



Comune di Orbetello

Provincia di Grosseto

Progetto per:

impianto di stoccaggio e recupero
rifiuti pericolosi e non pericolosi

- Loc. La Marta, Fonteblanda -

Committenza: C.N. Talamone SRL

Gruppo di lavoro:

Geol. SIMONA PETRUCCI
Corso Carducci n, 6 - 58100 Grosseto
C.f. PTRSMN71D57E202K

Geom. ANDREA AREZZINI
Corso Carducci n, 6 - 58100 Grosseto
C.f. RZZNDR75C14E202O

Corso Carduccin°6 - 58100 - Grosseto
Tel 056425217 - fax 0564417808
e-mail:spetruc@libero.it

Timbro e Firma:

ELABORATO

E4

TAVOLA

-

DATA

Novembre 2014

TITOLO

***Relazione geomorfologica
per studio deperimetrazione aree in frana***

RELAZIONE GEOLOGICA GEOMORFOLOGICA

Contenuto	Pag.
1. Premessa	2
2. Primo passo: vincolistica e studi in atto	4
3. Secondo passo: inquadramento dell'area	6
4. Terzo passo :PST-A	7
5. Conclusioni	8

1. Premessa

La presente Relazione geomorfologica-geologica, è stata redatta per evidenziare e definire l'assetto morfologico dell'area in cui ha sede la proprietà della Società C.N. Talamone. Scopo principale di detto studio è quello di individuare e definire le forme e i depositi morfologici che hanno dato origine all'attuale conformazione del terreno e dimostrare l'assenza di frane attive nel comprensorio esaminato come, invece, riportato nella Carta della Pericolosità Geomorfologica allegata al Regolamento Urbanistico del Comune di Orbetello.

Il primo passo è stato quello di visionare gli studi esistenti su tale comprensorio quali: Perimetrazione del Vincolo Idrogeologico, P.A.I. Fiume Ombrone redatto dalla Regione Toscana (anno 2004), Piano Strutturale e Regolamento Urbanistico del Comune di Orbetello (anno 2011) e P.T.C. della Provincia di Grosseto (anno 2010).

Secondo passo è stato quello di verificare l'effettiva presenza di movimenti gravitativi in atto, così come riportati Carta della pericolosità geomorfologica del Regolamento Urbanistico di Orbetello. Visto il contesto geomorfologico di piana alluvionale in cui ricade l'area in esame (il confine dista oltre 500 metri lineari dalla base delle pendici meridionali della dorsale collinare orientata NO-SE e culminante in Poggio del Molinaccio), è stato effettuato un piano di indagine per verificare la presenza di subsidenze legate o al collasso di cavità sotterranee, o all'estrazione di particelle fini per pompaggi massimi delle acque di falda. In dettaglio il lavoro si è così svolto:

- acquisizione dei dati sul comprensorio mediante notizie raccolte direttamente in sito e notizie bibliografiche e storiche;
- rilievo geomorfologico con verifica della presenza di: lesioni alle strutture/murature insistenti nella zona, pozzi attivi per l'estrazione di acque (di qualsiasi uso), laghetti idrici naturali ossia non scavati dall'uomo, ecc;
- rilievo geologico di un significativo intorno per ricostruire la successione stratigrafica presente in superficie e nel sottosuolo dell'area investigata,
- scavi geognostici con escavatore della profondità massima di -2,5 metri dal p.c. per verificare la litologia del terreno superficiale ed eventuale presenza di acqua;

- esecuzione di una prova penetrometrica statica della profondità di -14 m dal p.c. per verificare le caratteristiche geotecniche del sottosuolo e soprattutto l'effettiva presenza di cavità legate alla presenza di fiumi proprio nel punto in cui è ubicata la proprietà della Committenza (*Carta Area, Acqua, Suolo del PTC* della Provincia di Grosseto).
- Prospezione elettrotomografica in adiacenza della prova penetrometrica di cui al punto precedente, al fine di ricostruire la successione stratigrafica nei primi 14/16 metri di affioramento per un segmento areale significativo (per ubicazione vedere tavola 2 allegata alla presente);
- prospezione sismica "M.A.S.W." per la definizione delle onde Vs nel sottosuolo e la profondità del substrato in posto.

Terzo passo è stato quello di verificare la presenza di movimenti profondi in atto non visibili in superficie, mediante l'elaborazione dei dati compresi nel progetto "Fornitura di Dati, Sistemi e Servizi per la Realizzazione del Sistema Informativo del Piano Straordinario di Telerilevamento Ambientale (PST-A) – Lotto 2, assegnato dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM) ed il cui obiettivo è quello di fornire informazioni utili alla formulazione di un quadro sinottico dei fenomeni di dissesto potenziali e/o in atto sull'intero territorio nazionale, a supporto delle Regioni e degli Enti Territoriali coinvolti nelle attività per la difesa del territorio e di gestione dei rischi. A tal scopo è stata generata una Base-Dati rappresentativa del territorio nazionale contenente le misure dei movimenti del terreno ottenute mediante interferometria SAR e resa fruibile attraverso il PortaleCartografico Nazionale del MATTM (*telerilevamento da satellite ottico e radar per la mappatura ed il monitoraggio delle deformazioni del terreno* – il *dataset* oggetto dell'analisi è quello ottenuto processando immagini ERS1/2 ed ENVISAT, acquisite tra il 1992 e il 2008 dall'ESA, tramite la tecnica multi-interferogramma genericamente definita come *Persistent Scatterers Interferometry* - PSI).

L'insieme dei dati così acquisiti ha permesso sia di ricostruire la successione stratigrafica presente nel sottosuolo esaminato per una profondità significativa, sia di verificare l'assenza di cavità sotterranee e/o fenomeni di subsidenza legati all'estrazione di particelle fini dal sottosuolo. Di seguito meglio analizzati ed elaborati.

2. Primo passo: vincolistica e studi in atto

Di seguito si riportano gli studi fatti sul comprensorio esaminato, sia a livello comunale sia su scala provinciale e sia su scala regionale.

L'area esaminata, non è inserita tra le zone soggette a **Vincolo Idrogeologico** ai sensi del R.D.L. 3267/23. Ai sensi del P.A.I. (ex Sarno L. 1212/99) il lotto in esame ricade sia all'interno del Dominio idraulico, al di fuori delle aree soggette a Pericolosità Idraulica elevata (PIE) e/o molto elevata (PIME).

Ai sensi del P.A.I. "*Piano Assetto Idrogeologico del Fiume Ombrone*" perimetrazione anno 2005, l'area ricade nel **Dominio geomorfologico e idraulico-forestale** – *corrisponde alle aree collinari e alto collinari nelle quali, al di là delle criticità presenti, è necessaria una azione di presidio territoriale tesa da un lato a prevenire il manifestarsi di dissesti locali, dall'altra a non indurre "carichi incontrollati" nelle aree di valle (dominio idraulico). In generale in questo dominio il reticolo delle acque superficiali non assume rilevanza in quanto tale, ma rappresenta uno degli elementi del sistema ambientale. In tali aree si attuano in genere interventi di carattere locale tesi sostanzialmente a favorire la dinamica naturale acqua-suolo anche ai fini del controllo dell'erosione superficiale e del trasporto solido, dell'equilibrio nel convogliamento delle acque superficiali*- al di fuori delle aree soggette a Pericolosità Idraulica elevata e/o molto elevata e/o aree soggette a Pericolosità geomorfologica elevata e/o molto elevata .

Visionato il **Piano Strutturale del Comune di Orbetello adottato il 19 marzo 2007** si può dichiarare che l'area in esame ricade (vedi elaborati grafici allegati in relazione geologica):

- CARTA DELLA VULNERABILITA' IDROGEOLOGICA (Tavola 6b): Grado di vulnerabilità media;
- CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA (Tavola 9b): ambito B;
- CARTA DELLA PERICOLOSITA' GEOLOGICA (Tavola 7b): Classe 3: pericolosità media.

Ai sensi del Regolamento Urbanistico del Comune di Orbetello adottato dalla Del.CC. n. 26 del 12 aprile 2010, approvato con Del. CC. n. 8 del 7 marzo 2011,

- Individuazione aree con problematiche idrogeologiche: ricade in aree a vulnerabilità media;
- Carta Della pericolosità geomorfologica e problematiche della dinamica costiera : ricade nella pericolosità geomorfologica elevata e P.F.E. ;
- Carta Pericolosità Idraulica: ricade in pericolosità idraulica bassa.

In base alla carte del **P.T.C. della Provincia di Grosseto adottato nel giugno 2010** in esame ricade:

- Tavola 2.1- ARIA, ACQUA E SUOLO : nelle aree caratterizzate da elevata propensione al dissesto per frana e sotto la cui superficie ricade un corpo idrico significativo. I criteri per la definizione della significatività dei corpi idrici sotterranei dettati dal D. Lgs. 152/99 sono molto generici, pertanto sono stati considerati significativi quei corpi idrici contenuti nelle seguenti tre tipologie di formazioni geologiche, che abbiano dimensioni di interesse regionale e/o caratteristiche ambientali di rilevante importanza:
 - *depositi alluvionali, lacustri e marini Quaternari (che formano le pianure intermontane e costiere);*
 - *formazioni carbonatiche (Calcari Mesozoici ed Eocenici);*
 - *vulcaniti quaternarie.*

L'applicazione di questi criteri alla realtà regionale ha portato alla selezione dei corpi idrici significativi identificati nella DGRT 225/03, dove sono riportati in sintesi anche i criteri utilizzati per la loro inclusione. Questa costituisce solo una "prima individuazione" dei corpi idrici significativi sotterranei: infatti, nella tabella di cui sopra sono elencati ed evidenziati alcuni complessi idrogeologici (Flysch Arenacei Terziari) che per le loro dimensioni e caratteristiche ambientali potranno, sulla base di successivi approfondimenti conoscitivi, essere inclusi nell'elenco dei corpi idrici sotterranei significativi soggetti al monitoraggio

- Tavola 3.1- MORFOLOGIA TERRITORIALE: ricade nell'anfiteatro di Monte Bottigli;
- Tavola 4- INFRASTRUTTURE ED INSEDIAMENTI: ricade nei territori ad elevata tensione insediativa, estensione massima;
- Tavola 5- AZIONI STRATEGICHE: non ricade in nessun ambito

Di tutte le carte sopra elencate, quelle che saranno esaminate nel dettaglio in detto studio sono quelle della *Pericolosità Geologica* del Piano Strutturale di Orbetello (in cui l'area ricade all'interno della pericolosità media), quella della *Pericolosità Geomorfologica e Problematiche di Dinamica costiera* del Regolamento Urbanistico (in cui l'area ricade in Pericolosità Frana Elevata (PFE) e Pericolosità geomorfologica molto elevata) e quella della *Tavola 2.2. Aria Acqua e Suolo* del P.T.C della Provincia di Grosseto (che fa rientrare l'area tra quelle propense al dissesto)

Il **Comune di Orbetello**, ai sensi della nuova normativa in materia di rischio sismico Ordinanza n° 3274 della Presidenza del Consiglio dei Ministri “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale.....”, è classificato come “zona 4” per la quale s’individua un valore d’accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni $< 0,05$, mentre ai sensi della Del. C.R. n° 791 del 29/12/1981 e D.M. 19/3/1982, lo stesso comune rientra tra le zone N.C. (non classificate).

Ad oggi si può asserire che:

- vista la Del. GRT n° 604 del 16/06/2003 con la quale è stata recepita la riclassificazione sismica preliminare contenuta nell'all. 1 all'Ord. OPCM 3274/03,
- vista la Del. GRT 751 del 28/07/2003 con la quale veniva data la possibilità ai cittadini dei comuni prima non sismici poi classificati tali con l'ordinanza 3274/03 di utilizzare quale normativa sismica, per presentare i progetti presso gli uffici regionali, quella del DM 16/01/1996,
- vista la Del. CR n° 169 del 08/10/2003 con la quale la Regione Toscana rendeva obbligatoria la progettazione con criteri antisismici delle costruzioni anche nelle zona 4,
- visto che l'emanazione del DM 14/09/2005 “Norme tecniche per le costruzioni” apporta delle importanti modifiche anche per ciò che concerne i criteri di classificazione sismica del territorio nazionale ed infatti vengono rivisti i valori di ancoraggio dello spettro di risposta elastico tranne che per la zona “4” visti i bassi valori di accelerazione,
- vista la Del. 19/06/2006 n° 431 “Riclassificazione sismica del territorio regionale in attuazione del D.M. 14/09/2005 e O.P.C. 3519 del 28/04/2006 pubblicata sulla gazzetta ufficiale dell'11/05/2006,
- visto il Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008 “Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni” pubblicato sulla gazzetta ufficiale dell'04/02/2008,

il Comune di ORBETELLO rimane nella “Classe 4” della nuova classificazione sismica.

3. Secondo passo - Inquadramento dell'area

Acquisite tutte le cartografie e gli studi riguardanti l'intero comprensorio in cui ricade la proprietà della C.N. Talamone, sono stati effettuati dei rilievi, sia di dettaglio sia areali, direttamente in sito al fine di caratterizzare geologicamente e soprattutto geomorfologicamente la porzione di terreno esaminata.

3.1 Inquadramento geografico

L'area esaminata, cartograficamente rappresentata nel Foglio 342 Sez. I^a Sezione – *Magliano in Toscana* - della nuova Carta Topografica d'Italia (1:25.000) ed in dettaglio nell'elemento 342030 della nuova Carta Tecnica 1:10.000, è situata all'interno del territorio comunale di Orbetello, in località La Marta.

Alla proprietà della Società C.N Talamone, censita nelle particella n° 88 censita nel Foglio n°9 Comune di Orbetello, si accede attraverso la Strada Vicinale della Migliorina che si diparte dalla Strada Provinciale di Talamone n° 1 corrispondenza del km 6,900.

3.2 Inquadramento geologico e idrogeologico

Dal punto di vista geologico (estratto dalla Carta Geologica Regionale 1:10.000 riportata sul sito della Regione Toscana integrata con i rilievi di superficie - vedere Tavola 1) nell'area di studio affiorano estesamente i sedimenti quaternari ossia le Alluvioni ghiaiose-sabbiose-limose (**bn2**) che sormontano le unità rocciose della Falda Toscana qui rappresentate dalla Formazione della Formazione del Macigno.

Nell'area oggetto di studio affiorano i depositi alluvionali quaternari limoso-sabbioso-ghiaiosi (**bn₂**) *attuali e recenti*, costituiti prevalentemente da argille limose e argille debolmente sabbiose con intercalati, localmente, livelli di ghiaie medio grossolane color marrone-giallo ocra (nella parte più centrale della piana); in superficie e per uno spessore di poco superiore al mezzo metro, affiorano delle sabbie limose con stato di addensamento medio. A partire da circa – 8/10 m dal p.c. affiorano i depositi marini costituiti da sabbie calcaree gialle e sabbie argillose fossilifere con lenti di conglomerati poligenici a diverso grado di cementazione (PLIs).

Al di sotto delle alluvioni affiora la formazione del Macigno (oltre 30 metri), costituita da sequenze torbideiche di arenarie gradate quarzoso micacee feldspatiche, a grana minuta o media, che si presentano in strati che superano il metro di potenza (spessi-molto spessi), cui s' intercalano livelli argillitici e siltitici di esiguo spessore.

Il rapporto arenite/pelite dello strato torbidico è maggiore di 1 ($>>1$); la potenza degli strati varia da 15/20cm ad alcuni metri, mantenendosi su medie di 1m (80 cm di arenite e 20 cm di pelite). Le areniti, classificate in parte come arcose fillarenitiche ed in parte come fillareniti feldspatiche (GANDOLFI PAGANELLI, 1989, 1992), sono di colore giallo-arancione in superficie alterata e grigio-verdolino in frattura fresca.

In dettaglio nell'area in esame, grazie alla realizzazione di indagini dirette (scavi geognostici con escavatore e prova penetrometrica) ed indagini indirette (tomografia e masw), è stato possibile ricostruire una successione stratigrafica di dettaglio meglio evidenziata nella Tavola geologica n° 2 allegata alla presente.

Dal punto di vista idrogeologico, l'area in oggetto è posta all'interno di una delle valli che attraversa trasversalmente il sistema collinare e che dal capoluogo orbetellano si sviluppa verso l'entroterra ed è caratterizzato da un'articolata successione stratigrafica, messasi in posto durante le varie fasi climatiche del quaternario. In questo contesto geologico, l'assetto idrogeologico è direttamente legato alla costituzione stratigrafica del sottosuolo ed alle caratteristiche idrologiche dei terreni presenti. Di seguito si definiscono le caratteristiche idrologiche dei terreni presenti nel sottosuolo, che sulla carta sono stati divisi in 2 gruppi.

1° gruppo – terreni a permeabilità prevalente per porosità: i vuoti che permettono il passaggio dell'acqua si sono formati contemporaneamente al litotipo che li contiene e fanno parte della sua struttura e tessitura. Tale tipo di permeabilità dipende dalle dimensioni, forma, disposizione e grado di cementazione dei granuli costituenti i terreni. In questo gruppo sono compresi tutti i terreni quaternari facenti parte dei materiali di copertura soprastanti il substrato, ossia i terreni di natura eluviale colluviale a permeabilità buona, i terreni d'origine alluvionale a permeabilità discreta.

2° gruppo – terreni a permeabilità secondaria: i vuoti che permettono il passaggio dell'acqua sono dovuti ad azioni successive alla litogenesi; tali azioni provocano, soprattutto in rocce lapidee, fessurazioni, fratturazioni, meati da variazioni termiche e da erosione meccanica. Questo gruppo comprende l'ammasso roccioso d'origine flyschoidale a composizione arenaceo-pelitica della formazione del Macigno (mg). In dettaglio, l'ammasso roccioso si presenta in superficie da fortemente a moderatamente alterato, con una frequenza delle discontinuità inferiore a 0,2 m; in profondità invece, si passa ad una compagine rocciosa da leggermente alterata a fresca, con una minore frequenza delle discontinuità (da largamente a molto largamente spaziate). La distribuzione e frequenza delle micro e macrofessure non è mai omogenea, ciò determina nella roccia serbatoio

un'anisotropia delle caratteristiche idrologiche ulteriormente esaltate dalla variabilità litologica (alternanza di arenarie e argilliti). Nell'insieme l'ammasso roccioso possiede una permeabilità bassa, che può essere localmente discreta nei livelli arenacei molto fratturati. Tali valori sono stati stimati in funzione delle caratteristiche litologiche e dello stato di fratturazione della formazione e sulla base di dati bibliografici (HAMILL & BELL, 1966).

Idrogeologicamente, l'area può essere divisa in due zone: una pedecollinare, l'altra di piana alluvionale.

Nell'area pedecollinare, il limitato spessore dei depositi di copertura e la posizione geomorfologica che favorisce il drenaggio delle acque verso valle, impedisce l'esistenza di una falda idrica sotterranea. Nel sottosuolo l'acqua può quindi infiltrarsi e rapidamente defluire verso il fondovalle. Nella zona di piana alluvionale, invece, si trova un acquifero a falda libera impostato nei terreni sabbioso ghiaioso limosi a permeabilità discreta ($K \cong 10^{-3}/10^{-4}$ cm/sec.), posti ad una profondità variabile da -8/10 m dal p.c., all'interno dell'area esaminata, fino ad oltre -25/30 metri poche decine di metri a valle (come testimoniato da perforazioni limitrofe recenti la cui stratigrafia è riportata nella tavola 2 allegata alla presente).

Sotto l'area di sedime dell'impianto è presente una falda acquifera superficiale impostata nei sedimenti ghiaiosi sabbiosi dei depositi quaternari bn2 con piezometrica risalente a -5 m dal p.c. Si tratta di un acquifero limitato lateralmente ed al letto dall'acquiclude rappresentato dalle rocce arenitico-argillitiche (formazione del Macigno a permeabilità molto minore), con scarse potenzialità idriche. La falda acquifera principale è impostata nei livelli fratturati arenacei del substrato roccioso.

Lo studio dell'andamento stagionale della superficie freatica degli acquiferi presenti nell'area, con caratteristiche idrogeologiche analoghe a quello d'interesse, affiancato alla conoscenza diretta della soggiacenza rilevata nei piezometri appositamente realizzati e nel pozzo presente poco a valle dell'area in studio, permettono di verificare come la superficie freatica sia caratterizzata da minimi stagionali (magra) durante i mesi di agosto/settembre e massimi (morbida) durante i periodi dell'anno più piovosi (autunno-primavera). All'interno del foro realizzato con la prova penetrometrica è stato misurato il livello piezometrico, prima che lo stesso foro franasse, che si è attestato ad una profondità di circa -5 m dal p.c..

3.3 Caratterizzazione geotecnica dei terreni affioranti

La parametrizzazione dei terreni affioranti, è stata effettuata mediante una prova penetrometrica statica della profondità di -14 m dal p.c., correlata ad uno studio tomografico che si è esteso sotto l'area di sedime delle costruzioni presenti all'interno della proprietà della Committenza.

Di seguito si riporta una caratterizzazione di dettaglio di tutti i livelli incontrati al fine di estrapolare i parametri geotecnici che saranno usati per la progettualità di qualsiasi intervento che la Committenza vorrà effettuare all'interno dell'area.

Nell'area sono state cartografate tre formazioni geologiche e, grazie alle indagini dirette e indirette effettuate in sito, è stato possibile individuare strati con parametri geotecnici diversi quali:

- *Depositi alluvionali quaternari costituiti da limi sabbiosi argillosi,*
- *Depositi marini costituiti da sabbie calcarei con intercalati livelli di ghiaie sabbiose limose,*
- *Substrato roccioso arenaceo.*

3.3.1 Depositi alluvionali terrazzati e depositi marini

Considerato il contesto geologico, al fine di caratterizzare sia geotecnicamente sia stratigraficamente i terreni presenti nel sottosuolo, è stata realizzata una prova penetrometrica statica della profondità di -14 m dal p.c.. ed una sezione tomografica. La ricostruzione del modello geologico-tecnico, è stata effettuata utilizzando i dati della succitata prova penetrometrica statica CPT1, rielaborata con il programma Static Probing. La rappresentazione grafica dei dati desunti dalla prova e rilievi effettuati è riportata in allegato alla relazione.

3.3.1.1 Prove penetrometriche statiche CPT

Le prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) rappresentano uno dei più diffusi ed efficaci metodi d'indagine geotecnica in sito (laddove affiorano terreni coesivi), infatti, utilizzate sin dagli anni trenta, sono oggi giorno ancora ampiamente impiegate data la loro economicità e rapidità d'esecuzione.

Questa tipo di prova consiste nell'infliggere verticalmente nel terreno, con una velocità compresa fra 15 e 25 mm/sec., una punta conica metallica (di dimensioni standard in base alle norme ASTM D 3441) posta all'estremità di un'asta di acciaio, prolungabile

con l'aggiunta di altre aste. L'infissione avviene tramite un sistema idraulico di spinta previo ancoraggio al suolo della sonda penetrometrica, il quale avviene mediante delle coclee di lunghezza di 1,2 m. L'esecuzione della prova consiste nel fare avanzare a intervalli regolari di 20 cm l'intera batteria d'aste. Per i primi 4 cm di avanzamento si registra la resistenza alla punta Q_c , per i successivi 4 cm quella della punta R_p più quella laterale R_l e cioè la resistenza totale $R_t \Rightarrow (R_l = R_t - R_p)$; negli ultimi 12 cm non si eseguono letture. La misura dello sforzo necessario alla penetrazione avviene mediante una cella di carico oleodinamica, interposta fra i martinetti idraulici di spinta e la batteria di aste, collegata a due distinti manometri con diverso fondo scala, per avere una maggiore precisione di lettura. I dati registrati sono raccolti in una tabella ed illustrati su un grafico in funzione della profondità (vedere rapporti allegati nella relazione).

I dati acquisiti con le prove penetrometriche statiche sono stati elaborati tramite un apposito software (*WIN-CPT ver. 2.01*). L'elaborazione di questi dati ricavati dalle prove CPT consente, grazie a numerose correlazioni sviluppate da esperienze sperimentali condotte da ricercatori in tutto il mondo, la determinazione:

- della natura granulometrica dei terreni attraversati, tramite il valore di R_p e il rapporto R_p/R_l (BEGEMANN, 1965; SCHMERTMANN, 1978);
- dei principali parametri geotecnici, in condizioni non drenate, per i terreni argillosi, limosi e sabbiosi, in funzione della natura litologica e del valore di R_p .

Di seguito alleghiamo le stratigrafie delle prove limitrofe nelle quali sono riportati i principali parametri geotecnici ottenuti dall'applicazione delle correlazioni empiriche.

PROVA Nr.1

Profondità (m)	Lettura punta (Kg/cm ²)	Lettura laterale (Kg/cm ²)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertmann)
0,20	0,00	0,0	0,1	0,0		0,0
0,40	0,00	0,0	0,1	1,3	0,1	1300,0
0,60	19,00	38,0	19,1	1,1	17,4	5,8
0,80	16,00	32,0	16,1	0,8	20,1	5,0
1,00	25,00	37,0	25,1	1,3	19,3	5,2
1,20	23,00	43,0	23,3	2,7	8,6	11,6
1,40	35,00	75,0	35,3	2,6	13,6	7,4
1,60	52,00	91,0	52,3	3,7	14,1	7,1
1,80	54,00	109,0	54,3	3,2	17,0	5,9
2,00	82,00	130,0	82,3	4,9	16,8	6,0
2,20	112,00	185,0	112,4	2,3	48,9	2,0
2,40	77,00	112,0	77,4	1,5	51,6	1,9
2,60	39,00	62,0	39,4	2,5	15,8	6,3
2,80	30,00	67,0	30,4	1,9	16,0	6,3
3,00	112,00	141,0	112,4	1,9	59,2	1,7

3,20	108,00	137,0	108,6	1,3	83,5	1,2
3,40	56,00	76,0	56,6	2,3	24,6	4,1
3,60	28,00	62,0	28,6	1,5	19,1	5,2
3,80	25,00	47,0	25,6	1,2	21,3	4,7
4,00	27,00	45,0	27,6	1,6	17,3	5,8
4,20	26,00	50,0	26,7	0,7	38,1	2,6
4,40	27,00	37,0	27,7	1,7	16,3	6,1
4,60	35,00	60,0	35,7	1,3	27,5	3,6
4,80	46,00	65,0	46,7	0,6	77,8	1,3
5,00	31,00	40,0	31,7	0,9	35,2	2,8
5,20	30,00	43,0	30,8	1,5	20,5	4,9
5,40	29,00	52,0	29,8	1,3	22,9	4,4
5,60	30,00	49,0	30,8	1,0	30,8	3,2
5,80	36,00	51,0	36,8	1,2	30,7	3,3
6,00	31,00	49,0	31,8	1,5	21,2	4,7
6,20	33,00	55,0	34,0	0,7	48,6	2,1
6,40	31,00	41,0	32,0	0,8	40,0	2,5
6,60	37,00	49,0	38,0	0,9	42,2	2,4
6,80	36,00	50,0	37,0	1,1	33,6	3,0
7,00	34,00	50,0	35,0	0,9	38,9	2,6
7,20	41,00	54,0	42,1	1,6	26,3	3,8
7,40	44,00	68,0	45,1	1,3	34,7	2,9
7,60	53,00	73,0	54,1	1,9	28,5	3,5
7,80	38,00	66,0	39,1	2,1	18,6	5,4
8,00	41,00	72,0	42,1	1,8	23,4	4,3
8,20	39,00	66,0	40,2	1,2	33,5	3,0
8,40	112,00	130,0	113,2	0,8	141,5	0,7
8,60	130,00	142,0	131,2	2,9	45,2	2,2
8,80	49,00	93,0	50,2	1,5	33,5	3,0
9,00	49,00	71,0	50,2	1,7	29,5	3,4
9,20	49,00	74,0	50,4	1,8	28,0	3,6
9,40	54,00	81,0	55,4	2,9	19,1	5,2
9,60	51,00	94,0	52,4	3,8	13,8	7,3
9,80	56,00	113,0	57,4	1,5	38,3	2,6
10,00	51,00	74,0	52,4	1,6	32,8	3,1
10,20	43,00	67,0	44,5	2,3	19,3	5,2
10,40	41,00	75,0	42,5	3,2	13,3	7,5
10,60	41,00	89,0	42,5	3,1	13,7	7,3
10,80	43,00	90,0	44,5	1,6	27,8	3,6
11,00	40,00	64,0	41,5	3,6	11,5	8,7
11,20	50,00	104,0	51,7	3,3	15,7	6,4
11,40	44,00	93,0	45,7	3,5	13,1	7,7
11,60	43,00	95,0	44,7	1,8	24,8	4,0
11,80	23,00	50,0	24,7	1,7	14,5	6,9
12,00	28,00	54,0	29,7	1,5	19,8	5,1
12,20	36,00	59,0	37,8	1,4	27,0	3,7
12,40	40,00	61,0	41,8	1,6	26,1	3,8
12,60	44,00	68,0	45,8	1,8	25,4	3,9
12,80	51,00	78,0	52,8	3,0	17,6	5,7
13,00	53,00	98,0	54,8	2,7	20,3	4,9
13,20	51,00	92,0	52,9	1,9	27,8	3,6
13,40	40,00	69,0	41,9	2,3	18,2	5,5
13,60	42,00	76,0	43,9	1,1	39,9	2,5
13,80	42,00	58,0	43,9	1,1	39,9	2,5
14,00	46,00	62,0	47,9	0,0		0,0

Prof. Strato (m)	Qc Media (Kg/cm ²)	Fs Media (Kg/cm ²)	Gamma Medio (t/m ³)	Comp. Geotecnico	Descrizione
1,40	17,0	1,4	1,7	Coesivo	Argille sensitive
3,60	68,6	2,5	2,2	Incoerente	Terreni incoerenti a grana grossa e fine
8,20	35,7	1,3	2,1	Coesivo	Terreni coesivi ed incoerenti a grana fine
8,80	98,2	1,7	2,2	Incoerente	Terreni incoerenti a grana grossa (Ghiaie-Sabbie grossolane)
14,00	45,9	2,1	2,1	Coesivo	Terreni coesivi ed incoerenti a grana fine

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
Strato 1	1,40	17,0	1,4	0,1	0,1	Begemann	1,2
Strato 3	8,20	35,7	1,3	1,2	1,2	Begemann	2,5
Strato 5	14,00	45,9	2,1	2,4	2,4	Begemann	3,1

Modulo Edometrico

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Eed (Kg/cm ²)
Strato 1	1,40	17,0	1,4	0,1	0,1	Metodo generale del modulo Edometrico	47,2
Strato 3	8,20	35,7	1,3	1,2	1,2	Metodo generale del modulo Edometrico	71,4
Strato 5	14,00	45,9	2,1	2,4	2,4	Metodo generale del modulo Edometrico	91,8

Modulo di deformazione non drenato Eu

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Eu (Kg/cm ²)
Strato 1	1,40	17,0	1,4	0,1	0,1	Cancelli 1980	633,0
Strato 3	8,20	35,7	1,3	1,2	1,2	Cancelli 1980	1293,6
Strato 5	14,00	45,9	2,1	2,4	2,4	Cancelli 1980	1632,5

Modulo di deformazione a taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Modulo di deformazio ne a taglio (Kg/cm ²)
Strato 1	1,40	17,0	1,4	0,1	0,1	Imai & Tomauchi	158,1
Strato 3	8,20	35,7	1,3	1,2	1,2	Imai & Tomauchi	248,8
Strato 5	14,00	45,9	2,1	2,4	2,4	Imai & Tomauchi	290,1

Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Ocr
Strato 1	1,40	17,0	1,4	0,1	0,1	Piacentini Righi 1978	>9
Strato 3	8,20	35,7	1,3	1,2	1,2	Piacentini Righi 1978	7,56
Strato 5	14,00	45,9	2,1	2,4	2,4	Piacentini Righi 1978	6,05

Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 1	1,40	17,0	1,4	0,1	0,1	Meyerhof	1,9
Strato 3	8,20	35,7	1,3	1,2	1,2	Meyerhof	2,1
Strato 5	14,00	45,9	2,1	2,4	2,4	Meyerhof	2,1

Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato 1	1,40	17,0	1,4	0,1	0,1	Meyerhof	2,0
Strato 3	8,20	35,7	1,3	1,2	1,2	Meyerhof	2,1
Strato 5	14,00	45,9	2,1	2,4	2,4	Meyerhof	2,2

TERRENI INCOERENTI I

Densità relativa

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 2	3,60	68,6	2,5	0,5	0,5	Harman	76,7
Strato 4	8,80	98,2	1,7	1,8	1,8	Harman	57,9

Angolo di resistenza al taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 2	3,60	68,6	2,5	0,5	0,5	Schmertmann	38,7
Strato 4	8,80	98,2	1,7	1,8	1,8	Schmertmann	35,7

Modulo di Young

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
Strato 2	3,60	68,6	2,5	0,5	0,5	Schmertmann	171,5
Strato 4	8,80	98,2	1,7	1,8	1,8	Schmertmann	245,5

Modulo Edometrico

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
Strato 2	3,60	68,6	2,5	0,5	0,5	Buisman - Sanglerat	102,9
Strato 4	8,80	98,2	1,7	1,8	1,8	Buisman - Sanglerat	147,3

Modulo di deformazione a taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	G (Kg/cm ²)
Strato 2	3,60	68,6	2,5	0,5	0,5	Imai & Tomauchi	370,8
Strato 4	8,80	98,2	1,7	1,8	1,8	Imai & Tomauchi	461,7

Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Ocr
Strato 2	3,60	68,6	2,5	0,5	0,5	Larsson 1991 S.G.I.	1,0
Strato 4	8,80	98,2	1,7	1,8	1,8	Larsson 1991 S.G.I.	2,2

Modulo di reazione Ko

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Ko
Strato 2	3,60	68,6	2,5	0,5	0,5	Kulhawy & Mayne (1990)	0,76
Strato 4	8,80	98,2	1,7	1,8	1,8	Kulhawy & Mayne (1990)	0,42

Fattori di compressibilità C Crm

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	C	Crn
Strato 2	3,60	68,6	2,5	0,5	0,5	0,09908	0,01288
Strato 4	8,80	98,2	1,7	1,8	1,8	0,09462	0,0123

Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 2	3,60	68,6	2,5	0,5	0,5	Meyerhof	1,8
Strato 4	8,80	98,2	1,7	1,8	1,8	Meyerhof	1,8

Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazion e	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato 2	3,60	68,6	2,5	0,5	0,5	Meyerhof	2,1
Strato 4	8,80	98,2	1,7	1,8	1,8	Meyerhof	2,1

Liquefazione - Accelerazione sismica massima (g)=0,05

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazion e	Fattore di sicurezza a liquefazion e
Strato 2	3,60	68,6	2,5	0,5	0,5	Robertson & Wride 1997	109,192
Strato 4	8,80	98,2	1,7	1,8	1,8	Robertson & Wride 1997	54,54

Permeabilità

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazion e	K (cm/s)
Strato 1	1,40	17,0	1,4	0,1	0,1	Piacentini- Righi 1988	1,00E-11
Strato 2	3,60	68,6	2,5	0,5	0,5	Piacentini- Righi 1988	9,39E-08
Strato 3	8,20	35,7	1,3	1,2	1,2	Piacentini- Righi 1988	2,92E-07
Strato 4	8,80	98,2	1,7	1,8	1,8	Piacentini- Righi 1988	1,09E-03
Strato 5	14,00	45,9	2,1	2,4	2,4	Piacentini- Righi 1988	8,84E-10

Coefficiente di consolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazion e	Coefficien te di consolidaz ione (cm ² /s)
Strato 1	1,40	17,0	1,4	0,1	0,1	Piacentini- Righi 1988	5,1E-07
Strato 2	3,60	68,6	2,5	0,5	0,5	Piacentini- Righi 1988	1,932774 E-02
Strato 3	8,20	35,7	1,3	1,2	1,2	Piacentini- Righi 1988	3,126548 E-02
Strato 4	8,80	98,2	1,7	1,8	1,8	Piacentini- Righi 1988	0
Strato 5	14,00	45,9	2,1	2,4	2,4	Piacentini- Righi 1988	1,217704 E-04

3.3.1.2 Tomografia e MASW

La tomografia offre senza dubbio una migliore discretizzazione delle velocità nei vari sismostrati, individuando in genere, per la caratterizzazione intrinseca dell'algoritmo di calcolo (basato sui gradienti di velocità), spessori diversi da quelli valutati tramite la sismica a rifrazione classica.

La particolare logistica del sito d'indagine (stendimento svolto in un'area del tutto pianeggiante e con un buon accoppiamento tra geofoni e il terreno), unitamente alla situazione geologica ed ai limiti intrinseci della tecnica tomografica, hanno permesso la ricostruzione dell'andamento delle velocità delle onde P fino alla profondità di circa 12 metri considerando il centro della stesa dal piano di campagna locale. L'esito dell'indagine tomografica in onde P è stata correlata con i risultati della prova penetrometrica statica CPT1 eseguita nell'area d'indagine; tale procedura ha permesso di correlare le velocità (o incrementi di velocità delle onde sismiche P) alla tipologia di terreni o ammassi rocciosi presenti. A tal fine sono mostrati i risultati e le correlazioni fatte tra prova puntuale considerata invasiva (**certificato di prova CPT n°28_28.03.14**) e prove geofisiche (sismiche) considerate non invasive.

Dalla lettura della sezione riportata nello Studio elettrotomografico (allegato alla presente), si evince una stratigrafia del sottosuolo investigato abbastanza omogenea, ossia sotto una coltre di sedimenti sabbioso limosi appartenenti alle alluvioni terrazzate del quaternario, sono presenti delle sabbie e ghiaie in matrice limosa di origine marina organizzate in livelli spessi circa 20/25 metri. All'interno è presente una circolazione di acqua. A partire da -30/32 m dal p.c. è presente il substrato roccioso arenaceo.

Velocità delle onde P pari a 300/400 m/sec m sono indice di terreni incoerenti sciolti; Vp pari a 1500 m/sec indicano probabile presenza di circolazione d'acqua.

Il tetto della Formazione del Macigno è stata individuata mediante l'indagine sismica tipo MASW.

3.4 Inquadramento geomorfologico

Geomorfologicamente l'area ricade all'interno di un contesto collinare in cui modeste dorsali allungate prevalentemente Est-Ovest sono intervallate da valli estese, incise da corsi d'acqua a deflusso naturale. L'area oggetto di studio si trova all'interno di una zona pianeggiante che si raccorda alle propaggini meridionali della dorsale collinare orientata NO-SE culminante in Poggio del Molinaccio (366,8 m s.l.m.), nel tratto di raccordo con la piana del Fosso Scarmiglione, ad una quota di circa +34 m s.l.m.. L'insediamento, costituito da fabbricati e superfici di pertinenza, ricade su un'area delimitata a nord dalla strada vicinale della Migliorina, mentre sugli altri tre lati da campi non di proprietà. Il Fosso Scarmiglione dista dall'area in esame circa 40 metri sud-est.

Nel complesso l'area s'inserisce in un contesto morfologico di piana che si raccorda in maniera molto blanda con i versanti collinari settentrionali caratterizzati da basse pendenze. Non sono presenti versanti acclivi. La proprietà in esame dista dall'inizio del pendio oltre 500 m e si collocano su una superficie pianeggiante immergente verso sud-ovest con una leggerissima inclinazione ($1,5^\circ$ - pendenza 2,7%). Il sottosuolo è costituito da materiali in posto quali sabbie limose con livelli di ghiaie in matrice limosa-argillosa. La stessa litologia incontrata anche nei pozzi idrici realizzati poche decine di metri a Sud-Est. Si tratta di materiale in posto.

L'idrografia superficiale si caratterizza, invece, per la presenza di un reticolo a densità alta, con corsi d'acqua a regime variabile e direttamente dipendente dalle precipitazioni. Nel complesso l'areale è posto su un tratto di pianura sfruttata dall'agricoltura ed interessata da opere di regimazione e di scolo ricadenti sotto la gestione idraulico-manutentiva del Consorzio di Bonifica Osa-Albegna. I corsi d'acqua che incidono i terreni di bonifica della valle, presentano carattere sia naturale sia antropico (ossia a deflusso imposto). L'assetto orografico, caratterizzato da dorsali collinari allungate da NO/SE, ha determinato un reticolo idrografico con un corso d'acqua egemone rappresentato dal Fiume Osa, in cui confluiscono aste idrografiche secondarie con orientazione variabile da N-S per quelli provenienti dalle dorsali settentrionali (rispetto all'asse fluviale del Fiume Osa) a S-N per quelli provenienti dal settore meridionale; il Fosso Scarmiglione, rappresenta una confluenza del versante settentrionale. Alla base delle pendici collinari, i fossi tendono ad intersecarsi tra loro ed originare un'unica asta fluviale che, dopo svariati e tortuosi tragitti, fa confluire le proprie acque negli alvei dei

fiumi principali oppure all'interno di collettori o sfociatori costruiti o adattati dall'uomo per diminuire il rischio idraulico.

Il Fosso/Torrente Scarmiglione detto anche Fosso Mestoi ed il fosso del Pontino costituiscono i corsi d'acqua più prossimi ai luoghi in questione. Il primo, si origina dai versanti orientali della dorsale collinare orientata Nord/Ovest-Sud/Est e culminante in Poggio L'Aquilone (235 m s.l.m) e presenta, nel tratto più vicino all'impianto: un deflusso superficiale orientato NE/SO , un regime semipermanente, un alveo/letto ordinario largo circa 1,20/1,30 metri, una larghezza tra sponda e sponda pari a circa 3,7/4 metri e scarpate inclinate di 55/60° ed alte rispetto al letto di 2,0/2,2. Dopo aver percorso un tratto naturale, convoglia le proprie acque nel Fiume Osa orientato NE-SO e caratterizzato, invece da un deflusso superficiale permanente. Di seguito si riporta una tabella con evidenziate le principali caratteristiche morfologiche:

Corso d'acqua	Natura	Lunghezza m	Ampiezza letto cm base tetto		Altezza sponde cm	Argine	Deflusso	Regime
<i>Fosso /Torrente Scarmiglione</i>	Naturale	1375(monte scarico +3150 (valle scarico))	150	210	200	no	Superficiale	SemiPermanente

Il bacino di appartenenza è quello del BACINO SCARMIGLIONE (Fonte Consorzio Osa/Albegna):

Bacini	Superficie Bacino (ha)	Lunghezza Totale Rete Scolante Bacino (m)	Superficie Totale Rete Scolante Bacino (m ²)	Densità Rete Scolante Bacino (m ² /ha)
<i>Scarmiglione</i>	92,97	1588,54	9218,48	99,15

Nella Tavola Geomorfologica 3 allegata alla presente, è stata riportata la Carta Geomorfologica del Piano Strutturale e la Carta della Pericolosità Geomorfologica del Regolamento Urbanistico. La prima mette in evidenza problematiche legate alla presenza di una conoide, mentre la seconda sembra ricollegare alla presenza di detrito di versante (ripreso dalla Carta geomorfologica del Piano Strutturale). Queste Carte si basano su studi e rilievi di massima e non su rilievi di dettaglio e prove in sito.

La Carta Geomorfologica del Piano Strutturale individua le forme e depositi presenti nell'intero areale. Nell'area esaminata riporta delle forme connesse con l'attività di erosione ed evoluzione dei versanti inserendo, infatti, una conoide e del detrito di versante. In realtà, grazie all'elaborazione delle prove effettuate direttamente in sito, è stato possibile verificare che i sedimenti affioranti sono di natura alluvionale e marina assolutamente non connessi a movimenti di versante tipo soil creep e/o soliflusso.

La pericolosità geologica-geomorfologica in questo contesto morfologico può essere imputata esclusivamente a fenomeni di subsidenza e non certamente a frane di scivolamento, crollo e/o legate a movimenti che comportano il trascinamento di un corpo verso valle. Le cause che possono innescare fenomeni di subsidenza sono di due tipi:

- **Sinkholes o dolina di sprofondamento** ossia una forma caratteristica delle aree carsiche e quindi legata ai processi di dissoluzione chimica del carbonato di calcio costituente le rocce calcaree da parte delle acque di origine esogena ricche di anidride carbonica e particolarmente aggressive nei confronti del carbonato. Con le varie indagini è stato appurato che nel sottosuolo esaminato non è presente il Calcare Cavernoso, bensì la Formazione arenacea-siltitica del Macigno in cui l'acqua si muove attraverso piccole fratture.
- **Pompaggio eccessivo di acque di falda** da pozzi limitrofi. E' stato verificato che i pozzi presenti nell'area sono di scarsa portata ed in dettaglio: quelli posti a monte dell'area di proprietà della Committenza sono impostati nel substrato roccioso arenaceo, mentre quelli a valle sono ubicati nei livelli ghiaiosi ben cerniti dei sedimenti marini. I proprietari dei pozzi non hanno manifestato problemi legati all'estrazione di sedimenti fini durante il pompaggio che, comunque, tratta di pochi litri al secondo.

Non sono state rilevate depressioni sul terreno che facessero pensare a camini e/o voragini dovuti a fenomeni di subsidenza. I laghetti presenti nell'intorno sono tutti stati realizzati dall'uomo mediante scavi del terreno. Le prove fatte in sito hanno escluso la presenza di cavità fino al tetto del substrato roccioso arenaceo.

Inoltre, sia il fabbricato oggetto di studio, sia i fabbricati limitrofi (a pochi metri di distanza), non presentano lesioni alle murature; i tronchi degli alberi non presentano deviazione dall'asse verticale.

L'insieme dei dati acquisiti ha permesso di definire quali sono le forme morfologiche attive presenti in superficie e nel sottosuolo dell'area investigata ed escludere la stessa da fenomeni franosi (sia superficiali che profondi) in atto.

4. Terzo passo - PST-A

Dopo tutte le acquisizioni di campagna e le relative elaborazioni, il risultato è stato confrontato con i dati compresi nel progetto "Fornitura di Dati, Sistemi e Servizi per la Realizzazione del Sistema Informativo del Piano Straordinario di Telerilevamento Ambientale (PST-A) – Lotto 2, assegnato dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM).

La Carta, riportata nella Tavola 3 allegata alla presente relazione, riporta i punti di monitoraggio con i relativi movimenti misurati: si notano bassissime velocità di avanzamento evidenziate con punti verde.

5. Conclusioni

Dal punto di vista geomorfologico, grazie ai dati ottenuti tramite rilievi di campagna, notizie bibliografiche/cartografiche, indagini elettrotomografiche, prove geognostiche, telerilevamento da satellite ottico e radar e non avendo rilevato la presenza di ulteriori elementi indice di processi erosivi e/o fenomeni di subsidenza attivi, si può concludere che nell'area esaminata è presente una situazione naturale di equilibrio, così come confermato dalla Carta del telerilevamento da satellite ottico e radar per la mappatura ed il monitoraggio delle deformazioni del terreno (Telerilevamento Ambientale Progetto PST) riportata nella tavola 3 allegata alla presente in cui si nota l'assenza di movimenti del terreno degni di nota.

Dai rilievi effettuati è emerso che non ci sono indizi d'instabilità connessi con la litologia affiorante e con il defluire delle acque superficiali e sotterranee.

Si chiede pertanto un aggiornamento della Carta della pericolosità geomorfologica del Regolamento Urbanitsico di Orbetello con una nuova perimetrazione riportata nella tavola 3 allegata alla presente relazione.

Dott. Geol. Simona Petrucci