DI PORTO AZZURRO

**REALIZZAZIONE DI N. 1 SONDAGGIO N LOCALITA' BURACCIO OLTRE
A INDAGINE SISMICA E MASW**

RELAZIONE TECNICA DI FINE LAVORI

Porto Azzurro, FEBRAIO 2023

Geol. Mario Menno

1. PREMESSA

Il presente rapporto di cantiere e restituzione dei risultati della campagna geognostica è redatta a supporto della richiesta per la realizzazione di due tettoie di copertura rifiuti per l'impianto di smaltimento di rifiuti denominato il Buraccio.

Nell'area in studio è stato altresì eseguito uno studio per valutare le caratteristiche geofisiche. L'indagine è stata eseguita attraverso l'esecuzione di un profili sismici ed una MASW.

2. CENNI TEORICI

La metodologia della sismica a rifrazione consiste nel produrre delle onde sismiche nel terreno tramite un energizzazione (scoppio), tale energia può essere generata tramite un grave che percuote il terreno (martello o peso), oppure tramite lo scoppio di una carica esplosiva.

In particolare la sismica a rifrazione studia il comportamento dell'onda rifratta. Tale onda, viaggiando all'interfaccia fra due mezzi a differente velocità, manda in superficie una serie di segnali (vibrazioni) che vengono registrati da degli accelerometri (geofoni). Tali geofoni, posti ad equidistanza nota uno dall'altro vanno a formare la stesa sismica. L'indagine procede energizzando in posizioni note. Il segnale così registrato viene convogliato ad una scheda di conversione A/D, e quindi registrato e conservato in memoria. L'acquisizione dei dati da parte del sismografo parte quando un particolare circuito (trigger) viene attivato dall'energizzazione nel terreno.

Per ogni registrazione viene registrato un segnale, costituito da una traccia per ciascun geofono. Riconoscendo su ciascuna traccia il primo arrivo dell'onda rifratta si genera una retta, detta dromocrona, dall'inclinazione della quale si può risalire alla velocità ed alla geometria (interpolando più dromocrone) dei rifrattori.

Le metodologie di interpretazioni dei dati vanno dalle più semplici (metodo delle intercette) che richiedono solo 2 scoppi per profilo, al metodo del reciproco (Hokins 1957) e del reciproco generalizzato (G.R.M. Palmer 1980) che richiedono 5-7 scoppi per profilo, fino alle tecniche tomografiche, che richiedono almeno 7 scoppi per stendimento. Le basi su cui si fonda ogni tecnica sono differenti, così come è crescente la complessità dell'elaborazione, tanto è che i G.R.M. e soprattutto le tecniche tomografiche sarebbero improponibili senza l'ausilio di computer.

L'elaborazione che restituisce ogni tecnica risulta via via più completa e dettagliata, fino ad arrivare a una mappatura di discontinuità molto articolate ottenibile con le più moderne tecniche tomografiche.

PRINCIPALI LIMITI DELLA TECNICA SISMICA RIFRAZIONE

Il limite principale della sismica a rifrazione sta nel fatto che tale tecnica presuppone un incremento costante della velocità andando in profondità. Se, ad esempio, abbiamo un modello in cui al disotto di uno strato continuo di argilla dura, abbiamo della sabbia molle, ed al disotto di questa roccia, il passaggio fra argilla e sabbia non produce rifrazione, il modello che ricostruirò sarà un modello di terreno errato. Per questo le indagini sismiche andranno sempre accoppiate, soprattutto in situazioni dove inversioni di velocità sono frequenti (ad esempio i depositi quaternari) ad indagini geotecniche dirette. Tali inconvenienti sono stati parzialmente risolti dalle tecniche tomografiche, dove tramite il "ray tracing" è possibile stabilire il percorso del raggio sismico ed individuare zone (sempre che siano limitate ad una parte interna allo stendimento) dove è avvenuta un'inversione di velocità, caratterizzate da un'assenza di copertura dei medesimi.

STRUMENTAZIONE USATA

Sismografo Ambrogeo Echo 2002 seismic unit
Numero dei canali 24
A/D conversione 16 bit

Geofoni orizzontali a 10 hz (non utilizzati in questo rilievo)
Geofoni verticali da 14 hz

SISTEMI DI ENERGIZZAZIONE

Generazione di onde P:
massa battente (mazza da 8 kg)

METODOLOGIE USATE PER L'ANALISI DEI DATI

I dati sono stati acquisiti e trattati in campagna tramite software, Ambrogeo 6.0. della Ambrogeo. In particolare, dove necessario si è implementato il segnale tramite sommatoria delle misure. I dati sono poi stati trattati tramite software "Winsism 10.1" della Wgeosoft, Seismic unix, Rayfract della Intelligent Resource inc.

RISULTATI OTTENUTI

Il modello sismostratigrafico riscontrato può suddividersi grossomodo in un modello a tre strati:

A Riporti sciolti, hanno velocità molto variabili, da meno di 400 m/sec in prossimità della spiaggia a circa 800 - 1000 m/sec.

B Substrato litoide alterato, mostra velocità mediamente fra 1000-1500-2000 m/sec, trattasi dei primi livelli di litoide fratturato.

C Substrato litoide sano, con velocità superiori a 1500 - 2000 m/sec, corrispondente alla fascia del bedrock inalterato.

Prendendo in considerazione le velocità medie provenienti da dromocrone (P) ed i dati provenienti dai MASW (geofisica) possiamo sintetizzare la seguente tabella:

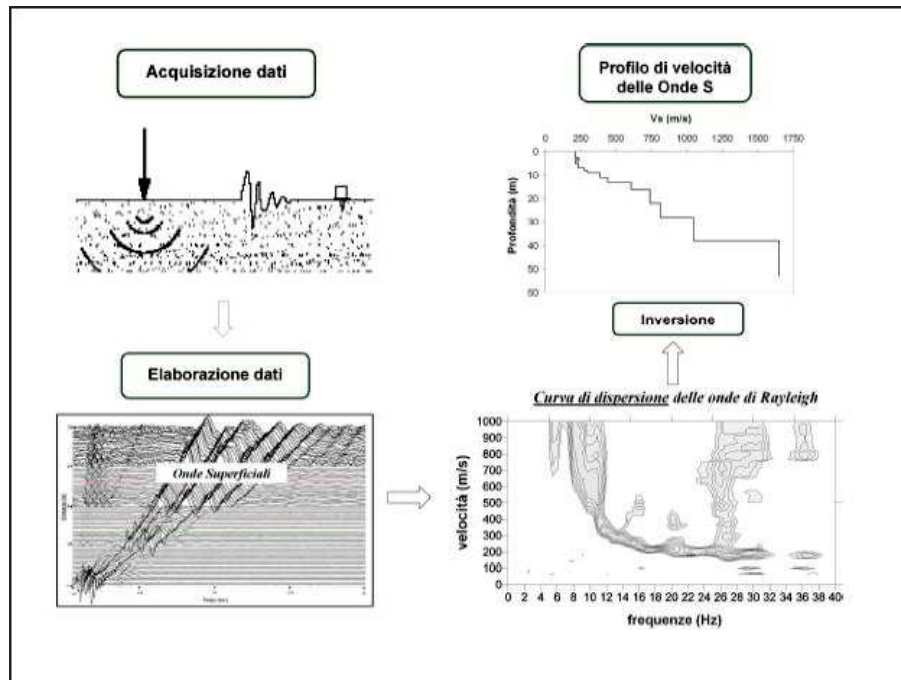
	SISMOSTRATO VP (m/sec)	VSh (m/sec)
A	500	221
B	1500	350
C	4100	1848

3.. ANALISI SVOLTA CON LE ONDE SUPERFICIALI- CENNI TEORICI

La conoscenza dell'andamento nel primo sottosuolo della velocità di propagazione delle onde di taglio è come noto, importante negli studi di microzonazione sismica dedicati alla stima di possibili effetti di sito, capaci di amplificare il moto del terreno durante un terremoto.

Negli ultimi anni hanno avuto ampio sviluppo tecniche geofisiche basate sull'analisi della propagazione delle onde superficiali ed, in particolare, delle onde di Rayleigh. Le proprietà dispersive di tali onde in mezzi stratificati, nonché la stretta relazione esistente tra la loro

velocità di propagazione e quella delle onde di taglio, consentono di risalire al profilo di velocità delle onde S. Il metodo di indagine attivo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è basato su un'artificiale energizzazione sismica del suolo e sull'analisi spettrale delle onde superficiali presenti nel segnale (Nazarian e Stokoe, 1984; Park et al., 1999).



La curva di dispersione delle onde di Rayleigh rappresenta la variazione di velocità di fase che tali onde hanno al variare della frequenza.

Tali valori di velocità sono legati strettamente alle proprietà meccaniche del mezzo in cui l'onda si propaga (velocità delle onde S, delle onde P e densità). Tuttavia, diversi studi hanno in realtà messo in evidenza che la velocità delle onde P e la densità sono parametri di secondo ordine rispetto alle onde S nel determinare la velocità di fase delle onde di Rayleigh.

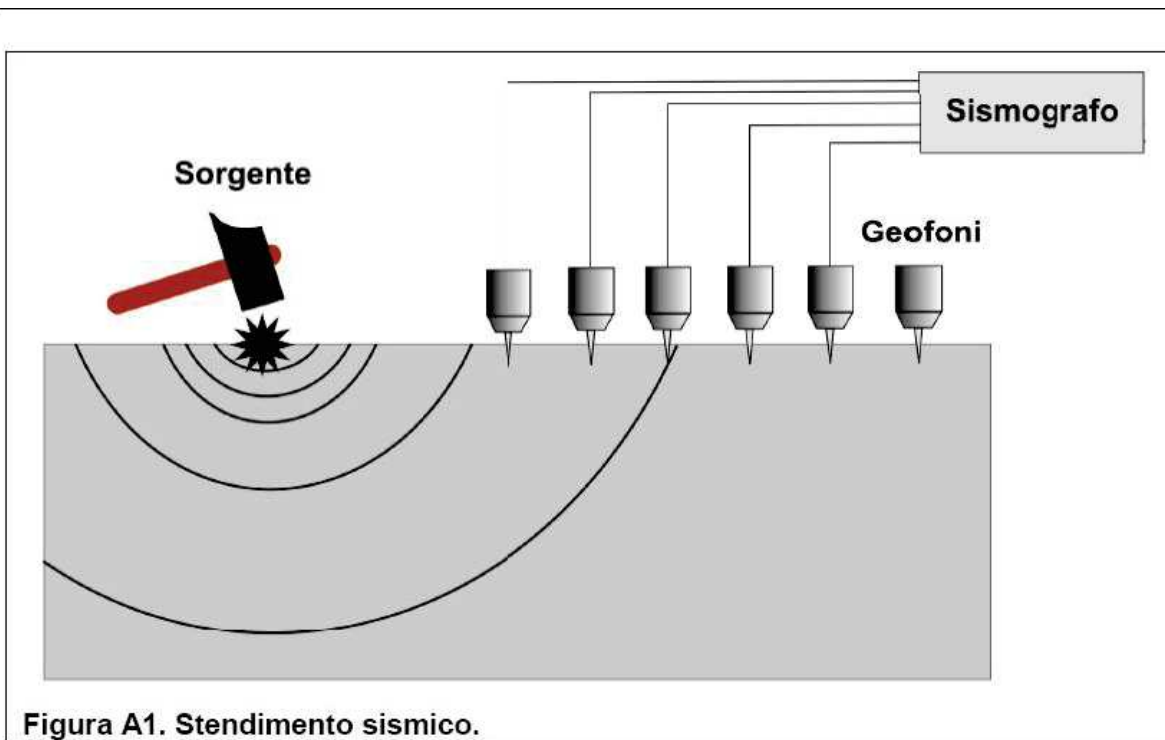
Quindi, dato che le onde superficiali campionano una porzione di sottosuolo che cresce in funzione del periodo dell'onda e che la loro velocità di fase è fortemente condizionata in massima parte dalle onde S dello strato campionato, la forma di questa curva è essenzialmente condizionata dalla struttura del sottosuolo ed in particolare dalle variazioni con la profondità delle velocità delle onde S. Pertanto, utilizzando appositi formalismi è possibile stabilire una relazione (analiticamente complessa ma diretta) fra la forma della curva di dispersione e la velocità delle onde S nel sottosuolo. Tale relazione consente il calcolo di curve di dispersione teoriche a partire da modelli del sottosuolo a strati piano paralleli. L'operazione d'inversione, quindi, consiste nella minimizzazione, attraverso una procedura iterativa, degli scarti tra i valori di velocità di fase sperimentali della curve di dispersione e quelli teorici relativi ad una serie di modelli di prova, "velocità delle onde S - profondità".

STRUMENTAZIONE USATA

- Sismografo Ambrogeo Echo 2002 seismic unit;
- Numero dei canali 12;
- A/D conversione 16 bit;
- Geofoni verticali da 4.5 hz;

SISTEMI DI ENERGIZZAZIONE

- energizzazione per sismica a rifrazione e masw;
- Massa battente (mazza da 8 kg);



MODALITÀ OPERATIVA

Si è effettuato il rilievo MASW in corrispondenza del profilo AA'. Si sono disposti 12 geofoni da 4,5 hz alla distanza di 3 metri, quindi si sono effettuate 2 battute una a 3 metri e l'altra a 36 metri dal primo geofono. Si è quindi assemblata una traccia di 24 geofoni distanziati 1 metro.

INTERPRETAZIONE

L'analisi ed interpretazione delle tracce è avvenuta tramite software Winmasw 2.0 della Eliosoft. Si è quindi eseguita una prima analisi manuale per cercare grossomodo di individuare lo spessore e la velocità dei vari sismostrati, si è quindi poi lasciato che il programma affinasse il modello indicato. L'interpretazione è stata legata ai risultati provenienti dalla sismica a rifrazione e mostra la presenza del substrato litoide (bedrock) ad una profondità di circa -2.5 metri.

MODELLO MIGLIORE

<u>VS (m/sec):</u>	221.14778	321.83886	1708.9273	1940.4194	1896.5337
<u>spessore (m):</u>	1.7996	0.94852	4.2577	9.8055	

curva di dispersione (frequenza - velocità di fase onde di Rayleigh)

modo: 0 (modo fondamentale)

modello migliore:

<u>f(Hz)</u>	<u>VR(m/sec)</u>
19.0654	1656.4434
23.9369	1440.9902
27.1846	893.44062
32.1915	627.98877

34.2213	581.12574
39.6342	500.28105
47.3475	374.91852
53.8429	273.27787

Massima Profondità di Penetrazione in Approssimazione "Steady State Rayleigh Method": 33.0 m
VS5 del modello migliore: 403 m/sec VS20 del modello migliore: 985 m/sec

VS30 del modello migliore: 350 m/sec.

CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL SITO IN ESAME

In relazione alla nuova normativa sismica e alle nuove norme tecniche per le costruzioni, si riporta di seguito la classificazione del suolo:

CATEGORIA C: *Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti*, con spessori superiori a 30 metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 180 m/sec e 360 m/sec (ovvero $15 < N_{spt,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fine).

STIMA DELLA CATEGORIA TOPOGRAFICA E DEL COEFFICIENTE DI AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA

Essendo l'area interessata dai lavori previsti caratterizzata da una morfologia collinare con deboli pendenze, in base alla suddetta tabella, appartiene alla categoria topografica **T1** (*Pendii con inclinazione media $< 15^\circ$*).

Pertanto, si affida al terreno in studio, il seguente coefficiente topografico **S_T** di amplificazione sismica:

$$S_T = 1.0$$

Di conseguenza, in base a quanto fin qui detto, è possibile riassumere per i terreni in studio le categorie individuate:

- Zona sismica: 4;
- Categoria di sottosuolo: Categoria C;
- Categoria topografica: T1;
- Coefficiente di amplificazione topografica: $S_T = 1.0$

Porto Azzurro, febbraio 2023

Geol. Mario Menno





