

COMUNE DI AUGUSTA

LAVORI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA DEL FORTE VITTORIA E MESSA IN SICUREZZA DEL FORTE GARCIA, RICOMPRESI NELLA CIRCOSCRIZIONE TERRITORIALE DEL PORTO DI AUGUSTA, DELIBERA PRESIDENZIALE n. 26/18 del 22/03/2018.

RELAZIONE GEOLOGICA

COMMITTENTE

Autorità di Sistema Portuale
del Mare di Sicilia Orientale

IL GEOLOGO

Dott. Domenico La Ferla
O.R.G. Sicilia N° 1492



INDICE

1 Premessa	pag. 3
2 Programma e indagini eseguite	pag. 4
3 Inquadramento topografico e geomorfologico	pag. 5
4 Lineamenti geologici e strutturali	pag. 6
5 Inquadramento geomorfologico	pag. 9
6 Inquadramento idrogeologico	pag. 10
7 Rischio geologico dell'area	pag. 13
8 Stratigrafia di dettaglio	pag. 15
9 Caratteristiche fisico - meccaniche	pag. 16
10 Considerazioni conclusive	pag. 17
Allegati	pag. 20

1 PREMESSA

Su incarico dell'Autorità di Sistema Portuale del Mare di Sicilia Orientale è stato condotto uno studio geologico, mirato alla determinazione delle caratteristiche morfologiche, litostratigrafiche, strutturali e fisico - meccaniche dei terreni in cui ricade l'ubicazione del progetto: *"Lavori di manutenzione straordinaria del Forte Vittoria e messa in sicurezza del Forte Garcia, ricompresi nella circoscrizione territoriale del Porto di Augusta, Delibera Presidenziale n. 26/18 del 22/03/2018"*.

Il progetto prevede oltre alla manutenzione del Forte Vittoria e alla messa in sicurezza del Forte Garcia, la sostituzione di un pontile galleggiante con una banchina in muratura della lunghezza di circa 20 metri.

La banchina da realizzare ha la sua radice in prossimità dell'ingresso del Forte Vittoria e mediante una pedana di raccordo, la nuova banchina sarà collegata alla terra ferma.

La struttura della nuova banchina sarà realizzata con cassoni in cemento armato che saranno appoggiati sul fondale limitrofo alla costa e successivamente riempiti con materiale inerte.

Per permettere l'affondamento dei cassoni, questi saranno senza base e copertura, una volta messi in posizione e affondati per circa 30 cm nel fondale, questi saranno tappati con un getto di calcestruzzo, riempiti con pietrame di cava e chiusi con una botola in cemento armato.

Sopra la botola, una volta posizionati tutti i cassoni, sarà realizzato un massetto armato e successivamente una pavimentazione costituita da malta e pietrame.

Per garantire la realizzazione della banchina saranno posizionati 5 cassoni lunghi 4 metri e larghi 2,5 metri; in relazione al fondale, l'altezza dei cassoni varierà da 2,5 a 3,5 metri compresa la pavimentazione. In definitiva la banchina avrà una pianta di 2,5 metri per 20 metri con una passerella di raccordo alla terra ferma lunga circa 9,5 metri. L'altezza rispetto al livello del mare medio della banchina sarà di circa 90 cm.

Lo studio è stato effettuato in ottemperanza alle normative vigenti ed in particolare ai:

- * D.M. 21.01.1981 "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, ecc..".
- * D.M. 29/05/1985 "norme per la compilazione dei progetti di opere dello Stato" e successive modifiche ed integrazioni
- * D.M. 11.03.1988 e successive modifiche ed integrazioni.

D.M. LL.PP. del 23/09/1981 sostituito dall'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n° 3274 del 20/03/2003 "primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni di zone sismiche"; modificata e integrata con l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n° 3316 del 02/10/2003, modificata e integrata con l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n° 3431 del 03/05/2005 che dichiarano il territorio del C.ne di Augusta Zona ad Alto Rischio Sismico appartenente alla **zona sismica 2**. D.M. LL.PP. del 14/01/2008 (G.U. n° 29 del 4/02/2008) "norme tecniche per le costruzioni" e la circolare del 02/02/2009 n° 617 istruzioni per l'applicazione delle "nuove norme tecniche per le costruzioni".

D.M. del 17/01/2018 "Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni".

2 PROGRAMMA E INDAGINI ESEGUITE

Per meglio individuare le caratteristiche geologiche in senso lato dell'area relativa ai Forti Garcia e Vittoria interessati dall'intervento in oggetto, sono state redatte e riprodotte diverse carte tematiche ad indirizzo geologico supportate sia da indagini geognostiche che da prove sismiche superficiale di tipo MASW eseguite per precedenti lavori nell'area prospiciente ai due forti.

E' stato inoltre consultato il Progetto Esecutivo relativo ai Lavori del primo stralcio e del secondo stralcio della terza fase del porto Commerciale di Augusta "Banchine Containers" ricadente in prossimità dell'area in studio e lavori svolti dallo scrivente in zone limitrofe con la consultazione di studi bibliografici attinenti all'area di interesse.

Mediante i dati acquisiti è stato quindi possibile ottenere i dati geotecnici necessari per la stesura della relazione geologica relativa al progetto in oggetto e quindi all'intervento di messa in posto e/o realizzazione della nuova banchina in muratura.

Le carte tematiche redatte per lo studio sono le seguenti:

- * inquadramento topografico dell'area in esame, a scala 1:25.000 (*All.1*);
- * foto aerea dell'area dei Forti Garcia e Vittoria con l'ubicazione della nuova banchina in muratura (*All.2*);
- * carta geologica a scala 1:20.000 (*All.3*);
- * carta idrogeologica a scala 1:20.000 (*All.4*);
- * carta geologica a scala 1:5.000 con l'ubicazione della banchina (*All.5*);
- * profilo geologico schematico della banchina (*All.6*);

3 INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO E GEOMORFOLOGICO

L'area d'interesse ricade nella Tavoleta "Augusta" F. 274 I. S.O. a scala 1:25000 della Carta d'Italia, edita dall'Istituto Geografico Militare Italiano (A.I.I.).

Il sito in oggetto risulta ubicato nel settore nord - orientale Ibleo, e con precisione nella parte a nord della rada di Augusta, ad est del porto Commerciale di Augusta.

Dal punto di vista morfologico, l'area in esame si presenta sub-pianeggiante, ed è topograficamente ubicata ad una quota media di circa 1,0 metri s.l.m..

L'area di interesse è costituita da una piccola isoletta della superficie di circa 7000 m², costituita geologicamente da un placcone calcarenitico quaternario, di pochi metri di spessore, poggiato sulle sottostanti argille.

Tale particolare condizione geologica rispecchia la struttura dell'Isola di Augusta, anch'essa costituita da uno strato calcarenitico superficiale poggiato al disopra del tetto delle argille, anche se chiaramente le condizioni risultano leggermente diverse sia come quote topografiche che come spessore dello strato calcarenitico. Ad ogni modo, sopra lo strato calcarenitico dell'area in studio, vennero successivamente fondate le costruzioni dei Forti Garcia e Vittoria che senza alcun dubbio rappresentano un intervento antropico armonioso con l'ambiente circostante.

In un contesto più ampio, la morfologia dell'area in studio è conseguenza di eventi tettonici, protrattisi dal miocene al recente, che hanno determinato la presenza di horst e graben.

Ad ogni modo i processi morfogenetici in atto nell'area vasta hanno scarsa rilevanza e influenza sull'assetto geostatico dell'area che risulta infatti priva di qualunque forma di erosione e/o dissesto, assetto che è quindi allo stato, soddisfacente.

Bisogna comunque chiarire che gli effetti del moto ondoso che interessano l'isola dei Forti Garcia e Vittoria sono molto ridotti, condizione determinata dalla posizione strategica dell'isola stessa. Infatti la posizione della stessa all'interno della rada del Porto di Augusta attenua in maniera importante gli effetti del moto ondoso visto che l'area risulta protetta dall'isola di Augusta e dalla diga foranea del porto stesso.

Solo i venti che soffiano da sud verso nord possono dar vita ad onde di una certa intensità, in considerazione del fatto che tali venti insistono sulla superficie della rada che in tale direzione ha una lunghezza di circa 7000 metri. Ad ogni modo da studi eseguiti e da osservazioni dirette, le onde massime che si possono formare risultano di circa un metro, condizione che determina un impatto sull'isola dei forti quasi irrilevante. Risulta inoltre doveroso rilevare che la nuova banchina da realizzare si trova in posizione protetta, visto che la stessa sarà realizzata nel lato di costa a nord dell'isola.

Da tale lato i venti dominanti risultano con direzione da nord verso sud, e lo specchio acqueo prospiciente risulta avere una lunghezza inferiore a 1500 metri, condizione che attenua di circa quattro volte le onde attese in quella direzione rispetto alle massime rilevabili all'interno della rada di Augusta. In definitiva l'area in cui sarà allocata la banchina risulta protetta e soggetta ad onde che in condizioni massime non possono raggiungere i 50 centimetri.

Nell'*Allegato 2* si riporta una foto aerea dell'area dei Forti Garcia e Vittoria con l'ubicazione della futura banchina in muratura.

4 LINEAMENTI GEOLOGICI E STRUTTURALI

Dal punto di vista geologico – strutturale l'area in esame fa parte del settore nord - orientale dell'Avampese ibleo, il quale costituisce il margine settentrionale, tettonicamente indeformato, della placca continentale africana ed è interessato prevalentemente da sistemi di faglie normali.

Esso è strutturalmente delimitato a nord - ovest dalla Falda di Gela, che costituisce la terminazione sud - orientale del Bacino di Caltanissetta; ad est dalla Scarpata ibleo - maltese, legata alla formazione del Bacino ionico; a sud l'Avampese risulta, come già detto, in continuità con la placca continentale africana.

La principale conseguenza strutturale di tale situazione geologica si manifesta nella moltitudine di horst e graben che si susseguono, sia a grande che a piccola scala, nell'intero altopiano ibleo.

Il graben entro cui ricade l'area in esame, si sviluppa in direzione nord - sud ed è delimitato dagli horst carbonatici di M. Tauro ad est, della Gisira a nord - est e quello di Perito - Bonfidè - Melilli a ovest.

Nel corso del Pleistocene inf. e medio, in questa depressione, come negli altri graben di questo settore, si sono depositati sedimenti legati alle diverse fasi trasgressive: si depositarono prima sabbie e calcareniti (Qc) e successivamente argille (Qa), che più a sud raggiungono spessore massimo intorno ai 300 m. Nel Pleistocene medio si ha l'ultimo evento trasgressivo importante, testimoniato dalla deposizione di discreti spessori di calcareniti (Qm).

Dal rilevamento geologico a scala 1:20.000 (411.3) dell'area oggetto del presente studio, si è constatata la presenza, dal basso verso l'alto in affioramento dei seguenti litotipi:

(Cv) Prodotti vulcanici sottomarini rappresentati in prevalenza da vulcanoclastiti bruno giallastre a grana fine, da breccie a pillows e da filoni basaltici massivi nerastri. Spessore: in affioramento 50 - 100 m, in sottosuolo superiore ai 400 m. Permeabilità molto bassa per diffuso stato di avanzata argillificazione. Formazione impermeabile costituente un substrato dell'acquifero carbonatico soprastante. Nell'area in esame affiorano a Sud e in prossimità dell'horst di Monte Tauro dove, però, a causa delle ridotte dimensioni dell'affioramento non sono state cartografate. CRETACEO SUP.

(Oe) Calcari bianchi a macroforaminiferi, coralli e alghe calcaree, in strati decimetrici, localmente carsificati alla sommità (V.ne della Neve), passanti lateralmente e in basso a calcareniti grigio - verdi e marne siltose con intercalazioni conglomeratiche silico - clastiche. Spessore circa 40 m. Permeabilità elevata per la formazione di carsismo. Costituisce un acquifero in continuità con la soprastante formazione carbonatica. OLIGOCENE MEDIO - SUP.

(Mc-Mcc) Formazione dei Monti Climiti - Sui termini cretacei ed eocenici, poggia in discordanza una sequenza carbonatica costituita da un sottile intervallo basale di calciruditi e da calcareniti biancastre friabili con resti algali e briozoi alla base (Membro di Melilli Mcc), passanti verso l'alto e lateralmente a biolititi algali (rodoliti), calcareniti a briozoi e a Heterostegina e a Clypeaster (Membro dei Calcari di Siracusa Mc). Gli strati hanno spessore da 10 - 15 cm fino ad una decina di metri. Lo spessore totale va da 10 m ad oltre 400. Nell'area in esame il Membro di Siracusa costituisce gli horst di M. Tauro, Costa Mendola e Melilli mentre il Membro di Melilli affiora a monte del F. Marcellino. Permeabilità elevata per porosità, per fessurazione e carsismo, con estensione ai soprastanti livelli Mvc; l'acquifero risulta di particolare importanza. OLIGOCENE MEDIO fino a TORTONIANO.

(Mv) (Mvc) Formazione Carlentini - Prodotti di manifestazioni vulcaniche basiche a carattere prevalentemente esplosivo sia sottomarine che subaeree, rappresentati da livelli di vulcanoclastiti mescolate ad una o più o meno abbondante frazione carbonatica di origine sedimentaria (Mvc) e da subordinate colate basaltiche a desquamazione globulare (Mv). All'interno di questo orizzonte vulcanico compaiono intercalazioni calcaree costituite da bioherme a coralli di genere *Porites*, oppure da bioliti a Litotamni. Spessore circa 80 -100 m. Permeabilità medio - bassa principalmente per porosità, favorita dalla presenza di corpi lavici e intercalazioni carbonatiche. Formazione semipermeabile con circolazione discontinua e ridotta. TORTONIANO

(Mvc) Calcari a *Clypeaster* e molluschi - L'intervallo inferiore della successione vulcanica Mv passa lateralmente, per effetto della progressiva chiusura delle intercalazioni vulcanoclastiche più antiche, ad un orizzonte calcareo costituito da calcareniti e calciruditi in strati di mezzo metro circa (Mvc). Spessore variabile da 10 a 50 m. A M. Tauro (Contr. Cavallera) sopra le rodoliti di Mc poggiano calcareniti ricche di *Clypeaster*, passanti verso l'alto ad una decina di metri di calcari giallastri brecciati a pettinidi e ostreidi. Ad Ovest del suddetto allineamento le facies di Mvc sono costituite in prevalenza da rodoliti algali molto simili ai livelli apicali di Mc. Diversi affioramenti sono stati rilevati sulla costa siracusana (Scoglio due fratelli) e ad Ovest di Mass. Mendola. Nella letteratura geologica tale unità Mvc è stata sempre considerata come la parte sommitale della Formazione dei M. Climiti (Membro dei Calcari di Siracusa). Permeabilità media per fessurazione e porosità; di solito la formazione si trova in continuità idraulica con le sottostanti formazioni mioceniche. TORTONIANO.

(Ms) Formazione Monte Carrubba - Successione carbonatica costituita da un intervallo inferiore di calcareniti friabili bianco - giallastre ad ostreidi e pettinidi di habitat infralitorale in banchi di 2 - 3 m. e da un intervallo superiore di calcareniti tenere laminate e marne calcaree passanti a "lumachelle" con faune oligotipiche indicanti un habitat duicicolo - salmastro. Ad Est dell'abitato di Lentini e lungo la costa ionica (Capo S. Croce), affiorano calcareniti oolitiche a stratificazione incrociata, passanti verso l'alto ad alcuni metri di "lumachelle" a gasteropodi. Per progressiva chiusura verso Est della formazione Carlentini (Mvc) lungo la costa ionica tale unità poggia direttamente sul Membro dei Calcari di Siracusa. Spessore complessivo inferiore a 50 m.

Permeabilità da media a bassa per porosità e subordinatamente per fessurazione.

TORTONIANO SUP.-MESSINIANO INF.

(Pv) Potente successione di vulcaniti basiche prevalentemente submarine in basso e subaeree in alto. I prodotti submarini sono dati da ialoclastiti, da breccie vulcanoclastiche a grana minuta e da breccie a pillows immerse in una matrice vulcanoclastica giallo - rossastra. Quelli subaerei sono costituiti da colate di lave bollose e scoriacee e da subordinati prodotti piroclastici e affiorano estesamente prevalendo nel settore orientale tra Lentini e Augusta. Nell'area studiata la formazione affiora nei pressi di Agnone e lo spessore raggiunge poche decine di metri. Permeabilità bassa per porosità nei termini prevalentemente ialoclastitici ed elevata, per fessurazione, nelle lave subaeree.

PLIO-PLIISTOCENE.

(Qc) Calcareniti e sabbie giallastre fossilifere massive o a stratificazione incrociata con livelli e lenti di conglomerati poligenici più frequenti alla base e talora con argille limose a *Cardium edule* d'ambiente lagunare rare in affioramento, ma più frequenti nel sottosuolo dell'area di Augusta. Tale formazione ricopre in discordanza terreni di età differente. Spesso si estende sulle lave plioceniche poggiando con livelli via via più giovani (on-lap) sulla paleosuperficie delle vulcaniti. Spessore da pochi metri fino a 100-150 m specialmente in corrispondenza di paleofalesie. Le Qc presentano permeabilità elevata sia per porosità che per fessurazione; l'acquifero è di un certo interesse particolarmente laddove si trova in connessione con le vulcaniti (Pv). PLEISTOCENE INF.

(Qa) Le calcareniti e le sabbie giallastre (Qc) passano verso l'alto e lateralmente ad argille siltoso - marnose grigio - azzurre (Qa) talora con intercalazioni sabbioso - siltose ad Artica islandica (area a SE di Villasmundo). Questa formazione assume particolare sviluppo e spessore (fino a 300 m) nei graben di Lentini e Augusta. Le argille (Qa) presentano permeabilità molto bassa, costituendo il substrato impermeabile dell'acquifero superiore; lungo la fascia costiera, esercita azione di parziale sbarramento rispetto all'intrusione delle acque marine. Nell'area in studio le argille risultano la base su cui sono appoggiate le calcareniti quaternarie Qm. In tale zona lo spessore delle argille risulta superiore ai 100 m. PLEISTOCENE INF.

(Qm) Sabbie e calcareniti grossolane organogene ("panchina") giallastre a stratificazione incrociata sovente terrazzate alla sommità. Alla base sono presenti lenti di paleosuolo con resti di *elephas meridionalis*, ovvero ghiaie e conglomerati poligenici che a quote più elevate possono prevalere (area a Sud di Villasmundo). Spessore da 0 fino a una decina di metri al massimo.

Permeabilità media per porosità, variabile in relazione al grado di cementazione. Acquifero superficiale di scarso interesse. Tali calcareniti nell'area in studio rappresentano il substrato di fondazione dei Forti Garcia e Vittoria. Lo spessore in tale area risulta non superare i 2 m. PLEISTOCENE MEDIO

(a) Alluvioni recenti e attuali costituite da ghiaie, sabbie, limi o suoli. Permeabilità media per porosità variabile in relazione alla granulometria dei depositi; l'acquifero risulta essere di modesta potenzialità. OLOCENE.

(s) Spiagge attuali e saline costiere. OLOCENE.

5 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

Dal punto di vista geomorfologico, l'area in studio non presenta particolari condizioni che possano determinare movimenti superficiali degni di nota.

Nell'area in studio sono presenti litotipi di varia natura che sono stati raggruppati, in funzione delle loro caratteristiche lito - morfologiche, in cinque classi qui di seguito descritte:

Litotipi ghiaiosi - sabbiosi

A questo litotipo sono state associate le formazioni delle spiagge attuali e saline costiere e le alluvioni recenti e attuali che per la loro natura assumono un andamento blando e pianeggiante.

Litotipi calcarenitici - sabbiosi

Di questo gruppo fanno parte le calcareniti organogene (Qm) e le calcareniti e sabbie giallastre (Qc). Entrambe le formazioni, di natura carbonatica, affiorano estesamente su tutta l'area soprattutto in prossimità del graben di Augusta; si presentano ben cementate e localmente sabbiose. Questa particolare natura litologica determina una morfologia tabulare e sub-pianeggiante, visibile anche nell'isola di Augusta e nell'isolotto su cui insistono i Forti Garcia e Vittoria.

Litotipi argillosi

Costituito dalle argille azzurre che alla sommità, in alcune zone, passano ad argille grigio - giallastre localmente interessate da partimenti sabbiosi. La loro natura plastica determina morfologicamente delle zone pianeggianti e in alcuni punti delle piccole colline dove si rileva l'effetto erosivo degli agenti esogeni.

Litotipi calcarei

Costituiti da ben cinque formazioni: calcareniti e marne calcaree (Ms), calcari a Clypeaster e molluschi (Mvc), calcari ad alghe (Membro di Siracusa Mc), calcareniti pulverulente (Membro di Melilli Mcc) e calcari bianchi a macroforaminiferi (Oc). Questi litotipi costituiscono, per la loro particolare natura litoide, l'horst di M. Tauro, l'horst di Costa Mendola e l'horst di Melilli.

Morfologicamente i litotipi calcarei rappresentano gli alti strutturali esistenti nell'area in studio. Gli agenti esogeni che agiscono su questi litotipi, gli conferiscono un aspetto aspro sia in prossimità delle coste, dove il moto ondoso, soprattutto nel periodo invernale, esercita la propria influenza, che in prossimità degli alvei dei fiumi (Mulinello e Marcellino), dove le acque torrenziali accentuano le incisioni vallive.

Litotipi vulcanici vari

Classe costituita da tre formazioni vulcaniche : vulcaniti del cretaceo superiore (Cv), vulcaniti del Miocene superiore (Mv) e vulcaniti basiche del Plio-Pleistocene (Pv).

Questi espandimenti lavici di varia natura, formati sia in condizioni subaeree che sottomarine, si ritrovano intercalati nelle varie formazioni carbonatiche che vanno dal Cretaceo al Quaternario.

Morfologicamente si presentano tabulari e sub-tabulari in dipendenza della loro genesi fessurale; in alcuni punti si rilevano anche dei piccoli coni e diatremiti.

Per quanto riguarda le aree particolarmente instabili, queste sono riscontrabili in prossimità delle zone interessate da faglie, in prossimità degli alvei fluviali, laddove questi incidono i litotipi calcarei e in prossimità delle coste alte dove l'azione continua del moto ondoso determina l'erosione della base delle falesie provocando localmente delle frane di crollo.

Relativamente all'isolotto in studio questo non presenta particolari punti di debolezza, condizione tra l'altro confermata dalla presenza secolare dei Forti Garcia e Vittoria.

6 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Caratteristiche di permeabilità dei litotipi

Il lavoro di ricostruzione della successione litostratigrafica, è stato seguito dalla definizione delle caratteristiche idrogeologiche dei vari litotipi che sono stati così raggruppati in "Complessi idrogeologici" caratterizzati ognuno, da un tipo di permeabilità prevalente (All.4).

Qui di seguito vengono esposti i dati riguardanti il grado di permeabilità dei litotipi partendo dalle formazioni più antiche a quelle più recenti. Vista l'impossibilità di eseguire per ogni litotipo le prove di permeabilità, i valori seguenti sono presi da Aureli et al. (1987).

(Cv)

Le vulcaniti cretacee costituiscono il substrato dell'acquifero carbonatico oligo - miocenico, e risultano avere un basso grado di permeabilità da 10^{-6} a 10^{-7} m/s. Queste si rilevano in piccoli affioramenti in località S. Cusumano, e in affioramenti non cartografabili presso M.te Tauro.

(Mcc-Mc-Mvc-Ms)

Al di sopra delle vulcaniti (Cv) la successione di depositi carbonatici, che vanno dal Miocene al Tortoniano, presenta una moderata permeabilità di tipo primario (10^{-3} cm/s), e una trasmissività elevata per permeabilità di tipo secondario (fessurazione e carsismo).

(Mv)

Le vulcaniti mioceniche hanno una permeabilità da moderata a bassa, compresa tra i 10^{-4} e 10^{-5} cm/s.

(Pv)

Sono poco rappresentate nell'area in studio, e sono date da filoni di lave basiche molto compatte e poco fratturate: presentano una permeabilità media compresa tra 10^{-3} e 10^{-4} cm/s.

(Qc)

Le calcareniti e sabbie fossilifere del Pleistocene inferiore presentano una permeabilità sia di tipo primario che secondario, compresa tra 10^{-2} e 10^{-3} cm/s.

(Qa)

Le argille del Pleistocene inferiore, substrato della formazione Qm, presentano un basso grado di permeabilità che va da 10^{-5} a 10^{-6} cm/s.

(Qm)

Le sabbie e calcareniti organogene del Pleistocene medio, presentano una permeabilità compresa tra 10^{-2} e 10^{-3} cm/s.

(a)

Le alluvioni recenti e attuali presentano una permeabilità compresa tra 10^{-3} e 10^{-5} cm/s, tale valore cambia in funzione delle variazioni verticali ed orizzontali della granulometria di questi depositi.

Acquiferi

Da quanto precedentemente descritto si evince che nella zona in studio le formazioni, che per le loro caratteristiche di permeabilità sono in grado di contenere e trasmettere acqua, sono diverse.

La loro posizione geologico - strutturale determina a diversi livelli la presenza di acquiferi, distinguibili in superficiali e profondi.

I principali livelli impermeabili riscontrati sono dati dalla formazione vulcanica del Cretaceo (Cv), dalle vulcaniti Mioceniche (Mv), dalle vulcaniti basiche (Pv), e dalle "argille azzurre" (Qa).

Nell'area studiata sono stati distinti tre acquiferi superficiali e uno profondo rappresentati nella Carta Idrogeologica dell'area in studio a scala 1:20.000 (All.4).

Qui di seguito vengono descritti i quattro acquiferi riscontrati:

1) Acquifero Superficiale In Falda Libera (Mc, Mvc, Ms).

Nella zona di Monte Tauro al di sotto delle formazioni carbonatiche permeabili (Mc, Mvc, Ms), si ritrova il limite impermeabile delle vulcaniti del Cretaceo (Cv).

La permeabilità delle vulcaniti risulta molto bassa per il diffuso stato di avanzata argillificazione.

La particolare disposizione geologica realizza le condizioni per la presenza di un acquifero superficiale.

La giacitura degli strati carbonatici, che formano l'acquifero, presenta direzione N-S con una immersione verso est e una inclinazione di dieci gradi; inoltre gli strati sono limitati verso ovest da un sistema di faglie dirette con direzione NW-SE.

Nella Carta Idrogeologica è stato visualizzato l'andamento delle isopiezometriche, le quali tendono a decrescere verso la linea di costa; questo andamento si realizza proprio per la particolare giacitura degli strati dell'acquifero e del sottostante letto impermeabile.

Inoltre è possibile osservare come lungo la linea di costa del versante orientale e meridionale di Monte Tauro si verifichi un fenomeno di intrusione marina, come testimoniato dalla presenza di numerosi pozzi salmastri, dovuto allo sfruttamento eccessivo della falda idrica in prossimità della costa.

Lo spessore dell'acquifero varia da 40 a 50 metri, limite coincidente nel sottosuolo con il ritrovamento del tetto delle vulcaniti cretache.

L'alimentazione è da attribuire all'infiltrazione locale.

2) Acquifero Superficiale In Falda Libera (Qm).

Nelle aree interessate dai graben di Augusta e di Melilli, si ritrovano all'interno della formazione Qm, acquiferi di tipo superficiale.

In entrambi i casi la formazione Qm, dotata di permeabilità media per porosità, poggia sullo strato impermeabile delle argille Qa.

L'acquifero risulta di scarso interesse per i modesti spessori di Qm.

Questo acquifero per la particolare collocazione stratigrafica determina la venuta a giorno di modeste quantità d'acqua attraverso effimere sorgenti.

L'alimentazione è data dalle precipitazioni locali che ricadono sulla formazione Qm.

3) Acquifero In Falda Libera Superficiale (Qc).

La formazione Qc, affiorante nella zona a monte dei due corsi d'acqua (Mulinello e Marcellino), dotata di elevata permeabilità primaria e interessata da fratture e da fenomeni carsici, costituisce un altro acquifero superficiale in falda libera che verso est risulta a diretto contatto con il sottostante acquifero carbonatico (rappresentato dai termini miocenici), mentre verso nord - ovest risulta a diretto contatto con le sottostanti vulcaniti mioceniche.

L'alimentazione, oltre che dalle infiltrazioni locali, è data anche dalla presenza dei corsi d'acqua che attraversano superficialmente l'acquifero e dal sottostante acquifero profondo semi - confinato di seguito descritto.

4) Acquifero Profondo Semi - Confinato (Oc, Mcc, Mc, Mvc, Ms, Qc, Qm).

Nel graben di Augusta ed in quello di Melilli, al di sotto delle argille quaternarie, come si può vedere dalle sezioni stratigrafiche realizzate a scala 1:25000, si ritrovano dei grossi spessori permeabili di natura carbonatica, riferibili alle formazioni Oc, Mcc, Mc, Mvc, Ms, Qc, Qm.

Questi litotipi, interessati localmente da fenomeni carsici profondi, e dotati di permeabilità primaria notevole, favoriscono un'ottima circolazione di acque profonde, dando vita ad un "acquifero profondo a falda libera" nelle zone dove i rapporti geologici fanno affiorare l'acquifero stesso, e ad un acquifero in pressione nelle zone coperte dalle argille impermeabili.

Questo acquifero litologicamente è formato da tutta la serie di calcari oligo - miocenici e, nella parte sommitale, dalla formazione Qc e in alcuni casi Qm.

La sua particolare posizione geologica è dovuta alla presenza di una serie di faglie dirette a gradinata con direzione circa NW-SE, immersione SW e NE, e che ribassano la parte centrale dell'area in studio, determinando strutturalmente i graben di Augusta e di Melilli compresi tra l'horst di M.te Tauro - Gisira, di Costa Mendola e di Melilli.

L'acquifero di Monte Tauro e l'acquifero profondo semi - confinato non risultano in continuità idraulica, perché i grossi spessori argillosi impermeabili, che ricoprono la parte alta del graben, limitano lateralmente le faglie precedentemente menzionate non permettendo il passaggio dell'acqua tra l'acquifero superficiale e quello profondo.

Al disotto delle argille, come risulta dalle sezioni stratigrafiche, si ritrovano i termini dell'acquifero superficiale Qc, che per la particolare posizione stratigrafica, in alcune zone sono in continuità idraulica con il sottostante acquifero semiconfinato.

Le calcareniti Qm, nella parte occidentale dell'area in studio, sono in continuità stratigrafica con le calcareniti Qc e quindi con l'acquifero profondo.

L'acquifero profondo risulta, nell'area in studio, limitato inferiormente dalle impermeabili vulcaniti del Cretaceo, mentre ad ovest di tale area si trova in contatto stratigrafico con il sottostante membro di Melilli (Mcc) e con la formazione Oc.

L'alimentazione risulta fornita oltre che dalle locali infiltrazioni che interessano direttamente le formazioni affioranti dell'acquifero profondo (Oc, Mcc, Mc, Mvc, Ms, Qc, Qm), dall'acqua superficiale proveniente dai due corsi d'acqua presenti nell'area in studio e dalle acque piovane che si infiltrano più ad ovest in affioranti formazioni limitrofe le quali si presentano in continuità idraulica con l'acquifero semiconfinato, e che favorite dalle pendenze convergono nel graben di Augusta e Melilli.

7 RISCHIO GEOLOGICO DELL'AREA

L'area in esame non presenta particolari problemi di dissesto idrogeologico, in grado di poter modificare, in medio e lungo termine, l'aspetto morfologico. Le discrete caratteristiche geotecniche dei terreni coesivi di base, la morfologia pianeggiante, nonché lo strato calcarenitico affiorante, conferisce alla zona soddisfacenti condizioni di stabilità. In passato però, l'area di interesse, che comprende i Comuni di Augusta, Melilli e Priolo, è stata sede di diversi fenomeni sismici di discreta magnitudo e per tale motivo è stata inserita tra le zone sismiche di II categoria (D.M.L.P. del 23/09/1981).

Rischio sismico

Da sempre l'Italia è stata sede di eventi tellurici. In particolare, negli ultimi mille anni si sono verificati almeno ventimila eventi sismici superiori al III grado della scala M.K.S., avvertiti dalla popolazione e registrati dagli storici. Di questi, almeno duecento, sono ascrivibili come disastrosi e una buona parte si sono verificati nel sud della penisola e in Sicilia.

La Sicilia orientale è una zona che nel passato è stata interessata da numerosi eventi sismici ad elevata intensità. L'area in studio appartiene, infatti, alla regione sismica iblea, piattaforma carbonatica a forte subsidenza, horst calcareo orlato ai bordi da diversi sistemi di faglie disgiuntive e trascorrenti che lo delimitano a NW dall'avanfossa Catania-Gela, ad est dalla scarpata Ibleo-Maltese e a sud dal sistema di faglie di Ispica. I numerosi sismi verificatisi hanno raggiunto intensità fino al XI grado della scala M.K.S..

Sono state effettuate per la Sicilia orientale delle ricerche storiche sugli eventi più importanti (Baratta, 1901); nel periodo di quasi 1000 anni si sono verificati solo 13 eventi superiori al VIII grado, dei quali due del XI e quattro del IX:

18/10/1083	Catania	IX
04/02/1169	Sicilia (Catania, Lentini)	XI
1300-1400	Sicilia orientale	IX
10/12/1542	Siracusa	IX
11/01/1693	Sicilia orientale	XI
20/02/1818	Catania e Siracusa	IX

Mediante studi probabilistici, sono stati calcolati i periodi di ritorno dei terremoti in funzione della magnitudo, che risultano i seguenti:

Magnitudo	Tempo (anni)
3	3,8
4	13
5	45
5,6	94
6	154
6,6	323

Gli ipocentri dei terremoti più importanti sono situati a profondità comprese tra i 25 e gli 80 Km; di norma sono localizzati lungo la scarpata Ibleo-maltese.

I rapporti tra i terremoti e i caratteri litostratigrafici, strutturali, geomorfologici ed idrogeologici della regione sono ignoti. Se ne conosce storicamente l'elevata suscettività sismica, che si presume connessa alla presenza di numerose discontinuità tettoniche

regionali ancora attive, alla dinamica delle placche africana ed europea ed agli elevati spettri di risposta delle unità carbonatiche che in prevalenza compongono la piattaforma iblea.

L'ultimo sisma di discreta entità, si è verificato il 13 Dicembre del 1990, con epicentro in prossimità dell'area in studio e con un'intensità pari al VII grado della scala M.K.S.. Questo, ha causato notevoli danni in tutta la provincia di Siracusa, interessando maggiormente i centri abitati di Augusta, Melilli, Carlentini.

L'evento però, non ha compromesso le strutture presenti nel polo industriale che hanno reagito positivamente alle sollecitazioni sismiche.

In Sicilia, comunque non possono verificarsi quei cataclismi tellurici che sconvolgono intere nazioni come la Cina, il Giappone o la California e per difendersi dai quali non sempre è sufficiente abitare in solide costruzioni in cemento armato. In questa regione la stragrande maggioranza delle costruzioni è capace di resistere ai terremoti che sono ipotizzabili nell'area, quindi di fondamentale importanza, diventa non tanto la previsione, ma quanto la prevenzione dagli eventi sismici.

8 STRATIGRAFIA DI DETTAGLIO

Dal rilevamento geologico a scala 1:5.000 (*All. 5*) dell'area in studio e dagli studi geologici consultati, con particolare riferimento a quelli eseguiti per il porto Commerciale di Augusta, si è riscontrata, dall'alto verso il basso, la seguente successione stratigrafica:

- **Calcareniti (Qm);**
- **Argille giallastre (Qag);**
- **Argille grigio – azzurre (Qa).**

Calcareniti Qm

Nell'area dell'isolotto dei Forti Garcia e Vittoria nella parte emersa, si è riscontrata una formazione costituita da sabbie e calcareniti grossolane organogene ("panchina") giallastre Qm. Tale formazione, che presenta uno spessore non superiore ai 2 metri, risulta il substrato sul quale sono state realizzate le fondazioni dei due forti. Come facilmente si può vedere dalle foto aeree, tale formazione nella parte centrale dell'isola presenta una ridotta copertura di terreno vegetale, mentre lungo la battigia, lato nord, si rileva una poco pronunciata spiaggia costituita da materiale sabbioso. Lungo la costa dell'isola sono presenti anche dei blocchi calcarenitici che tendono ad articolare la costa e nello stesso tempo a proteggerla dal moto ondoso.

Argille giallastre Qag

Al disotto delle calcareniti, in prossimità della costa, con spessori alquanto ridotti, si rilevano argille giallastre ricoperte da locale materiale melmoso. Lo spessore di tali argille giallastre risulta di qualche metro e queste interessano i fondali prossimi alla costa. Al disotto delle argille giallastre si ritrovano le argille grigio-azzurre che interessano il fondale in maniera estesa. Dal punto di vista geologico le argille giallastre rappresentano la parte superficiale delle stesse argille grigio-azzurre e risultano interessate da partimenti sabbiosi derivanti dall'alterazione delle calcareniti superficiali.

Argille grigio-azzurre Qa

Al disotto delle argille giallastre si ritrovano le argille grigio azzurre, a consistenza plastica, praticamente impermeabili, con buone caratteristiche fisico-meccaniche.

Dalla letteratura e dalle stratigrafie dei pozzi trivellati esistenti nell'area in esame, tali argille risultano avere spessori superiori ai 100 metri e sono ascrivibili al pleistocene inferiore.

Dal punto di vista idrogeologico nell'isola, sia per la limitata superficie che per i ridotti spessori delle calcareniti, non vi è presenza di falde superficiali. Dal punto di vista morfologico non si rilevano fenomeni erosivi degni di nota. I moti ondosi che interessano l'isola risultano poco significativi, visto che la stessa è ubicata all'interno della rada del Porto di Augusta, le cui barriere naturali ed artificiali proteggono lo specchio acqueo attenuando in maniera considerevole i movimenti del mare.

Nell'*Allegato 6* si riporta il profilo geologico schematico relativo alla banchina da realizzare.

9 CARATTERISTICHE FISICO-MECCANICHE

I litotipi riscontrati nell'area dell'isola dei Forti Garcia e Vittoria sono rappresentati da un potente strato di argille azzurre (Qa) del Pleistocene inferiore, cui segue uno strato affiorante della formazione calcarenitica Qm di circa due metri sul quale sono posizionate le fondazioni dei due forti.

Dal punto di vista geotecnico, i terreni di fondazione tipo, della zona in studio, escludendo lo strato superficiale calcarenitico, sono caratterizzati dalle "argille azzurre". Questa formazione, dai dati di analisi di laboratorio di campioni prelevati nel corso di campagne geognostiche eseguite in prossimità dell'area in studio, risulta avere caratteristiche geotecniche (peso specifico, coesione, angolo di attrito interno, etc.) tali, da ottenere idonei valori della capacità portante mediante l'utilizzo di fondazioni adeguate.

Le proprietà geotecniche dei terreni di fondazione sono state ricavate da prove di laboratorio effettuate su campioni di terreni prelevati in prossimità dell'area in studio, in occasione di precedenti lavori geognostici.

Tabella 9 Caratteristiche fisico-meccaniche dei litotipi di fondazione.

		Calcareniti (Qm)	Argille-giallastre (Qag)	Argille grigio-azzurre (Qa)
Contenuto in acqua	W (%)	-	17-27	13-25
Peso di volume	Y (kN/m ³)	19,3	18,7	19,0
Peso specifico dei granuli	Y _s (kN/m ³)	-	24,5-26,5	25,5-27,4
Peso secco	Y _d (kN/m ³)	-	13,7-15,7	14,7-15,7
Indice dei vuoti	e _r (-)		0,6-0,9	0,6-0,8
Porosità	n (-)		40-50	35-45
Saturazione	S (%)		60-80	45-65
Resistenza alla compressione monoassiale (relativamente alle calcareniti)	M (Kg/cm ²)	30-70		
Coesione non drenata	C _{uh} (kPa)		50-100	150-250
Coesione efficace	C _v (kPa)		30	50
Angolo di attrito	φ (°)		22	25

Relativamente alla categoria di sottosuolo, le prove sismiche MASW eseguite nell'area per precedenti lavori hanno dato come categoria di sottosuolo la **Categoria C**.

La categoria di sottosuolo C, come riportato nel paragrafo 3.2.2 del D.M. LL.PP. del 17 gennaio 2018 Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni». (GU Serie Generale n.42 del 20-02-2018 - Suppl. Ordinario n. 8) risulta:

Categoria C: 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.

- relativamente alla costante di **Winkler** questa risulta pari a **5 kg/cm³**.

10 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Lo studio geologico - tecnico condotto su incarico dell' Autorità di Sistema Portuale del Mare di Sicilia Orientale, relativo al Progetto "Lavori di manutenzione straordinaria del Forte Vittoria e messa in sicurezza del Forte Garcia, ricompresi nella circoscrizione territoriale del Porto di Augusta, Delibera Presidenziale n. 26/18 del 22/03/2018", ha permesso di appurare che:

-l'area è caratterizzata da una morfologia sub-pianeggiante ed è posta ad una quota media di circa 1.0 metri s.l.m.;

- il litotipo prevalentemente affiorante nell'area dell'isolotto è dato dalle *Calcareniti*;

- la stratigrafia del sito è data da: *Calcareniti, Argille giallastre e Argille azzurre*;

-i processi morfogenetici in atto ad ampio raggio hanno scarsa rilevanza e influenza sull'assetto geostatico dell'area che risulta infatti priva di qualunque forma di erosione c/o dissesto degno di nota. assetto che è quindi allo stato, soddisfacente.

L'area in cui verrà realizzata la banchina risulta posizionata all'interno della rada del Porto di Augusta e con precisione nella zona a nord, dove gli effetti del moto ondoso risultano notevolmente attenuati per le difese artificiali e naturali del porto stesso. L'intervento inoltre verrà realizzato a nord dell'isolotto, in prossimità del porto commerciale di Augusta dove lo specchio acqueo di pertinenza risulta particolarmente ridotto e per tale motivo in tale costa di interesse le onde massime attese risultano non superiori ai 50 cm di altezza.

Tale condizione è determinata dal fatto che i venti di interesse, che soffiano da nord verso sud, insistono su una superficie di specchio acqueo che risulta avere una lunghezza inferiore a 1500 m, condizione che quindi non determina l'insorgenza di onde importanti.

-i valori geotecnici dei litotipi presenti nell'area di interesse risultano i seguenti:

		Calcareniti (Qm)	Argille- giallastre (Qag)	Argille grigio - azzurre (Qa)
Contenuto in acqua	W (%)	-	17-27	13-25
Peso di volume	Y (kN/m ³)	19,3	18,7	19,0
Peso specifico dei granuli	Ys (kN/m ³)	-	24,5-26,5	25,5-27,4
Peso secco	Yd (kN/m ³)	-	13,7-15,7	14,7-15,7
Indice dei vuoti	e _v (-)		0,6-0,9	0,6-0,8
Porosità	n (-)		40-50	35-45
Saturazione	S (%)		60-80	45-65
Resistenza alla compressione monoassiale (relativamente alle calcareniti)	M (Kg/cm ²)	30-70		
Coesione non drenata	C _{uh} (kPa)		50-100	150-250
Coesione efficace	C _e (kPa)		30	50
Angolo di attrito	φ (°)		22	25

-l' area oggetto del presente studio rientra nelle aree classificate sismiche di Cat. II° con S = 9 (D.M. 23.09.1981);

- l'area dal punto di vista sismico risulta classificata come "zona 2" (Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n° 3274 del 20/03/2003);

Relativamente alla categoria di sottosuolo, le prove sismiche MASW eseguite nell'area per precedenti lavori hanno dato come categoria di sottosuolo la **Categoria C**.

La categoria di sottosuolo C, come riportato nel paragrafo 3.2.2 del D.M. LL.PP. del 17 gennaio 2018 Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni». (GU Serie Generale n.42 del 20-02-2018 - Suppl. Ordinario n. 8) risulta:

Categoria C: 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.

Le forme spettrali previste dalle NTC sono definite, su sito di riferimento rigido orizzontale, in funzione dei tre parametri:

- a_g accelerazione orizzontale massima del terreno;
- F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T_c periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Per ciascun nodo del reticolo di riferimento e per ciascuno dei periodi di ritorno T_R considerati dalla pericolosità sismica, i tre parametri si ricavano riferendosi ai valori corrispondenti al 50esimo percentile ed attribuendo a:

- a_g il valore previsto dalla pericolosità sismica,
- F_0 e T_c i valori ottenuti imponendo che le forme spettrali in accelerazione, velocità e spostamento previste dalle NTC scartino al minimo dalle corrispondenti forme spettrali previste dalla pericolosità sismica (la condizione di minimo è imposta operando ai minimi quadrati, su spettri di risposta normalizzati ad uno, per ciascun sito e ciascun periodo di ritorno).

A tergo della relazione si riporta la tabella dei valori dei parametri a_g , F_0 e T_c , relativi alle coordinate del sito in oggetto, che risultano:

Lon. 15°205123 E.

Lat. 37°236429 N.

- Dal punto di vista idrogeologico non sono presenti falde acquifere nell'isolotto.

Il tipo di intervento previsto, messa in posto di una banchina in muratura, per come è stato progettato, risulta un intervento di facile attuazione. Infatti il progetto prevede la messa in posto di cassoni in cemento armato che saranno appoggiati sul fondale limitrofo alla costa e successivamente riempiti con materiale inerte. Per permettere l'affondamento dei cassoni, questi saranno senza base e copertura; una volta messi in posizione e affondati per circa 30 cm nel fondale, questi saranno tappati con un getto di calcestruzzo, riempiti con pietrame di cava e chiusi con una botola in cemento armato.

Sopra la botola, una volta posizionati tutti i cassoni, sarà realizzato un massetto armato e successivamente una pavimentazione costituita da malta e pietrame.

Per garantire la realizzazione della banchina, il progetto prevede il posizionamento di 5 cassoni lunghi 4 metri e larghi 2,5 metri. In relazione al fondale, l'altezza dei cassoni varierà da 2,5 a 3,5 metri compresa la pavimentazione. In definitiva la banchina avrà una pianta di 2,5 metri per 20 metri con una passerella di raccordo alla terra ferma lunga circa 9,5 metri poggiata sul litotipo calcarenitico. L'altezza rispetto al livello del mare medio della banchina sarà di circa 90 cm.

In conclusione le condizioni geo – litologiche dei litotipi che interessano l'area della nuova banchina, presentano allo stato attuale, caratteristiche geotecniche soddisfacenti e gli interventi previsti, se realizzati a regola d'arte seguendo le normative vigenti in materia, non comporteranno modifiche sostanziali all'ambiente garantendo nel tempo un facile approdo per le imbarcazioni da diporto.

Possiamo concludere che il sito in esame, dal punto di vista geologico - geotecnico, risulta idoneo alla realizzazione del progetto e che tale intervento non modificherà in alcun modo negativamente l'equilibrio ambientale della zona circostante.

Negli ultimi anni l'Assessorato Territorio e Ambiente della Regione Sicilia si è munito di uno strumento importantissimo "Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico" meglio conosciuto con la sigla P.A.I. Sicilia, che evidenzia con tutte le sue carte tematiche le aree della regione Sicilia soggette a fenomeni franosi o comunque di dissesto idrogeologico.

Per meglio chiarire l'assetto idrogeologico, si riportano in allegato gli stralci planimetrici del P.A.I. Sicilia a scala 1:10.000, dell'area in studio.

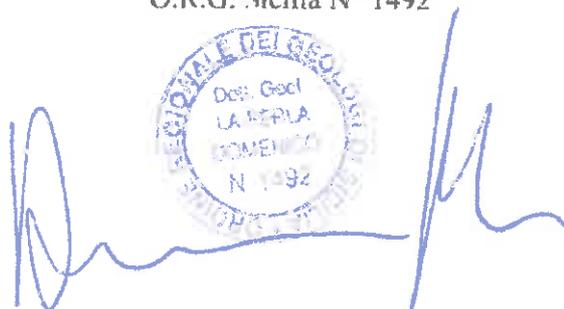
Come facilmente si evince dagli allegati (Allegato 7), in prossimità dell'area in studio non sono presenti, nelle planimetrie, campiture che indicano vincoli legati all'assetto idrogeologico dell'area e/o particolari fenomeni di dissesto.

Per tale motivo si può affermare con certezza che l'area risulta idonea alla realizzazione dell'opera in oggetto.

IL GEOLOGO

Dott. Domenico La Ferla

O.R.G. Sicilia N° 1492



The image shows a circular official stamp of the Regional Order of Geologists of Sicily. The text inside the stamp reads: "REGIONE DEI GEOLOGI SICILIA", "Dott. Geol. LA FERLA DOMENICO", and "N. 1492". A handwritten signature in blue ink is written over the stamp.

ALLEGATO 1

INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO

Scala 1:25000



Valori dei parametri a_g , F_o , T_C per i periodi di ritorno T_R di riferimento

T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C [s]
30	0,043	2,500	0,256
50	0,061	2,507	0,269
72	0,074	2,505	0,284
101	0,093	2,413	0,311
140	0,117	2,338	0,322
201	0,148	2,316	0,336
475	0,237	2,268	0,422
975	0,340	2,350	0,467
2475	0,536	2,341	0,544

La verifica dell' idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.