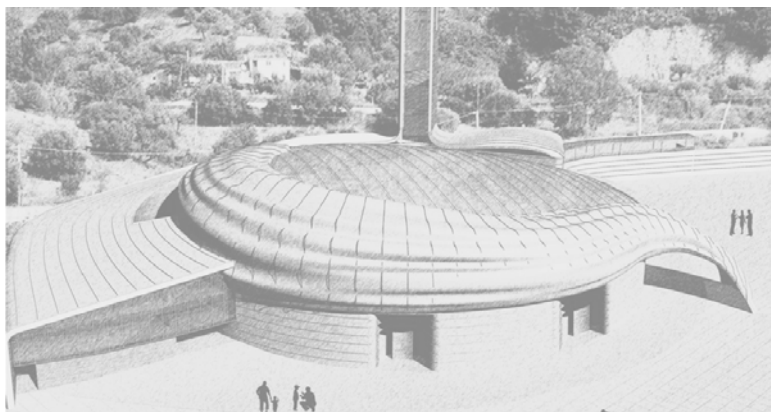




marioOcchiuto
architetture

Comune di Placanica

Provincia di Reggio Calabria



Progetto

Santuario Madonna dello Scoglio

committente

Fondazione Madonna dello Scoglio

progettazione

Mario Occhiuto architetto

D.L.

Mario Occhiuto architetto

strutture ed impianti

Antonino Alvaro ingegnere

geologia

Giuseppe Cerchiaro geologo

Sigeco Engineering S.r.l.

Sigeco Engineering S.r.l.

elaborato

SGI 1 - Relazione geologico-tecnica e sulla pericolosità sismica di base ai sensi dell'ex art. 13 legge 64/74

Progetto preliminare **Ix**

codice progetto

563

aggiornamento

Novembre 2012

Committente	Fondazione Madonna dello Scoglio	Santuario Madonna dello Scoglio Comune di Placanica (RC)	Riferimento 028G-11/RGT 03
		<i>Relazione geologico – tecnica e sulla pericolosità sismica di base ai sensi dell'ex art. 13 legge 64/74</i>	Data Novembre 2012
			Pag. 1

I N D I C E

1. PREMESSA	3
1.1 Generalità.....	3
1.2 Metodologia di studio	3
1.3 Riferimenti cartografici	4
1.4 Riferimenti normativi.....	5
2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE.....	7
2.1 Il settore meridionale dell'Arco Calabro Peloritano	7
2.2 Inquadramento geologico-stratigrafico.....	8
2.3 Geologia dell'area in esame.....	10
3. INQUADRAMENTO STRUTTURALE.....	11
4. GEOMORFOLOGIA	14
4.1 Approccio metodologico.....	14
4.2 Inquadramento geomorfologico generale.....	14
4.2 Geomorfologia dell'area in esame.....	14
5. PIANO STRALCIO DI BACINO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO.....	16
6. ASPETTI METEOROLOGICI E CLIMATICI.....	18
7. MODELLO IDROGEOLOGICO	21
8. INDAGINI GEOGNOSTICHE	23
8.1 Sondaggi.....	23
8.1.1 <i>Analisi dei risultati</i>	24
8.2 Prove SPT	25
8.3 Prove Penetrometriche Dinamiche.....	26
8.4 Indagine geofisica M.A.S.W	27
9. SISMICITA' DELL'AREA	31
9.1 Macrozonazione sismica	33
9.2 Sismicità storica.....	34
9.3 Pericolosità sismica	34
9.4 Classificazione sismica	36
9.4.1 <i>Categorie di sottosuolo</i>	37
9.4.2 <i>Condizioni topografiche</i>	39
9.4.3 <i>Amplificazione stratigrafica</i>	39
9.5 Azione sismica locale e spettro di risposta elastico dell'area.....	40
9.6 Liquefazione	44
10. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA	45
10.1 Unità geotecniche.....	45
10.2 Caratteristiche delle unità geotecniche	46
11. CARTA DI INQUARAMENTO GENERALE GEOLOGICO E STRUTTURALE	47

Committente	Fondazione Madonna dello Scoglio	Santuario Madonna dello Scoglio Comune di Placanica (RC)	Riferimento 028G-11/RGT 03
		Relazione geologico – tecnica e sulla pericolosità sismica di base ai sensi dell'ex art. 13 legge 64/74	Data Novembre 2012
			Pag. 2

12. CARTA GEOMORFOLOGICA	49
13. CARTA CLIVOMETRICA	51
14. CARTA IDROGEOLOGICA E DEL SISTEMA IDROGRAFICO	53
15. ZONAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE	56
16. CARTA LITOTECNICA	58
17. CARTA DELLE PERICOLOSITÀ GEOLOGICHE. FATTIBILITÀ DELLE AZIONI DI PIANO.....	60
18. DISPOSIZIONI CORRELATE ALLA FATTIBILITÀ' DELLE AZIONI DI PIANO...	64
19. CONCLUSIONI.....	67

ALLEGATI

- **All. 1: CERTIFICATI INDAGINI GEOGNOSTICHE:**
 - ✓ **Stratigrafie sondaggi;**
 - ✓ **Prove SPT;**
 - ✓ **Prove penetrometriche dinamiche;**
 - ✓ **Indagine geofisica.**
- **All. 2: SEZIONI GEOLOGICO-TECNICHE, SCALE VARIE**

Committente	Fondazione Madonna dello Scoglio	Santuario Madonna dello Scoglio Comune di Placanica (RC)	Riferimento 028G-11/RGT 03
		Relazione geologico – tecnica e sulla pericolosità sismica di base ai sensi dell'ex art. 13 legge 64/74	Data Novembre 2012
			Pag. 3

1. PREMESSA

1.1 Generalità

Su incarico della Fondazione Madonna dello Scoglio ed ai sensi dell'ex art.13 della Legge 64/74, la *Sigeco Engineering S.r.l.*, nella persona del Dott. Geol. Giuseppe Cerchiaro, ha eseguito uno studio geologico-tecnico inerente il progetto del “Santuario Madonna dello Scoglio” nel comune di Placanica, ricadente in area dichiarata sismica come individuata dall'art. 2 della stessa L. 64/74.

Le varianti degli strumenti urbanistici generali devono essere sottoposti alla verifica della compatibilità delle rispettive previsioni da parte degli *Uffici dell'ex Genio Civile* competenti, “prima” della delibera di adozione.

L'opera in oggetto rientra tra le varianti speciali riguardando opere di “rilevante interesse pubblico”.

Nel corpo della relazione viene descritto l'assetto geologico-strutturale, geomorfologico, idrogeologico e sismico dell'area nella quale ricade il sito destinato alla realizzazione dell'opera; viene, quindi, eseguita la caratterizzazione geotecnica di dettaglio dei terreni affioranti, dedotta attraverso l'esecuzione di indagini *in situ*.

1.2 Metodologia di studio

Lo studio è stato sviluppato secondo diverse fasi portate avanti in successione temporale ed il risultato finale di ciascuna fase è stato revisionato ed integrato dei nuovi elementi scaturiti dalla fase di lavoro successiva.

Alla fase preliminare di disamina, che ha visto l'acquisizione di tutte le conoscenze significative sull'area, basata sulla consultazione del materiale disponibile e sull'apposita raccolta di materiale bibliografico, è seguita una fase di studio di dettaglio, consistente nell'analisi fotointerpretativa, nel rilevamento di superficie e nella interpretazione dei dati scaturiti dalle indagini geognostiche.

Di seguito sono descritte nel dettaglio le attività sopra descritte per quanto concerne l'approccio metodologico adottato:

- Fase I - Studio della cartografia ufficiale e indagine bibliografica: è stata consultata e studiata tutta la cartografia ufficiale dell'area. In seguito, si è proceduto all'approfondimento delle conoscenze mediante una ricerca bibliografica, condotta presso gli Istituti Universitari e di Ricerca della Calabria (UNICAL di Rende, CNR-IRPI) e presso gli Enti Amministrativi e Territoriali interessati dall'opera (Comune di Placanica, Provincia di Reggio Calabria, Autorità di Bacino Regionale della Calabria).
- Fase II – Rilievi di campagna preliminari e analisi fotointerpretativa: in base alle conoscenze acquisite, sono stati effettuati dei rilievi di campagna preliminari preceduti ed integrati da un'analisi fotointerpretativa. In particolare, sono stati visionati i fotogrammi a grande scala disponibili presso il CNR-IRPI di Cosenza, rispettivamente alla scala 1:33.000 e 1:25.000, relativi a due diverse riprese aeree effettuate dall'I.G.M. nel 1954/55, e dalla SCAME nel 1992, aggiornato nel 1995.
- Fase III – Rilevamenti in sito ed analisi dei fenomeni di dissesto in atto e/o potenziali: è stata effettuata un'ulteriore fase di rilevamento di campagna in maniera più approfondita e dettagliata. Sono stati rilevati i terreni affioranti, gli

Committente	Fondazione Madonna dello Scoglio	Santuario Madonna dello Scoglio Comune di Placanica (RC)	Riferimento 028G-11/RGT 03
		Relazione geologico – tecnica e sulla pericolosità sismica di base ai sensi dell'ex art. 13 legge 64/74	Data Novembre 2012
			Pag. 4

elementi strutturali, morfologici ed idrogeologici. Per i fenomeni di dissesto rilevati è stata fatta una valutazione sullo stato di attività e sull'evoluzione spazio-temporale, fattori necessari per la definizione del reale grado di pericolo.

- Fase IV – Caratterizzazione litotecnica e redazione della cartografia tecnica di dettaglio: sono state analizzate e caratterizzate singolarmente tutte le informazioni raccolte nelle precedenti fasi, riguardanti sia la caratterizzazione litotecnica dei terreni, e sia le fenomenologie di massa dei versanti e quelle delle acque superficiali. Tutti gli elementi scaturiti in questa fase, opportunamente integrati da quelli desunti dalle precedenti fasi d'indagine, sono stati riportati nella cartografia tecnica di dettaglio. Come base cartografica dell'area in esame è stata utilizzata, per la rappresentazione delle singole tematiche studiate, la carta in formato vettoriale in scala 1:5000 del Comune di Placanica in scala (Carta Tecnica della Regione Calabria).

Le conoscenze acquisite nelle fasi precedentemente descritte, sono state, quindi, riportate sui seguenti elaborati:

- Carta di inquadramento generale geologico e strutturale (scala 1:5000);
- Carta geomorfologica (scala 1:5000);
- Carta clivometrica (scala 1:5000);
- Carte idrogeologica e del sistema idrografico (scala 1:5000);
- Zonazione della pericolosità sismica locale (scala 1:2000);
- Carta litotecnica (scala 1:2000);
- Carta ubicazione indagini geognostiche (scala 1:1000);
- Fase V – Valutazione diagnostico-propositiva: alla fase di analisi è seguita la fase diagnostico-propositiva che è consistita nella valutazione incrociata degli elementi contenuti negli elaborati di base con i fattori ambientali ed antropici del territorio in esame ed alla formulazione delle proposte di fattibilità geologico-tecnico-ambientale delle azioni di piano. Questa fase di lavoro si è conclusa con la stesura del seguente elaborato:
 - Carte delle pericolosità geologiche. Fattibilità delle azioni di piano (scala 1:5000).

1.3 Riferimenti cartografici

Nell'elaborazione del presente lavoro ci si è avvalsi delle seguenti carte topografiche, tecniche e tematiche:

- Foglio n. 246 della Carta d'Italia dell'I.G.M., scala 1:10000:
 - quadrante II SE sez. A, denominato "Caulonia";
- Foglio n. 246 della Carta Geologica della Calabria, scala 1:25000:
 - quadrante II SE, denominato "Caulonia".
- Foglio n. 584 Sezione III della Carta d'Italia dell'I.G.M. (anno 1993), in scala 1:25.000 denominato "Stilo";
- Foglio aerofotogrammetrico relativo al comune di Placanica, in scala 1:5000.

Committente	Fondazione Madonna dello Scoglio	Santuario Madonna dello Scoglio Comune di Placanica (RC)	Riferimento 028G-11/RGT 03
		Relazione geologico – tecnica e sulla pericolosità sismica di base ai sensi dell'ex art. 13 legge 64/74	Data Novembre 2012
			Pag. 5

- Allegati cartografici e ortografici del Piano di Assetto Idrogeologico della Calabria, relativamente al Comune di Placanica;
- Allegati cartografici del Piano Strutturale Comunale.

1.4 Riferimenti normativi

Il presente studio è stato elaborato in osservanza delle seguenti norme:

Lo studio effettuato ha tenuto presente i riferimenti normativi che direttamente o indirettamente interessano la geologia applicata alla pianificazione territoriale. In particolare è stato fatto riferimento alle seguenti norme:

- ✓ R.D. 30/12/23 n. 3267: "Vincolo idrogeologico";
- ✓ R.D. 11/12/33 n. 1775: "Testo Unico relativo anche alla gestione delle acque sotterranee";
- ✓ L. 02/02/74 n. 64: "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche";
- ✓ L. 10/05/76 n. 319 (Legge Merli): "Norme per la tutela delle acque dall'inquinamento";
- ✓ L. 10/02/81 n. 741: "Prevenzione del rischio sismico";
- ✓ L. 08/08/85 n. 431 (Legge Galasso): "Tutela zone di particolare interesse ambientale (vincolo paesaggistico)";
- ✓ L. 08/07/86 n. 349: "Istituzione del Ministero dell'Ambiente e norme in materia di danno ambientale";
- ✓ D.M. 11/03/88: "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce...";
- ✓ D.P.R. 24/05/88 n. 236: "Attuazione della direttiva CEE n. 80/778 concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano", ai sensi dell'art. 15 della legge 183 del 16/04/1987;
- ✓ L. 18/05/89 n. 183: "Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo";
- ✓ D.P.R. 10/09/90 n. 285: "Approvazione del regolamento di polizia mortuaria";
- ✓ L. 06/12/91 n. 394: "Legge quadro sulle aree protette";
- ✓ L. 05/01/94 n. 36 (Legge Galli): "Disposizioni in materia di risorse idriche";
- ✓ D.M. 16/01/96: "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche";
- ✓ L.R. 27/04/98 n. 7: "Snellimento delle procedure in attuazione dell'art. 20 della L. 10/02/81 n. 741 ai fini della prevenzione del rischio sismico";
- ✓ Ord. P.C.M. del 12/06/98 n. 2788: "Individuazione delle zone ad elevato rischio sismico del territorio nazionale";
- ✓ L. 03/08/98 n. 267: "Conversione in legge del D.L. 11/06/98 misure urgenti per la prevenzione del rischio idrogeologico....";
- ✓ Decreto L.vo 11/05/99 n. 152: "Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della Direttiva CEE 91/271 e 91/676";

Committente	Fondazione Madonna dello Scoglio	Santuario Madonna dello Scoglio Comune di Placanica (RC)	Riferimento 028G-11/RGT 03
		Relazione geologico – tecnica e sulla pericolosità sismica di base ai sensi dell'ex art. 13 legge 64/74	Data Novembre 2012
			Pag. 6

- ✓ Decreto L.vo 18/08/2000 n. 258: *"Disposizioni correttive ed integrative del D.L. 152/99;*
- ✓ L. 11/12/2000 n. 365: *"Conversione in legge del D.L. 12/10/2000 n. 279, recante interventi urgenti per le aree a rischio idrogeologico molto elevato ed in materia di protezione civile, nonché a favore delle zone dalla Regione Calabria danneggiata dalle calamità idrogeologiche di settembre ed ottobre 2000";*
- ✓ L. 23/03/2001 n. 93: *"Disposizioni in campo ambientale";*
- ✓ D.M. Ambiente 18/09/2001 n. 468: *"Regolamento recante programma nazionale di bonifica e ripristino ambientale";*
- ✓ L.R. 16/04/2002 n. 19: *"Norme per la tutela, governo ed uso del territorio -Legge Urbanistica della Calabria-";*
- ✓ Ord. P.C.M. del 20/03/2003 n. 3274: *"Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica";*
- ✓ DGR 10/02/2004 n. 47: *Prime disposizioni per l'attuazione dell'Ordinanza del P.C.M. del 20/03/2003 n. 3274 " Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica";*
- ✓ Ord. P.C.M. del 03/05/2005 n. 3431: *Ulteriori modifiche ed integrazioni all'Ordinanza del P.C.M. del 20/03/2003 n. 3274 recante " Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica";*
- ✓ DM del 14/01/2008 : *Nuove Norme tecniche per le costruzioni.*
- ✓ Nello sviluppo dell'analisi territoriale, relativa alle condizioni di pericolosità per motivi idraulici e per condizioni di stabilità geomorfologica, si è tenuto conto delle documentazioni e normative redatte dall'Autorità di Bacino Regionale della Calabria (PAI). Il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) *ai sensi dell'art.1-bis della L. 365/2000, dell'art.17 Legge 18 Maggio 1989 n. 183, dell'art.1 Legge 3 agosto 1998 n. 267)* ha valore di piano territoriale di settore e rappresenta lo strumento conoscitivo, normativo e di pianificazione mediante il quale l'Autorità di Bacino Regionale della Calabria pianifica e programma le azioni e le norme d'uso finalizzate alla salvaguardia delle popolazioni, degli insediamenti, delle infrastrutture e del suolo.

Committente	Fondazione Madonna dello Scoglio	Santuario Madonna dello Scoglio Comune di Placanica (RC)	Riferimento 028G-11/RGT 03
		Relazione geologico – tecnica e sulla pericolosità sismica di base ai sensi dell'ex art. 13 legge 64/74	Data Novembre 2012
			Pag. 7

2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE

L'area di studio ricade nel settore meridionale dell'Arco Calabro-Peloritano, un edificio a falde di ricoprimento costituito da numerose unità tettoniche alpine prevalentemente metamorfiche, sovrascorse sulle unità carbonatiche in seguito alla chiusura del Mare Tetide, con conseguente collisione tra la Placca Europea e quella Africana.

L'evoluzione tettonica dell'Arco Calabro-Peloritano, infatti, è comunemente riferita alla convergenza tra le placche continentali Eurasia e Africa-Adria, verificatasi durante la consunzione delle litosfere oceaniche Liguro-Piemontese e Ionica, attiva dal tardo Cretacico (Abbate *et alii*, 1986; Dercourt *et alii*, 1986), che ha condotto alla formazione della cintura orogenetica Alpi-Appennini (Dewey *et alii*, 1989; Weltje, 1992; Bonardi, 1982).

L'Arco Calabro rappresenta, dunque, l'elemento di catena in un sistema in cui si riconoscono: un'avampaese rappresentato, nei domini apulo e ragusano, da sedimenti carbonatici; un'avanfossa rappresentata dalla fossa bradanica e dalla sua prosecuzione in mare nel Golfo di Taranto, costituita da sedimenti clastici plio-pleistocenici; la piana batiale tirrenica, un'area oceanizzata di età neogenica (Barberi *et alii*, 1977); una sismicità profonda in corrispondenza della zona di massima curvatura che disegna uno slab litosferico subdoto caratterizzato da forti distorsioni (Gasparini *et al.*, 1982); un evidente raddoppio, almeno nella parte settentrionale dell'Arco, della discontinuità di Mohorovicic (Guerra *et alii*, 1981); un vulcanesimo calco-alcalino pleistocenico nell'arco delle isole Eolie (Barberi *et alii*, 1973).

L'Arco Calabro-Peloritano è costituito da due settori che si differenziano nell'assetto tettono-stratigrafico delle unità che li compongono; le differenze principali che caratterizzano i due settori, i quali vengono suddivisi da un imprecisato allineamento Capo Vaticano – Valle del Mesima – Soverato (Bonardi *et alii*, 1980, 1982b), possono essere riassunte nei seguenti punti, considerando come riferimento il settore meridionale e ponendolo in contrapposizione alle caratteristiche del settore settentrionale:

- mancanza di unità ofiolitiche;
- mancanza delle unità carbonatiche appenniniche sottostanti alle unità cristalline;
- età delle principali deformazioni interessanti le unità cristalline comprese tra l'Eocene sup. e l'Aquitano e polarità meridionale delle strutture originate (nel settore settentrionale l'età delle principali deformazioni delle unità cristalline è prevalentemente Cretacica sup. e la polarità delle strutture è europea);
- mancanza di un chiaro raddoppiamento della superficie di Mohorovicic.

2.1 Il settore meridionale dell'Arco Calabro Peloritano

Il settore in esame si sviluppa a S di un allineamento che da Capo Vaticano si prolunga fino a Soverato comprendendo le Serre, l'Aspromonte ed i Peloritani. E' caratterizzato da una serie di unità cristalline che sopportano coperture sedimentarie di età meso-cenozoica che si sovrappongono nell'Oligocene con polarità meridionale. Questo settore rappresenterebbe il dominio più interno della catena siciliano-magrebide e sarebbe stato caratterizzato, durante le fasi eo-alpine, prevalentemente da fenomeni da taglio (Tortorici, 1982).

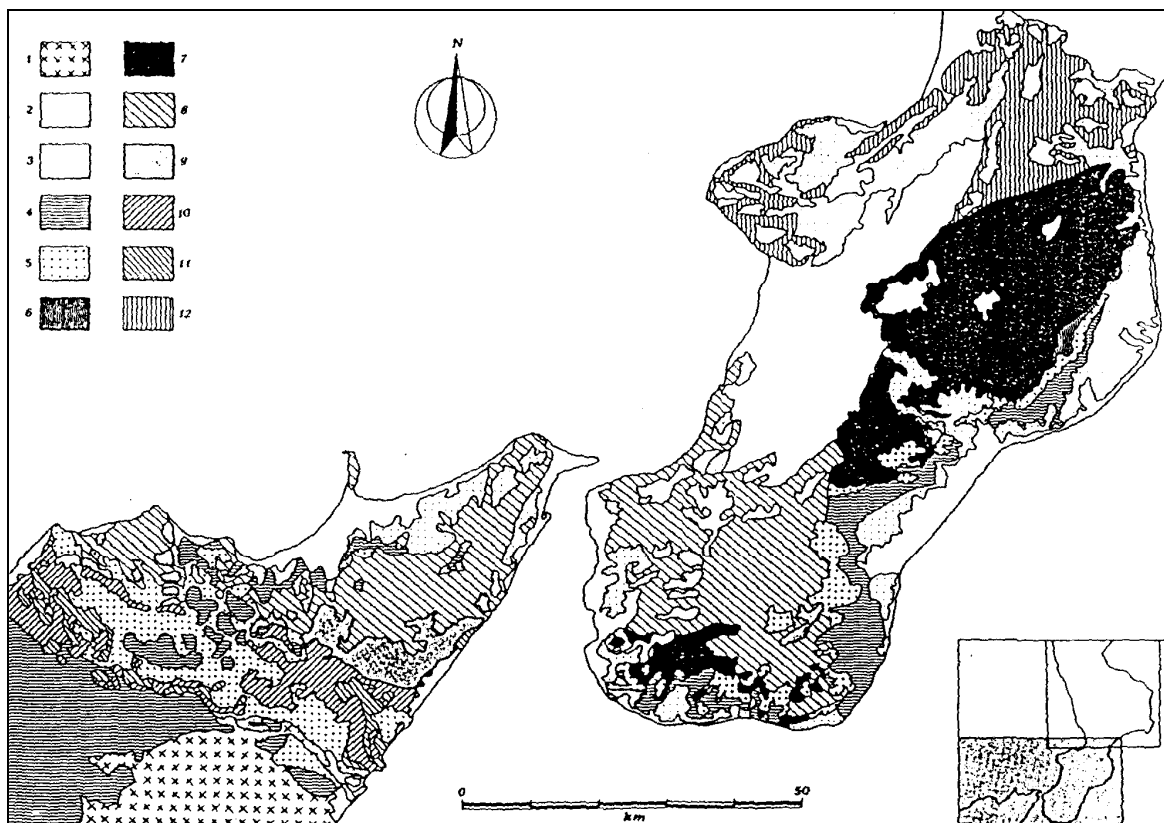


Figura 1 - Schema geologico-strutturale del settore meridionale dell'Arco Calabro-Peloritano. 1) vulcaniti etnee; 2) sequenze medio supraplioceniche-pleistoceniche; 3) sequenze tortoniano-infraplioceniche; 4) Unità sicilidi; 5) Formazione di Stilo-Capo d'Orlando; 6) Unità di Stilo, coperture mesozoiche; 7) Unità di Stilo, basamento; 8) Unità dell'Aspromonte; 9) Unità di Mandanici; 10) Unità Longi-Taormina, coperture meso-cenozoiche; 11) Unità Longi-Taormina, basamento; 12) Unità Polia-Copanello (da Tortorici, 1982, modificato).

2.2 Inquadramento geologico-stratigrafico

L'area esaminata ricade lungo il settore orientale della Calabria meridionale. Da un punto di vista geologico-strutturale, si ricade nel bacino di *forearc basin* (avancarco), la cui porzione prossimale è emersa nel corso del sollevamento quaternario. In particolare, tale bacino si è sviluppato lungo il cuneo del margine della macro-placca Corsica-Sardegna-Calabria, in seguito al distacco ed alla migrazione verso Sud-Est della Calabria, a partire dal margine inferiore della placca Europea. In particolare, durante il Miocene inferiore, il bacino di avancarco si sviluppa tra la zona di subduzione orientata in direzione N-NO e l'arco vulcanico calc-alcalino. Dal Miocene superiore al Quaternario, il sollevamento distale rispetto alla Corsica e alla Sardegna dei terrazzi calabresi porta all'apertura del Mar Tirreno, come bacino di retro-arco, facendo traslare il *forearc basin* nella sua posizione attuale.

Lungo il margine ionico della Calabria, una successione con immersione generale verso Est di età Chattiana-Quaternaria, spesso più di 2000m, sovrasta in modo non conforme il basamento ercinico metamorfico e la relativa copertura sedimentaria di spessore contenuto, costituita da carbonati Mesozoici. La formazione di Stilo-Capo D'Orlando, composta da riempimenti di *canyon* sottomarini, con granulometria da grossolana a fine, proveniente dalla copertura laterale e dai depositi dei fianchi costituisce la parte basale di riempimento del bacino ionico. Tale unità è sovrastata, in

Committente	Fondazione Madonna dello Scoglio	Santuario Madonna dello Scoglio Comune di Placanica (RC)	Riferimento 028G-11/RGT 03
		Relazione geologico – tecnica e sulla pericolosità sismica di base ai sensi dell'ex art. 13 legge 64/74	Data Novembre 2012
			Pag. 9

modo conforme, da un *mélange* caotico costituito da una matrice pelitica fortemente foliata, contenente mirofossili Cenomaniani. Il *mélange*, informalmente definito come 'argille varicolori', affiora nell'area in esame e viene interpretato come il risultato della collisione incipiente del territorio Calabro con il margine siciliano del continente africano, durante il Burdigaliano Sup. Tale collisione induce instabilità ed erosione nel prisma di accrescimento ionico, determinando la deposizione di materiale correlato alla subduzione all'interno del *forearc basin*. Il *mélange* è sovrastato da una sequenza di depositi marini legati a flussi gravitativi, di età Serravalliano-Tortoniano. Il limite Tortoniano-Messiniano è collocato all'interno degli scisti a diatomee (equivalenti alla formazione di Tripoli delle regioni circostanti) ed aggrada verso l'alto in evaporati discontinue e poco spesse, sia primarie che rimaneggiate. Le evaporiti messiniane inferiori e le peliti associate hanno una relazione di conformità con gli strati Tortoniani, mentre i depositi silicoclastici messiniani sono separati dalla sequenza sottostante da una in conformità angolare.

Il melange delle argille varicolori separa di solito le formazioni del Pliocene e del Miocene medio-superiore (Tortoniano) da quelle del terziario inferiore, dal Mesozoico e dalle rocce metamorfiche granitiche che formano l'ossatura della parte Meridionale della penisola Calabrese. Le "argille varicolori", talora in assetto caotico, hanno uno spessore variabile da qualche metro a centinaia di metri. I pareri scientifici riguardo la loro messa in posto sono a tutt'oggi discordanti; Cavazza *et alii* (1997), infatti, le considerano come il risultato di una serie di franamenti sottomarini, che mobilitarono il materiale esotico dal prisma di subduzione entro il bacino calabro-ionico tra 17 e 14 Ma, in coincidenza con l'inizio della collisione del blocco calabro-peloritano, con il margine settentrionale della placca africana. Secondo altri Autori, le "argille varicolori" si sarebbero, invece, sedimentate tra il Cretaceo e il Paleocene, in ambiente bacinale, paleogeograficamente posto tra i bacini di sedimentazione del Flysch di Stilo Capo d'Orlando (interno) e quello del Flysch Numidico (esterno).

Dunque, la storia geologica del complesso argilloso appare piuttosto complessa, poiché fasi compressive seguiti da *stress* di taglio e infine, le successive fasi distensive lo hanno condotto nell'attuale posizione. Esso, infatti, è sovrascorso insieme al Flysch Numidico e al Flysch di Stilo Capo d'Orlando (complesso antisicilide di Ogniben), in età intraquitania, sulle porzioni più interne dello stesso Flysch di Stilo Capo Orlando e sul basamento cristallino metamorfico, verso i quadranti occidentali. In tale circostanza il susseguirsi di stress di taglio ha determinato "l'incartamento" di porzioni delle diverse formazioni in modo caotico e spesso è facile ritrovare all'interno delle argille e al di sopra di esse frammenti, anche residui, dei Flysch di Stilo Capo Orlando e del Flysch Numidico trasportati durante il movimento di accavallamento verso monte.

Infine, le "argille varicolori" sono ricoperte, con contatto stratigrafico di tipo erosivo, da una sequenza flischyode serravalliano-tortoniana, costituita da conglomerati, arenarie e peliti. Tale sequenza, che rappresenta la ripresa della sedimentazione marina nel bacino di avanarco, è formata da flussi gravitativi prossimali di scarpata e base scarpata. Si evidenzia che l'unità conglomeratica, viene assegnata al Pliocene basale (Burton, 1971) o al Miocene-Pliocene (Cavazza *et alii*, 1997). La messa in posto della sequenza pliocenica è da attribuirsi a una fase tettonica tardo messiniana, con successiva trasgressione e deposizione.

Committente	Fondazione Madonna dello Scoglio	Santuario Madonna dello Scoglio Comune di Placanica (RC)	Riferimento 028G-11/RGT 03
		Relazione geologico – tecnica e sulla pericolosità sismica di base ai sensi dell'ex art. 13 legge 64/74	Data Novembre 2012
			Pag. 10

2.3 Geologia dell'area in esame

Per quanto concerne il territorio studiato nel corso del presente lavoro, i litotipi affioranti appartengono a successioni sedimentarie di età compresa tra il Miocene ed il Pliocene.

In particolare, tra i litotipi miocenici (Miocene inf-medio), in posizione basale, si trova una formazione conglomeratica, ben cementata e costituita da depositi ghiaiosi grossolani di natura cristallina, con intercalazioni di arenarie grossolane; tale formazione affiora nella porzione nord-occidentale dell'area di studio.

Verso l'alto, si passa in concordanza ad una formazione arenacea, affiorante solo nella porzione sud-occidentale dell'area studiata; si tratta di arenarie grossolane brune variamente cementate, con sottili intercalazioni conglomeratiche di natura cristallina.

In posizione stratigraficamente superiore si passa ad una formazione in *facies* fliscioide costituita da argille-siltose e sabbie-siltose ben costipate e stratificate, passanti verso il basso a silt ed arenarie.

Al *top* della serie miocenica è presente la formazione delle "Argille policrome", affiorante in corrispondenza del sito dove dovrà essere realizzata l'opera in progetto; si presenta in *facies* di tipo *melange* tettonico, essendo costituita da argille varicolori caotiche, con abbondanti "olistoliti" derivanti dalle formazioni più antiche" e con sottili intercalazioni arenacee e conglomeratiche.

Infine, sulla serie miocenica poggia la serie pliocenica, rappresentata nell'area in esame da due formazioni, rispettivamente, conglomeratica e argillosa. In particolare, la prima è costituita da depositi ghiaiosi poligenici (clasti di natura cristallina e sedimentaria) con matrice sabbiosa, prevalentemente riciclati dalle formazioni conglomeratiche più antiche; tali depositi, si presentano scarsamente cementati e con intercalazioni sabbiose, affiorano nella porzione orientale dell'area in esame e sono datati Pliocene inferiore.

Verso l'alto si passa in concordanza ad un complesso argillo-marnoso, affiorante nella porzione centrale dell'area studiata, con tipica zonatura ritmica per la diversa colorazione grigio-chiaro biancastro (livelli marnosi) a grigio-azzurro (livelli argillosi). La formazione infatti è caratterizzata da una successione, in piccoli strati e banchi, di argilla marnosa, argilla siltosa e silts argillosi; verso l'alto della formazione, possono rinvenirsi intercalazioni limose e sabbiose.

Per quanto concerne i rapporti tra le suddette formazioni, a luoghi affiora il passaggio tra i conglomerati, le arenarie e le argille-siltose mioceniche, mentre il passaggio tra le argille varicolori e le formazioni presenti in posizione basale non affiora e le formazioni sono messe a contatto da faglie estensionali orientati in direzione NE-SW e NW-SE; in particolare, tali lineamenti immergono verso i quadranti meridionali, con passaggio alle argille policrome ed evidenziando, dunque, una cinematica di tipo normale. Diversamente, il passaggio tra la serie miocenica e quella pliocenica avviene lungo una discordanza erosiva, in genere, mascherata dalle coltri superficiali eluvio-colluviali.

Committente	Fondazione Madonna dello Scoglio	Santuario Madonna dello Scoglio Comune di Placanica (RC)	Riferimento 028G-11/RGT 03
		Relazione geologico – tecnica e sulla pericolosità sismica di base ai sensi dell'ex art. 13 legge 64/74	Data Novembre 2012
			Pag. 11

3. INQUADRAMENTO STRUTTURALE

La geologia della Calabria è caratterizzata prevalentemente da falde cristalline messe in posto nel Miocene inferiore durante l'orogenesi alpina. In Calabria meridionale le unità granitiche e metamorfiche che compongono i rilievi dell'Aspromonte proseguono in Sicilia costituendo l'ossatura dei Monti Peloritani. Nell'insieme le unità cristalline della Calabria meridionale e dei Monti Peloritani si sono accavallate sulle unità sedimentarie della catena delle Maghrebidi siciliane. Successivamente alla messa in posto delle falde calabridi, numerosi ed intensi processi sedimentari si sono impostati su di esse con deposizione di rocce sedimentarie evaporitiche e terrigene a partire dal Tortoniano fino all'attuale. Da un punto di vista strutturale la regione appare segmentata da importanti sistemi di faglie legati all'apertura del basso Tirreno, originatisi durante l'ultima fase tettonica di tipo distensivo, iniziata nel Pleistocene. Tali sistemi, organizzati secondo due sistemi longitudinali, paralleli alle direttrici strutturali della catena (passando da direzioni N-S a direzioni NE-SW) e trasversali (passando da direzioni ENE-WSW ed E-W) interrompono la continuità della stessa, delimitando delle strutture di affondamento in corrispondenza delle quali si opera la curvatura dell'Arco.

Questi due diversi sistemi strutturali sono, infatti, i principali responsabili dell'apertura di importanti bacini sedimentari, continentali e marini, longitudinali (bacini del Crati, del Mesima, di Paola-Gioia, di Crotone-Capo Spartivento o Peri-Ionici,) e trasversali (fossa di Sibari, fossa di Catanzaro, fossa di Siderno) all'asse della catena calabra. Tali bacini sono delimitati dagli "horst" (alti strutturali) della Catena Costiera, della Sila, delle Serre di Capo Vaticano e dell'Aspromonte. L'insieme dei blocchi, oltre ad essere troncati in corrispondenza del suo lato occidentale, nella fattispecie dalla Fossa del Mesima, sono interessati da numerose faglie longitudinali che determinano il sollevamento della struttura cristallina Aspromonte-Serre.

I nuclei centrali delle Serre e dell'Aspromonte costituivano, sin all'inizio del Pliocene inferiore, delle zone emerse, con sviluppo di *facies* sempre più costiere verso le zone più interne, dove la sedimentazione postorogena è rappresentata solo da depositi tortoniano-messiniani. Ai fenomeni tettonici va collegata anche la risalita di magmi acidi, di tipo granitico e grano-dioritico che, agendo in concomitanza con i movimenti dell'intera zolla calabro-peloritana, hanno prodotto fenomeni di metamorfismo e approfondito la fagliatura delle masse litoidi profonde, causa principale della intensa sismicità della regione.

Al sollevamento della dorsale appenninica interna si contrapponevano gli imponenti fenomeni erosivi dell'entroterra e la deposizione dei materiali su quelle antiche zone di sedimentazione che oggi costituiscono le aree sommitali dei terrazzi morfologici. Dopo il sollevamento di quest'ultimi ed il contemporaneo approfondimento delle valli fluviali, la sedimentazione ha condotto alla formazione delle pianure alluvionali attuali. In questa fase si è verificata l'espansione della foce dei fiumi verso il mare aperto e il contemporaneo avanzamento della linea di spiaggia nella stessa direzione. Il territorio in cui rientra l'area in esame, si inserisce all'interno del blocco dei "bacini perionici" (Ghisetti 1981), delimitato a Nord da quello delle "Serre".

Si tratta di un blocco costituito in prevalenza dai depositi mio-plio pleistocenici, troncati da sistemi di faglie longitudinali. Queste aree di affondamento pliocenico, alla cui subsidenza ha fatto seguito nel plio-pleistocene un tendenza al sollevamento, si estendono lungo l'arco e proseguono nel "bacino di Caltanissetta" e nel "bacino di Castelvetro".

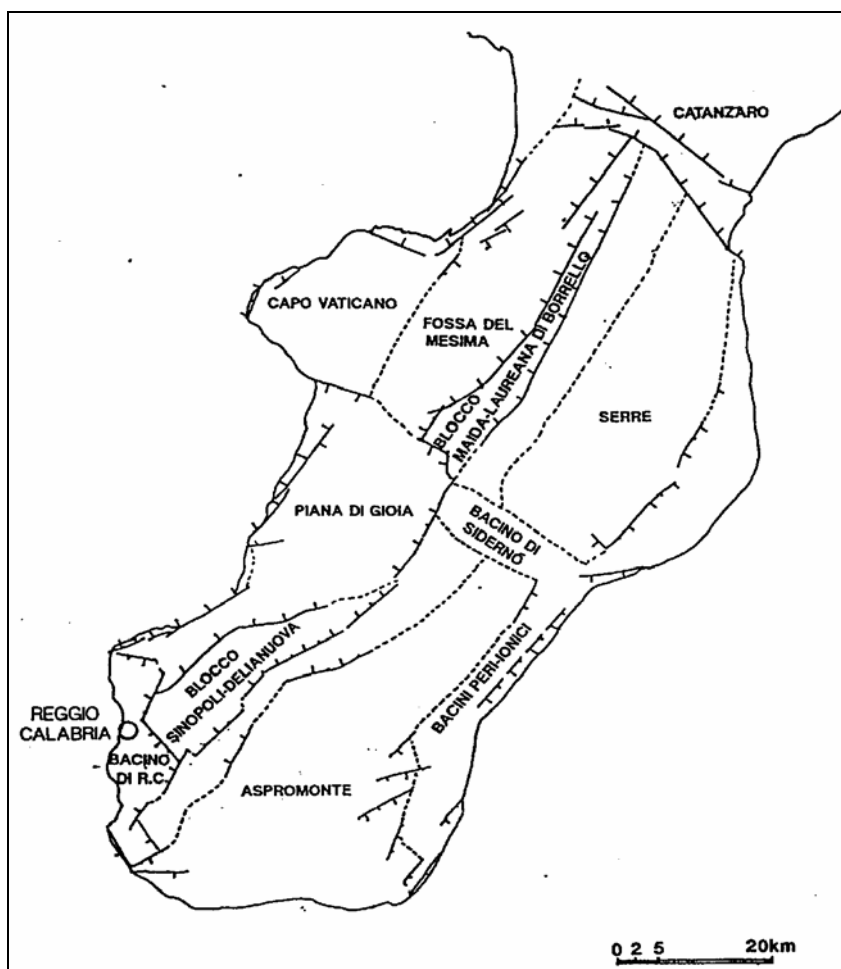


Figura 2 - Principali elementi strutturali dell'Arco Calabro Meridionale (da Ghisetti et alii, 1996).

Procedendo con le considerazioni tettonico-strutturali a scala locale, la configurazione che caratterizza il territorio studiato ed il suo intorno è data da uno stile tettonico piuttosto rigido per la porzione centro-settentrionale, dove si riscontra anche la presenza di importanti faglie dirette a carattere regionale, a prevalente orientazione NE-SW, che vanno ad interessare il complesso carbonatico giurassico. Il territorio, inoltre, è caratterizzato anche da altre faglie minori, ad orientazione diversa, alle quali sono da ricondurre talvolta il motivo dello sviluppo lineare di corsi d'acqua, l'esistenza di scarpate sviluppate in senso rettilineo o l'emergenza di acque sorgentizie di origine profonda. Queste strutture sono particolarmente evidenti nei terreni metamorfici paleozoici o in quelli giurassici ed in minor misura in quelli miocenici, a comportamento rigido o semi-rigido. Probabilmente le lineazioni tettoniche interessano anche i terreni argillosi, in corrispondenza dei quali sono però mascherate dal comportamento plastico e dalla maggiore facilità d'erosione che le formazioni pelitiche offrono. A tal proposito è da rilevare che in occasione di forti scuotimenti sismici i terreni argillosi, specialmente se allo stato fluido-plastico, possono ricevere incrementi gravitativi (pur considerando che gli impulsi sismici si smorzano piuttosto rapidamente al loro interno) con tendenza allo scorrimento. Peraltro, l'intero territorio, pur risultando interessato, in alcune zone, da faglie, per l'assenza di riscontri che facciano ritenerle in movimento nel Quaternario, non vengono considerate attive e quindi non più soggette ad alcun spostamento ed in grado di generare terremoti, pur

Committente	Fondazione Madonna dello Scoglio	Santuario Madonna dello Scoglio Comune di Placanica (RC)	Riferimento 028G-11/RGT 03
		Relazione geologico – tecnica e sulla pericolosità sismica di base ai sensi dell'ex art. 13 legge 64/74	Data Novembre 2012
			Pag. 13

costituendo comunque delle discontinuità nel terreno e quindi elementi sismopropagatori in grado di alterare e di amplificare, attraverso rifrazioni e riflessioni di onde sismiche, la risposta sismica locale.

Committente	Fondazione Madonna dello Scoglio	Santuario Madonna dello Scoglio Comune di Placanica (RC)	Riferimento 028G-11/RGT 03
		Relazione geologico – tecnica e sulla pericolosità sismica di base ai sensi dell'ex art. 13 legge 64/74	Data Novembre 2012
			Pag. 14

4. GEOMORFOLOGIA

4.1 Approccio metodologico

L'individuazione dei fenomeni morfologici significativi, oltre che dallo studio della documentazione bibliografica e di riferimento, è stata ottenuta mediante esame fotointerpretativo di tipo comparativo, utilizzando i fotogrammi alla scala 1:33.000 e 1:25.000 del 1954/55, quelli a scala 1:13.000 e 1:8.000 del 1978/80, ed infine quelli di neorestituzione (2006) a scala 1:5.000.

Tutti gli elementi individuati attraverso la metodologia suddetta, sono stati successivamente verificati direttamente in campagna, mediante rilevamento morfologico di dettaglio. Inoltre, in questa fase sono stati censiti tutti quei fenomeni non individuati durante lo studio delle foto aeree.

4.2 Inquadramento geomorfologico generale

L'area studiata nel corso del presente lavoro si colloca nell'ambito di un contesto geomorfologico caratterizzato da un'orografia piuttosto varia ed articolata. Infatti, l'assetto morfologico è caratterizzato da un alternarsi di valli strette e più o meno profonde e di rilievi generalmente allungati (mediamente in direzione SE-NW), di modesta larghezza, talora crestiformi, con fianchi ripidi e incisi da valloni secondari. Lungo i pendii si instaura una rete idrografica ad alta densità di drenaggio, piuttosto fitta e ramificata, scaturita dalla facile erodibilità dei terreni affioranti. Ne deriva lo sviluppo di numerosi impluvi di varie dimensioni, soprattutto quando la vegetazione è scarsa. Di conseguenza, laddove le pendenze sono elevate e quindi le velocità di deflusso idrico sono significative, si determina un alto potenziale erosivo soprattutto in concomitanza alle precipitazioni meteoriche improvvise ed intense. Inoltre, ai fenomeni erosivi che operano alla base dei versanti possono produrre scalzamento al piede con conseguenti fenomeni franosi lungo le sponde ed effetti di richiamo che possono giungere sino alle aree di testa delle valli. Pertanto in questa fascia di territorio, si osservano forme di ruscellamento diffuso e concentrato, erosioni e talvolta smottamenti di coltri di terreno superficiale o piccole frane di scivolamento.

La morfologia più accidentata si concentra sulle aree di versante che compongono le sponde dei compluvi e dei torrenti, mentre lontano dagli organismi idrografici, in genere, l'assetto geomorfico, nonostante acclive, si presenta più tranquillo, soprattutto laddove l'acclività meno elevata favorisce lo sviluppo di vegetazione.

Infine, per quanto concerne l'acclività dei versanti, quest'ultima è mediamente maggiore nelle zone di affioramento dei litotipi conglomeratici, mentre, le argille policrome, in generale, danno origine ad un andamento del suolo dalle forme più dolci e ondulate, ma tuttavia interessato da dissesti sia erosivi che gravitativi a causa delle scarse caratteristiche geotecniche.

4.2 Geomorfologia dell'area in esame

Per quanto concerne il settore strettamente interessato dalla realizzazione dell'opera in progetto, quest'ultima verrà realizzata su un versante degradante in direzione SW verso il Vallone Apriche, il quale segna il confine naturale con il comune limitrofo di Caulonia.

Nell'area in esame, sono stati rilevati sostanzialmente due tipi di dissesti, dei quali, il primo tipo caratterizza le zone di affioramento dei litotipi conglomeratici, che sovrastano a NE ed a NW la zona su cui sorge il Santuario della Madonna dello

Committente	Fondazione Madonna dello Scoglio	Santuario Madonna dello Scoglio Comune di Placanica (RC)	Riferimento 028G-11/RGT 03
		Relazione geologico – tecnica e sulla pericolosità sismica di base ai sensi dell'ex art. 13 legge 64/74	Data Novembre 2012
			Pag. 15

Scoglio. In particolare, il substrato conglomeratico (pliocenico e miocenico), presenta una morfologia articolata, con pendii localmente ad acclività elevata, non sempre sostenibili dalle buone caratteristiche geotecniche dei terreni costituenti. Lungo tali versanti, inoltre, si inseriscono una serie di valloni in cui ancora attivi fenomeni erosivi e di conseguenza, scalzamenti, con lo sviluppo di forme franose, per lo più a carattere superficiale (smottamenti e scivolamenti di coltri allentate).

Diversamente, la porzione di territorio impostata sui litotipi argilloso-sabbioso-siltosi è caratterizzata da situazioni di dissesto prettamente legate alle scadenti caratteristiche geotecniche ed allo scarso comportamento geomeccanico di tali litotipi nella loro coltre più superficiale degradata, soprattutto quando le argille intrise d'acqua tendono a plasticizzarsi fino a fluidificarsi. In particolare, tali dissesti sono legati a episodi morfogenetici complessi che vanno dai movimenti lenti superficiali (*creep*), ai colamenti, fino agli scivolamenti, offrendo quasi sempre problemi di stabilità; a subire maggiormente questa fenomenologia di dissesto sono i versanti che mostrano le pendenze maggiori.

Pertanto, la zona nella quale verrà realizzato il Santuario, essendo caratterizzata da basse pendenze, è caratterizzata da una scarsa propensione al dissesto ed è quindi a basso rischio, rispetto alle zone circostanti. Infatti, in generale, una maggiore propensione al dissesto caratterizza i versanti con pendenze più elevate, soprattutto laddove si verifica lo scalzamento al piede da parte delle acque che scorrono nel Vallone Apriche, con possibili inneschi di frane di scivolamento; inoltre, altre forme di dissesto, sono legate al ruscellamento delle acque meteoriche non assorbite dal terreno, incontrollate e libere di scorrere in superficie, le quali, a causa della scarsa resistenza offerta dalle argille, possono produrre intensi fenomeni erosione. In particolare, tali dissesti interessano la porzione di terreno più superficiale della formazione argillosa (in genere su spessori dell'ordine di 5m), che risulta generalmente fortemente alterata e degradata, apparendo scomposta, ridotta a scaglie e facilmente disaggregabile; pertanto, ciò determina anche problemi geologico tecnici significativi con parametri geotecnici sempre modesti. Tuttavia, a seguito di attenti approfondimenti di terreno, è emerso come anche l'area a valle della zona nella quale sorgerà il Santuario, nonostante sia caratterizzata da un aumento generale delle pendenze, non risulta caratterizzata da dissesti gravitativi in atto o potenziali e da accentuati fenomeni erosivi; inoltre, è possibile stabilire come l'area in esame si presenti stabile anche a seguito dei terrazzamenti e degli sbancamenti delle coltri superficiali alterate ed in generale, degli interventi di trasformazione urbanistica, ai quali non sono imputabili possibili effetti negativi sull'attuale stato di equilibrio della zona di interesse e di quelle limitrofe. In ogni, per l'intera area oggetto degli interventi in progetto, si rende opportuna la regimazione delle acque superficiali, sia per evitarne il ruscellamento incontrollato, sia per evitare infiltrazioni che potrebbero diminuire la resistenza dei terreni.

Committente	Fondazione Madonna dello Scoglio	Santuario Madonna dello Scoglio Comune di Placanica (RC)	Riferimento 028G-11/RGT 03
		Relazione geologico – tecnica e sulla pericolosità sismica di base ai sensi dell'ex art. 13 legge 64/74	Data Novembre 2012
			Pag. 16

5. PIANO STRALCIO DI BACINO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO

Il Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (in seguito denominato PAI), approvato con Delibera di Consiglio Regionale n.115 del 28.12.2001 (*approvazione/adozione del PAI*) e Delibera n.20 del 31.07.2002 (*approvazione/adozione Linee Guida PAI*), ha valore di piano territoriale di settore e rappresenta lo strumento conoscitivo, normativo e di pianificazione mediante il quale l'Autorità di Bacino Regionale della Calabria (in seguito denominata ABR), pianifica e programma le azioni e le norme d'uso finalizzate alla salvaguardia delle popolazioni, degli insediamenti, delle infrastrutture e del suolo.

Il PAI persegue l'obiettivo di garantire al territorio di competenza dell'ABR adeguati livelli di sicurezza rispetto all'assetto geomorfologico, relativo alla dinamica dei versanti e al pericolo di frana, all'assetto idraulico, relativo alla dinamica dei corsi d'acqua e al pericolo di inondazione e all'assetto della costa, relativo alla dinamica delle linee di rive e al pericolo dell'erosione costiera.

Per ciascuna categoria di rischio (*rischio di frana – rischio di inondazione – rischio di erosione costiera*), all'Art. 8 comma 5 delle Norme di Attuazione, vengono definiti quattro livelli:

- **R4:** rischio molto elevato (in rosso)
- **R3:** rischio elevato (in arancio)
- **R2:** rischio medio (in verde)
- **R1:** rischio basso (in giallo)

Dall'adozione del PAI le Amministrazioni, gli Enti pubblici, nonché i soggetti privati, sono immediatamente vincolati alle prescrizioni fatte limitatamente alle aree perimetrate negli allegati.

Nelle aree oggetto del presente studio, potrebbero essere riscontrate due categorie di rischio:

- **Rischio di frana:** Il PAI, negli elaborati grafici relativi alla franosità, definisce "aree soggette a rischio" quelle aree direttamente interessate da un fenomeno gravitativo o limitrofe ad una frana ma comprese in una fascia di rispetto d'ampiezza convenzionale pari a 20 m misurata dal perimetro esterno della frana e che nello stesso tempo interessa elementi esposti e vulnerabili (case, strade ecc.).
- **Rischio d'inondazione:** Lo studio idrogeologico idraulico è rivolto alla valutazione del regime idraulico tipico di un corso d'acqua anche in relazione ad interferenze esercitate da eventuali opere idrauliche presenti o in progetto, con particolare attenzione ai fenomeni di piena. Negli elaborati grafici relativi al rischio idraulico, il PAI, oltre alle aree a rischio, individua: Aree di Attenzione, Zone di Attenzione e Punti di Attenzione.

Dagli allegati al PAI, riferibile al perimetro dell'area di estrazione compresa di un opportuna fascia di sicurezza, si ha la seguente situazione:

RISCHIO FRANE:

Carta inventario dei centri abitati instabili: non è stato individuato alcun fenomeno franoso.

Committente	Fondazione Madonna dello Scoglio	Santuario Madonna dello Scoglio Comune di Placanica (RC)	Riferimento 028G-11/RGT 03
		Relazione geologico – tecnica e sulla pericolosità sismica di base ai sensi dell'ex art. 13 legge 64/74	Data Novembre 2012
			Pag. 17

Carta inventario delle frane e delle relative aree a rischio: nell'area non è riportata nessuna area a rischio frana.

RISCHIO IDRAULICO:

Aree vulnerate ed elementi a rischio: non sono riportati danni o allagamenti.

Perimetrazione aree a rischio idraulico: non sono stati individuati punti, zone e aree di attenzione nell'area in esame.

In definitiva, per quanto concerne il dissesto idrogeologico, in termini di frane ed alluvioni, possiamo dire che l'area in esame non è soggetta ad alcun tipo di Rischio.

6. ASPETTI METEOROLOGICI E CLIMATICI

La Calabria rientra nell'area dei climi temperati e, per la sua posizione geografica e per la sua morfologia montuosa (il 42% del territorio è occupato da monti), è una regione con marcati contrasti climatici (Caloiero e Mercuri, 1980). L'orografia è infatti disposta in maniera da produrre un effetto tale sulle masse di aria umida, provenienti da NW e SE, da rendere possibile l'individuazione di due zone climatiche: la prima zona, Tirrenica, esposta a correnti occidentali, caratterizzata da piovosità elevata, temperature non molto alte e giorni piovosi frequenti; la seconda zona, Ionica, più arida, è esposta alle influenze africane e quindi soggetta a temperature più elevate e precipitazioni brevi ma molto intense (Caloiero *et alii*, 1990). Le differenze microclimatiche tra il versante ionico e quello tirrenico sono dovute alle differenti caratteristiche delle sopra citate perturbazioni provenienti da SE e da NW. Queste ultime si verificano, normalmente, in autunno-primavera generando piogge frequenti però poco intense che interessano soprattutto la fascia Tirrenica ed in particolare la Catena Costiera (Petrucchi *et alii*, 1996). Inoltre ricerche sulle zone calabresi più soggette ad alluvioni (Caloiero e Mercuri, 1980; Versace *et alii*, 1989) hanno evidenziato che la zona più colpita da questo genere di fenomeni è la Calabria meridionale e prevalentemente quella ionica.

Generalizzando possiamo affermare che il clima è, nelle zone litoranee e nei versanti che si affacciano sul mare, tipicamente mediterraneo con inverno mite e estate calda e secca; nelle zone ad altitudine maggiore e più interne il clima sarà montano-mediterraneo con inverni più freddi e piovosi ed estati meno calde e con qualche precipitazione. Le temperature, infatti, oscillano fra i 18.5° di Melito Porto Salvo e gli 8.7° di Trepidò (Caloiero e Mercuri, 1980).

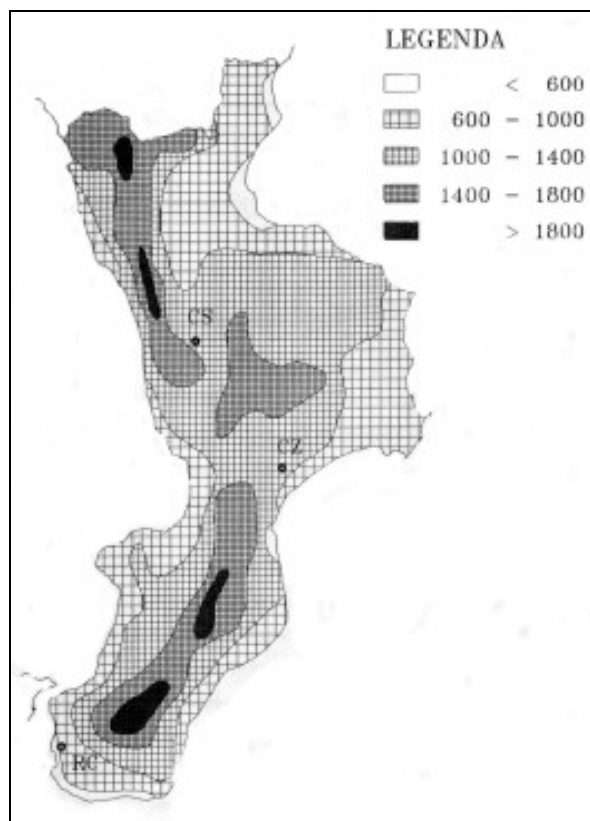


Figura 3 – Distribuzione delle temperature medie annue.

La Calabria è inoltre una delle regioni più piovose dell'Italia meridionale; così come si evince dalla tabella 5, la piovosità media annua della regione è 1151 mm, il mese più piovoso è dicembre (181 mm), che insieme a gennaio e novembre concentrano quasi la metà delle piogge annue; il mese meno piovoso è luglio (16 mm) seguito da agosto (23 mm) (dati riferiti al periodo tra il 1921 e il 1980) (Caloiero *et alii*, 1990).

	PIOVOSITA'		GIORNI PIOVOSI	
	mm	%	N.	%
Gennaio	172	15	12	14
Febbraio	130	11	10	12
Marzo	114	10	9	10
Aprile	73	6	7	8
Maggio	57	5	5	6
Giugno	28	3	3	3
Luglio	16	1	2	2
Agosto	23	2	3	3
Settembre	61	5	5	6
Ottobre	132	12	8	9
Novembre	164	14	10	11
Dicembre	181	16	15	16
	1151	100	89	100

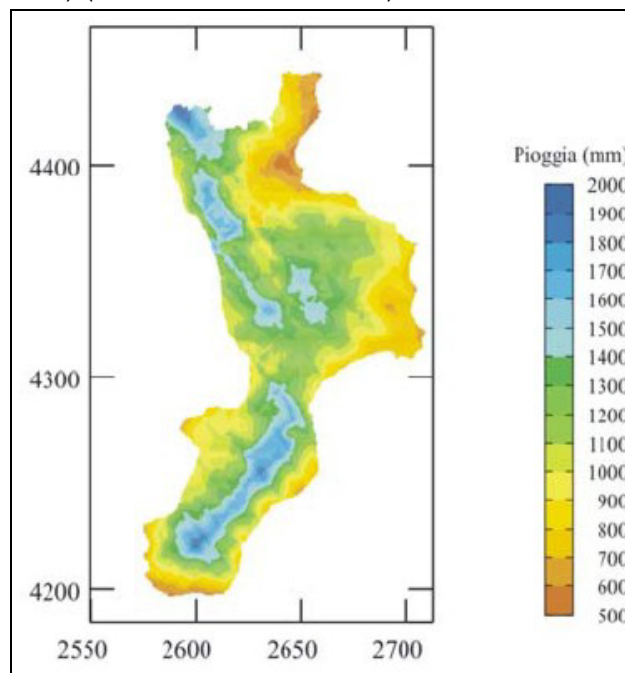


Tabella 1 - Precipitazioni e numero di giorni piovosi in Calabria: medie mensili per il periodo 1921-1980 (da Caloiero *et alii*, 1990).

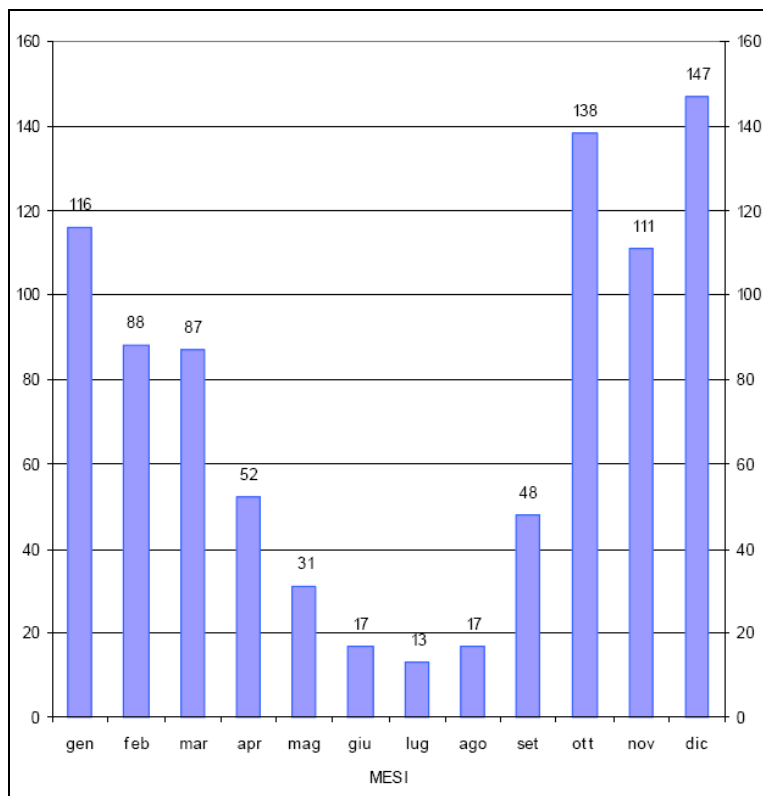
Figura 4 – Distribuzione areale delle precipitazioni.

Per quanto riguarda la distribuzione areale delle precipitazioni la maggior parte del territorio calabrese ha precipitazioni superiori ai 1000 mm/annui. La piovosità con l'altitudine subisce un graduale aumento fino a circa 850 m s.l.m., per poi decrescere fino a 1150 m s.l.m. e presentare quindi un repentino incremento oltre i 1150 m s.l.m.; il numero dei giorni piovosi cresce più o meno regolarmente con l'altitudine. Dagli studi effettuati da Caloiero *et alii* (1990), sulle precipitazioni dal 1921 al 1980, si evince che le zone con la più alta precipitazione media annua sono le Serre, l'Aspromonte e la Catena Costiera.

L'area è caratterizzata da un clima di tipo mediterraneo, con precipitazioni piuttosto modeste e temperature alte in nel semestre caldo e, precipitazioni medio-alte e temperatura basse nel semestre freddo.

Nella tabella seguente, sono riportati i valori delle precipitazioni medie registrate dalla stazione di Placanica, posta a 250 m s.l.m.. In particolare, i valori sono relativi agli annali idrogeologici (Caloiero– IRPI CS) del periodo 1921-80 (60 anni di osservazione) e sono rappresentati graficamente nel diagramma della figura successiva. Dai dati si rileva che i mesi più piovosi sono quelli da Ottobre a Gennaio (Dicembre massimo assoluto), mentre Giugno, Luglio (minimo assoluto) ed Agosto sono decisamente i mesi meno piovosi.

Stazione	Quota s.l.m.	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	Media 1921- 1980
		mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	
Placanica	250 m	116	88	97	52	31	17	13	17	48	138	111	147	864

Tabella 2 - Precipitazioni medie (mm) annue nel sessantennio 1921-1970.

Figura 5 - Diagramma pluviometrico della Stazione di Placanica (periodo 1921-1980; la media annuale è di 864mm.

Committente	Fondazione Madonna dello Scoglio	Santuario Madonna dello Scoglio Comune di Placanica (RC)	Riferimento 028G-11/RGT 03
		Relazione geologico – tecnica e sulla pericolosità sismica di base ai sensi dell'ex art. 13 legge 64/74	Data Novembre 2012
			Pag. 21

7. MODELLO IDROGEOLOGICO

Per una caratterizzazione idrogeologica, dei terreni affioranti nell'area in studio, sono state raggruppate le formazioni litologiche presenti in complessi idrogeologici aventi un grado di permeabilità relativa comune. I fattori che condizionano la circolazione idrica sotterranea sono molteplici, ma tutti riconducibili alle caratteristiche idrologiche delle rocce.

Alcune di esse, come la *porosità*, la *capacità di assorbimento* e la *permeabilità*, interessano in modo particolare l'idrogeologia, perché condizionano quantitativamente l'assorbimento, l'immagazzinamento ed il movimento delle acque che possono essere utilmente captate.

Per quanto riguarda la caratterizzazione delle proprietà idrogeologiche dei complessi, esse sono state stimate in fase di rilevamento in maniera qualitativa, sulla base dell'osservazione di quegli elementi riscontrabili alla scala dell'affioramento, litologici, sedimentologici e strutturali. Com'è noto, le proprietà idrogeologiche dei terreni valutabili qualitativamente durante le fasi di rilevamento di campagna sono:

- *tipo di permeabilità*, identificabile nella natura genetica dei meati, primaria (porosità) e/o secondaria (fessurazione e carsismo), che maggiormente concorre a determinare la permeabilità del corpo geologico;
- *grado di permeabilità relativa*, definibile qualitativamente mediante le categorie di elevato, medio, scarso e impermeabile a cui sono associabili ampi intervalli di variazione del valore della conducibilità idraulica, estesi su differenti ordini di grandezza.

Il territorio in esame è caratterizzato dalla presenza di quattro diversi complessi idrogeologici, corrispondenti, rispettivamente, alle argille policrome, ai depositi conglomeratici miocenici e pliocenici ed ai depositi alluvionali; chiaramente, la circolazione idrica sotterranea varia in funzione dei litotipi interessati, poiché caratterizzati da ben diversi valori di permeabilità.

In particolare, valori di permeabilità bassa caratterizzano le argille policrome del miocene e la formazione argilloso-marnosa pliocenica; tuttavia, nel corso degli eventi meteorici più intensi, può aversi una parziale infiltrazione dell'acqua nei primi metri di terreno, lungo i quali i litotipi si presentano alterati e fessurati, dando origine ad una limitata circolazione idrica sotterranea, delimitata alla base dal substrato argilloso compatto.

Una permeabilità relativa mediamente più elevata (medio-bassa) si ha in corrispondenza delle "argille-siltose e sabbie-siltose" mioceniche, dove, anche in tal caso, si ha per lo più solo una parziale infiltrazione dell'acqua nel sottosuolo nelle zone superficiali più allentate, che genera, una certa circolazione sotterranea con movimento orientato prevalentemente in direzione verticale, almeno fino a quando le acque non giungono al contatto con il substrato più compatto, a bassa permeabilità. Tuttavia, localmente, a livello delle intercalazioni sabbiose, si possono generare accumuli idrici, ma anche in questi casi non si può parlare di falda acquifera ben definita, trattandosi di livelli di limitata potenza, intercalati in litotipi a bassa permeabilità.

Valori di permeabilità medio-alti si hanno in corrispondenza dei litotipi conglomeratici e arenacei miocenici, i quali si presentano permeabili per fratturazione. Le acque, infatti, riescono ad infiltrarsi nelle porzioni fratturate (permeabilità per porosità

Committente	Fondazione Madonna dello Scoglio	Santuario Madonna dello Scoglio Comune di Placanica (RC)	Riferimento 028G-11/RGT 03
		Relazione geologico – tecnica e sulla pericolosità sismica di base ai sensi dell'ex art. 13 legge 64/74	Data Novembre 2012
			Pag. 22

secondaria) ed in breve tempo si disperdono con vie preferenziali attraverso i piani di fratturazione, senza però, in genere, aver la possibilità di riunirsi tra loro e generare accumuli idrici di rilievo. Pertanto, pur essendo abbastanza permeabili, tali litotipi non sono sede di importanti accumuli idrici. Passando agli affioramenti conglomeratico-sabbiosi pliocenici, le acque meteoriche penetrano nel terreno con una certa facilità e possono percolare fino a quando la permeabilità lo consente e ciò può certamente accadere lungo l'intera successione. Pertanto, essendo quest'ultima di notevole spessore, eventuali accumuli idrici tali da costituire importanti falde acquifere, possono formarsi solo a profondità notevoli.

Analogamente, anche in corrispondenza dei depositi alluvionali, data la loro elevata porosità e permeabilità, le acque di precipitazione meteorica riescono ad infiltrarsi nel sottosuolo e ad avere una percolazione orientata prevalentemente in senso verticale. In tal caso, però, oltre che all'apporto diretto delle acque meteoriche, le falde idriche sotterranee presenti in questi terreni sono alimentate soprattutto dalle acque sotterranee provenienti dalle zone montane dell'entroterra. In particolare, l'alimentazione avviene attraverso i circuiti idrografici profondi ed in parte per l'infiltrazione delle acque di subalveo delle fiumare che, una volta riunitisi all'interno del materasso alluvionale, vanno a formare una falda idrica sotterranea, secondo un sistema di mono-acquifero, avente orientamento del deflusso verso mare. Il meccanismo descritto alimenta in genere una falda freatica persistente il cui pelo libero nella pianura alluvionale assume un gradiente piezometrico che aumenta verso l'entroterra con una pendenza che segue pressappoco quella topografica. Tale livello statico è soggetto durante l'anno a variazioni verticali dovuti a periodi di maggiori afflussi idrici, alternati a periodi di magra, anche se l'entità delle oscillazioni è contenuta. Peraltro, appare che solo in prossimità dei fondi torrentizi, si possano formare falde acquifere talvolta poste a poca profondità dal piano campagna ed in grado di portare a saturazione i terreni.

8. INDAGINI GEOGNOSTICHE

Al fine di ottenere una caratterizzazione dettagliata dei terreni interessati dall'opera in oggetto è stata predisposta un'adeguata campagna di indagini. Il ruolo delle indagini geognostiche è di fondamentale importanza, così come riconosciuto dalla vigente normativa in campo nazionale ed internazionale, poiché esse consentono di pervenire ad una conoscenza approfondita e diretta del sottosuolo ed alla caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni che lo costituiscono. Tale condizione è indispensabile per una progettazione il più possibile sicura ed affidabile, al riparo da eventuali imprevisti legati alla natura geologica dei terreni.

Di seguito, vengono descritte le indagini geognostiche eseguite, per la cui ubicazione precisa, si faccia riferimento allo specifico elaborato cartografico.

INDAGINI GEOGNOSTICHE		
Prova	Quantità	Finalità
Sondaggi a carotaggio continuo	N.3	Stratigrafiche-geotecniche
Prove penetrometriche dinamiche	N. 2	Stratigrafiche-geotecniche
MASW	N. 1	Geofisiche

8.1 Sondaggi

Al fine di conoscere in modo completo la stratigrafia del sottosuolo, sono stati eseguiti 3 fori di sondaggio a carotaggio continuo, denominati con la lettera "S" e con un numero progressivo da 1 a 3, le cui caratteristiche sono riassunte nella tabella seguente.

SONDAGGI GEOGNOSTICI					
Sondaggio	Tipologia carotaggio	Strumentazione	SPT	Campioni	Lunghezza (m)
S1	Carotaggio continuo	Piezometro	3	2	15
S2	Carotaggio continuo	Piezometro	2		15
S3	Carotaggio continuo	Piezometro	2	2	15
TOTALE			7	4	45

Tabella 3 - Scheda tecnica dei sondaggi geognostici

In particolare, le perforazioni sono state eseguite prelevando campioni litologicamente rappresentativi del terreno lungo le verticali investigate. Una volta prelevato, il materiale è stato riposto in apposite cassette catalogatrici in plastica, divise in scomparti e su queste sono stati riportati i valori di riferimento dei singoli sondaggi; le cassette sono state conservate nei locali di proprietà della Fondazione della Madonna dello Scoglio.

Le perforazioni sono state eseguite tutte ad andamento verticale e con o senza l'utilizzo di fluidi di circolazione. Per assicurare la tenuta dei fori, quando si è reso necessario, è stato utilizzato un rivestimento metallico del diametro di 127mm. Durante i carotaggi, sono state effettuate prove in foro SPT di cui si parlerà nel paragrafo successivo.

Committente	Fondazione Madonna dello Scoglio	Santuario Madonna dello Scoglio Comune di Placanica (RC)	Riferimento 028G-11/RGT 03
		Relazione geologico – tecnica e sulla pericolosità sismica di base ai sensi dell'ex art. 13 legge 64/74	Data Novembre 2012
			Pag. 24

8.1.1 Analisi dei risultati

Sondaggio S1

Tipo di procedura: Sondaggio a carotaggio continuo fino a 15.00m.
Fine foro: 15.00 m dal p.c.
Prove in foro: N.3 SPT
Cassette catalogatrici: N. 3
Attrezzato con piezometro di 15.00 ml

Analisi dei dati ottenuti

Dalla lettura del materiale prelevato nel corso della perforazione, è stato possibile delineare la seguente successione di litotipi:

- **0.00-1.40m:** Terreno di riporto, costituito da ghiaie e sabbie di colore marroncino;
- **1.40-10.40m:** Ghiaie a matrice sabbiosa, talora debolmente limosa, di colore marroncino;
- **10.40-15.00m** Alternanza di marne argillose e/o argille marnose e arenarie di colore grigiastro.

Sondaggio S2

Tipo di procedura: Sondaggio a carotaggio continuo fino a 15.00m.
Fine foro: 15.00 m dal p.c.
Prove in foro: N.2 SPT
Cassette catalogatrici: N. 3
Attrezzato con piezometro di 15.00 ml

Analisi dei dati ottenuti

Dalla lettura del materiale prelevato nel corso della perforazione, è stato possibile delineare la seguente successione di litotipi:

- **0.00-0.55m:** Terreno di riporto, costituito da ghiaie e sabbie di colore marroncino;
- **0.55-15.00:** Alternanza di marne argillose e/o argille marnose e arenarie di colore grigiastro.

Sondaggio S3

Tipo di procedura: Sondaggio a carotaggio continuo fino a 15.00m.
Fine foro: 15.00 m dal p.c.
Prove in foro: N.2 SPT
Cassette catalogatrici: N. 3
Attrezzato con piezometro di 15.00 ml

Analisi dei dati ottenuti

Dalla lettura del materiale prelevato nel corso della perforazione, è stato possibile delineare la seguente successione di litotipi:

Committente	Fondazione Madonna dello Scoglio	Santuario Madonna dello Scoglio Comune di Placanica (RC)	Riferimento 028G-11/RGT 03
		Relazione geologico – tecnica e sulla pericolosità sismica di base ai sensi dell'ex art. 13 legge 64/74	Data Novembre 2012
			Pag. 25

- **0.00-1.30m:** Terreno di riporto, costituito da ghiaie e sabbie di colore marroncino;
- **1.30-2.50m:** Limi argilloso-sabbiosi di colore verdastro;
- **2.50-6.40m:** Argille marnose di colore grigio con livelli rossastri, talora con presenza di intervalli di arenaria;
- **6.40-8.40m:** Argille-marnose di colore grigio-rossastro;
- **6.40-8.40m:** Argille-marnose di colore grigio-rossastro;
- **8.40-15.00:** Alternanza di marne argillose e/o argille marnose e arenarie di colore grigiastro.

8.2 Prove SPT

Nel corso delle perforazioni dei sondaggi, valutando sia le esigenze tecniche e operative, sia l'idoneità alla prova del materiale interessato, al fine di stimare i parametri geotecnici dei materiali attraversati, sono state eseguite 7 prove SPT. Queste ultime consistono nella misura della resistenza all'infissione verticale di un campionatore di acciaio tipo Raymond di diametro interno pari a 35 mm, munito alla sue estremità di una scarpa tagliente o di punta conica di dimensioni e caratteristiche standardizzate, infissa nel terreno tramite la percussione di una massa battente, con massa ed altezza costanti. Ogni sessione di prova prevede una penetrazione complessiva di 45 cm suddivisa in due tratti consecutivi lunghi rispettivamente 15 cm e 30 cm. Per entrambi i tratti si registreranno il numero di colpi.

Attraverso le prove SPT mediante opportune correlazioni, largamente conosciute in letteratura scientifica è possibile calcolare i principali parametri geotecnici del terreno, i cui valori sono riportati di seguito.

Per il calcolo dei parametri geotecnici, riportati nelle precedenti tabelle, sono state utilizzate le seguenti correlazioni. In alcuni casi sono state utilizzate correlazioni che non sono state formulate per quel tipo di materiale, ma tuttavia si tratta di quelle che meglio approssimano, a parere dello scrivente, la condizione reale.

- densità relativa (D_r): è stata utilizzata la correlazione di "Meyerhof 1957" per i materiali ghiaioso-sabbioso-limosi;
- angolo di attrito (θ): è stata utilizzata la correlazione di "Meyerhof 1956" per i materiali ghiaioso-sabbioso-limosi e quella di "Shemertmann 1977" per le argille-marnose e marne-argillose;
- modulo edometrico (E_d): è stata utilizzata la correlazione di "Begemann 1974" per i materiali ghiaioso-sabbiosi-limosi e quella di "Stroud e Butler 1975";
- modulo di young: è stata utilizzata la correlazione di "Bowles 1982" per i materiali ghiaioso-sabbioso-limosi, mentre quella di "Schultze-Menzenback" per i materiali coesivi;
- coesione non drenata: è stata utilizzata la correzione di "Shioi - Fukui 1982" per i materiali ghiaioso-sabbioso-limosi e quella "U.S.D.M.S.M" per le argille-marnose e marne-argillose;
- peso di volume (γ): è stata utilizzata la correlazione di "Meyerhof ed altri";
- potenziale di liquefazione: è stata utilizzata la correzione di "Seed 1979".

PROVE SPT							
Prof.(m)	Litologia	N _{SPT}	S1				
			φ (°)	E_d (Kg/cm ²)	γ_{sat} (t/m ³)	γ_d (t/m ³)	C_u (Kg/cm ²)
2.70-3.15	Ghiaie-sabbioso-limose	22	37,65	72,65	-	2,03	1,10
4.0-4.45	Ghiaie-sabbioso-limose	21	37,37	70,60	-	2,01	1,05
10.40-10.85	Argille-marnose	25	42	130,17	-	2,24	0,95
Prof.(m)	Litologia	N _{SPT}	S2				
			φ (°)	E_d (Kg/cm ²)	γ_{sat} (t/m ³)	γ_d (t/m ³)	C_u (Kg/cm ²)
2,40-2,49	Argille-marnose	R	42	229,40	-	3,57	1,75
4,10-4,19	Marne-argillose	R	42	229,40	-	3,57	1,75
Prof.(m)	Litologia	N _{SPT}	S3				
			φ (°)	E_d (Kg/cm ²)	γ_{sat} (t/m ³)	γ_d (t/m ³)	C_u (Kg/cm ²)
3,40-3,85	Argille-marnose	22	42	100,94	2,14	2,11	0,85
11.90-12.35	Marne-argillose	47	42	215,64	-	3,16	1,66

8.3 Prove Penetrometriche Dinamiche

La prova penetrometrica dinamica continua consiste nell'infiggere verticalmente nel terreno una punta conica metallica, avvitata all'estremità inferiore di una batteria di aste metalliche, mediante battitura con un maglio che cade liberamente da un'altezza costante.

I colpi necessari per la penetrazione di ciascun tratto di lunghezza prefissata costituiscono la resistenza del terreno (q_d) alla penetrazione della punta conica, in accordo alla seguente espressione, che tiene conto delle caratteristiche dimensionali e di peso dell'attrezzatura:

$$q_d = (M/M+M') \cdot (Mgh/Ae) = (\text{MPa})$$

dove:

M = Massa del maglio; **M'** = Massa complessiva di testa di battuta, asta di guida del maglio, dispositivo di sgancio e colonne di aste; **g** = accelerazione di gravità; **H** = altezza di caduta del maglio; **A** = Area della sezione trasversale della punta; **e** = penetrazione media per colpo (penetrazione di riferimento divisa per il n° di colpi)

Per le prove penetrometriche verrà utilizzato un penetrometro DPM30, avente le seguenti caratteristiche:

Peso Massa battente : 30Kg

Altezza di caduta libera: 0,20 m

Lunghezza delle aste : 1 m

Avanzamento punta: 0,10 m

Numero colpi per punta: N(10)

Angolo di apertura punta: 60°

Committente	Fondazione Madonna dello Scoglio	Santuario Madonna dello Scoglio Comune di Placanica (RC)	Riferimento 028G-11/RGT 03
		Relazione geologico – tecnica e sulla pericolosità sismica di base ai sensi dell'ex art. 13 legge 64/74	Data Novembre 2012
			Pag. 27

Le prove sono state effettuate tenendo in considerazione le *Raccomandazioni sulla Programmazione ed Esecuzione delle Indagini Geotecniche* dell'A.G.I. (1977)

In particolare, le prove sono state eseguite secondo la seguente successione di fasi operative:

1. infissione della punta conica nel terreno per tratti consecutivi di 10 cm, misurando il numero di colpi necessari per tale operazione;
2. sospensione della prova quando il numero di colpi per infiggere la punta supera il valore di 50 (rifiuto alla penetrazione della punta);

PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE		
ID	Tipologia	Profondità (m)
DIN1	DPM30	Spinto fino a profondità di rifiuto
DIN2	DPM30	Spinto fino a profondità di rifiuto

I dati che si ricavano dalle prove forniscono indicazioni qualitative e quantitative delle caratteristiche geotecniche del sottosuolo, e trovano ampia applicazione. La variazione del numero dei colpi, dipendente dalle differenze della resistenza dinamica dei vari strati attraversati, viene visualizzata su appositi istogrammi. L'esame di questi ultimi permette di distinguere i diversi litotipi attraversati e di raggrupparli secondo la loro omogeneità geomeccanica. Infine, procedendo all'analisi della resistenza dinamica ed una volta correlati i valori ottenuti con le prove tipo SPT, si risale alle proprietà geotecniche dei terreni secondo apposite classificazioni.

PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE							
Prova DIN1							
Prof.(m)	Litologia	N _{SPT}	Natura granulare				Natura coesiva
			φ (°)	E_d (Kg/cm ²)	γ_{sat} (t/m ³)	γ_d (t/m ³)	C_u (Kg/cm ²)
0.00-0.80	Terreno di riporto	22.12	32	217.20	2.12	2.10	1.06
0.80-1.50	Ghiaie sabbiose	12.83	28	132.65	-	2.03	0.64
1.80-2.50	Ghiaie sabbiose	24.66	34	253.31	2.21	2.12	1.23
Prova DIN2							
Prof.(m)	Litologia	N _{SPT}	Natura granulare				Natura coesiva
			φ (°)	E_d (Kg/cm ²)	γ_{sat} (t/m ³)	γ_d (t/m ³)	C_u (Kg/cm ²)
0.00-1.00	Terreno di riporto	8.75	26	91.04	-	1.93	0.44
1.00-1.80	Argilla alterata	14.75	29	152.23	-	2.06	0.74
1.80-3.50	Argilla consistente	27.89	35	286.25	2.31	2.14	1.40

8.4 Indagine geofisica M.A.S.W

La verifica delle condizioni geologiche dei terreni di fondazione essere effettuata tramite il metodo di indagine di tipo M.A.S.W.

Il metodo M.A.S.W. (*Multichannel Analysis of Surface Waves*) è una tecnica di indagine non invasive che permette di individuare il profilo delle velocità delle onde di taglio Vs

sulla base della misura delle onde superficiali eseguita in corrispondenza di diversi sensore (geofoni) posti sulla superficie del suolo. Con questa tecnica è possibile ottenere risultati particolarmente precisi ed affidabili per la ricostruzione sismo stratigrafica del sottosuolo e per la progettazione antisismica. Inoltre è possibile si identificare le caratteristiche dinamiche dei suoli, il profilo di velocità delle onde di taglio Vs, la stima del Vs30 e successiva assegnazione della categoria di suolo di fondazione, analisi dell'attenuazione per la determinazione dello smorzamento e l'analisi della risposta sismica locale al fine di progettare e/o prevedere il comportamento delle opere soggette ad azioni dinamiche (sisma, vento, vibrazioni, etc.).

Il contributo predominante alle onde superficiali è dato dalle onde di Rayleigh, che viaggiano ad una velocità correlata alla rigidità della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde. La natura dispersiva delle onde superficiali è correlabile al fatto che onde ad alta frequenza con lunghezza d'onda corta si propagano negli strati superficiali, e quindi danno informazioni sulla parte più superficiale del suolo; onde a bassa frequenza invece si propagano negli strati più profondi e quindi interessano gli strati più profondi del suolo.

Per l'esecuzione delle misure è stato impiegato il seguente apparato di acquisizione:

- Sismografo a 24 canali AMBROGEO mod. Echo 24/2002 Seismic UNIT;
- Geofoni verticali a 4.5 Hz;
- Attrezzatura per l'energizzazione costituita da maglio battente da 8 Kg;
- Prolunghe e materiale d'uso.

SCHEDA TECNICA DEL SISMOGRAFO	
Numeri di canali	12 o 24 canali
Intervallo di campionamento	0,296 msec
Convertitore A/D	16 bit
Guadagno	10 db – 100 db, step 1 db
Tensione di saturazione	+/- 2,3 V
Livello di saturazione	100 dB
Distorsione	0,01%
Velocità di campionamento	130 micro/sec
Tempi di registrazione	25-50-100-200-400-800 millisecc, 1, 2 sec

I dati relativi alla indagine svolta, sono stati registrati direttamente in campagna mediante il software d'acquisizione dati Echo 12/24 ver. 7.00.

Per il rilievo della velocità del moto del suolo sono stati utilizzati geofoni, con frequenza di oscillazione di 4.5 Hz.

E' stata realizzata una prospezione sismica a 24 canali d'acquisizione, adottando una distanza intergeofonica di 2 metri.

E' stata eseguita, quindi, l'elaborazione su un sismogramma ottenuto da un punto di energizzazione posto a 4 metri dal primo geofono. La tecnica si basa sullo studio della dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di tipo Rayleigh (R), nota in

Committente	Fondazione Madonna dello Scoglio	Santuario Madonna dello Scoglio Comune di Placanica (RC)	Riferimento 028G-11/RGT 03
		Relazione geologico – tecnica e sulla pericolosità sismica di base ai sensi dell'ex art. 13 legge 64/74	Data Novembre 2012
			Pag. 29

letteratura come *Multichannel Analysis of Surface Waves* (MASW). Il sismogramma è stato oggetto di filtraggio per l'eliminazione delle alte frequenze e "depurato" dalle onde di volume, al fine di ottenere dei picchi d'ampiezza nelle oscillazioni relative alle onde di superficie. Successivamente si è passati alla rappresentazione delle tracce sismiche su un diagramma che mette in relazione le frequenze con le velocità di fase. Su di esso s'individuano, come zone di massima ampiezza, gli allineamenti attribuibili alle onde di Rayleigh, da cui si ottiene la variazione delle velocità di queste ultime con il variare della loro frequenza, o lunghezza d'onda. Essendo la profondità di propagazione di questo tipo di onde dipendente dalla frequenza, sarà possibile correlare le velocità alle varie frequenze con le profondità. Quest'ultimo passo, successivo alla definizione della curva di dispersione, si ottiene mediante un processo d'inversione, che porta al risultato finale, costituito da un profilo verticale delle velocità delle onde trasversali (V_s), posto al centro della stesa di geofoni. Le velocità di fase delle onde di Rayleigh (V_r), in un mezzo omogeneo, sono legate a quelle di volume dalla seguente relazione:

$$V_r^6 - 8V_s^2 V_r^4 + (24 - 16 V_s^2 / V_p^2) V_s^4 V_r^2 + (16 V_s^6 / V_p^6 - 1) V_s^6 = 0$$

In un mezzo non omogeneo le velocità delle onde di volume (V_p e V_s) variano con la profondità.

Le velocità di fase delle onde di Rayleigh mostrano velocità differenti per differenti valori di frequenza e sono fortemente legate ai valori delle velocità delle onde trasversali. Ciò consente di passare da modelli frequenza/velocità di fase delle onde di Rayleigh a modelli monodimensionali V_s /profondità.

Gli elaborati forniti, in allegato, contengono:

- la curva di dispersione della velocità di fase delle onde R in relazione alla frequenza;
- il profilo delle V_s al centro dello stendimento fino alla massima profondità di indagine;
- la tabella dei valori di V_s per orizzonti omogenei di velocità;

Di seguito è riportato il valore medio delle V_s , pesato sugli spessori ed estrapolato fino a 30 metri di profondità.

MASW 1								
Prof. (m)	Spessori (m)	V_s (m/s)	Densità (gr/cm ³)	V_p (m/s)	Modulo di taglio (MPa)	Modulo di Poisson	Modulo di Bulk (MPa)	Modulo di Young (MPa)
0.44	0.44	140	1.87	464	37	0.45	353	106
1.32	0.88	125	1.77	306	28	0.40	129	77
2.82	1.50	200	1.95	663	78	0.45	755	227
4.72	1.90	226	1.91	554	98	0.40	456	273
7.12	2.40	273	1.92	568	143	0.35	428	386
10.22	3.10	340	1.94	636	225	0.30	487	584
30.00	19.78	671	2.09	1162	941	0.25	1568	2353
V_{s30} (m/s): 408			Categoria di suolo B (media pesata sugli spessori estrapolata fino a 30 m)					

Da tali valori emerge come dal piano campagna, fino ad una profondità di circa 0.44 metri, le velocità delle onde di taglio (V_s) sono pari a 140 m/sec e possono essere associate alla parte superiore della compagine sedimentaria, frammista nella parte

Committente	Fondazione Madonna dello Scoglio	Santuario Madonna dello Scoglio Comune di Placanica (RC)	Riferimento 028G-11/RGT 03
		Relazione geologico – tecnica e sulla pericolosità sismica di base ai sensi dell'ex art. 13 legge 64/74	Data Novembre 2012
			Pag. 30

superficiale a terreno di riporto. Sotto 0.44 metri e fino ad una profondità di circa 1.32 metri, si registrano velocità delle onde trasversali pari a 125 m/sec. Da 1.3 metri e fino ad una profondità di circa 4.7 la velocità delle onde Vs registrate è pari a 200 m/s. Da 4.7 fino a 7.1 metri di profondità le Vs sono pari a 226 m/sec. Da 7.1 m fino ad una profondità di 1.2 m sono stati registrati valori delle Vs pari a 340 m/sec. Infine, da 10.2 metri di profondità fino a circa 30 metri la velocità delle onde S registrata è pari a 671 m/sec.

9. SISMICITA' DELL'AREA

La sismicità dell'area a scala regionale può essere essenzialmente ricondotta alla presenza di uno *slab* della litosfera ionica al di sotto dell'Arco Calabro, infatti gli studi più recenti compiuti dall'Istituto Nazionale di Geofisica sulla distribuzione degli ipocentri degli eventi sismici strumentali degli ultimi venti anni indicano una notevole frequenza degli eventi crostali profondi e sub-crostaali proprio nell'area dell'Arco Calabro; gli ipocentri, in particolare, tendono a disporsi secondo un piano di *Benioff* con immersione 70° NO, mentre appare evidente come lateralmente la parte sismicamente attiva dello *slab* abbia una estensione (250 Km circa) notevolmente inferiore rispetto a quella verticale.

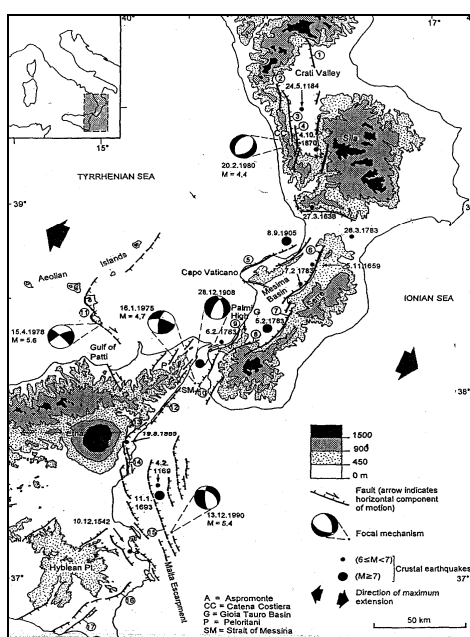


Figura 6 - Carta sismotettonica dell'Arco Calabro (da Monaco et al., 2000).

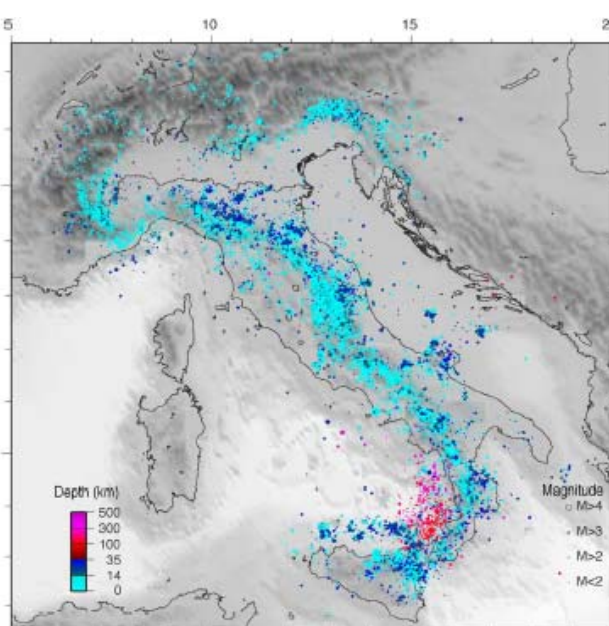


Figura 7 - Distribuzione strumentale di alcuni eventi sismici degli ultimi 20 anni (da Chiarabba et al., 2004).

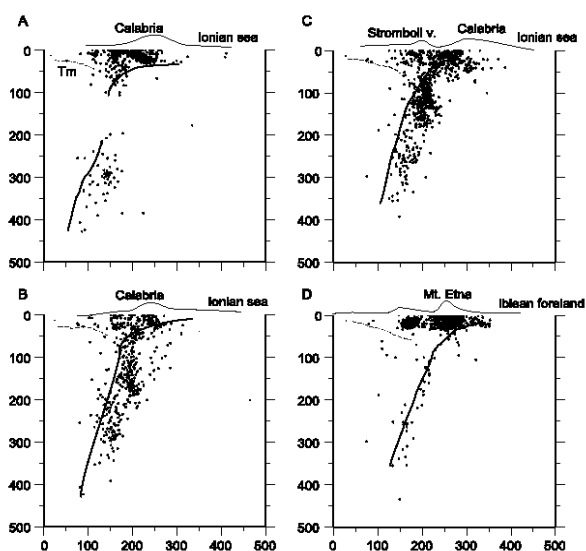


Figura 8 - Sezioni verticali attraverso lo slab ionico; sono raffigurati gli eventi ricadenti in una fascia di 60 Km dall'asse delle sezioni. La sezione D, localizzata ad ovest della faglia Tindari-Letojanni attraversa l'Etna e l'avampaese ibleo; sono indicati rispettivamente l'andamento della Moho nel Tirreno (Tm) e dello slab ionico (linea continua) (da Chiarabba et al., 2004).

Si è osservato, inoltre, che la distribuzione degli ipocentri è continua nell'area meridionale mentre a nord esiste una lacuna tra i 100 ed i 200 km di profondità in corrispondenza di una zona nella quale il piano di Benioff tende a ruotare.

Dai risultati del progetto relativo all'elaborazione dell'“*Inventario delle faglie attive e dei terremoti ad esse associabili*” (Galadini et al., 2000) sono emerse informazioni sulla tettonica attiva utili ad ottenere un quadro aggiornato della zonazione del territorio nazionale. In particolare, si è osservato che lo stato delle conoscenze sulle faglie attive in Calabria è basato sulle geometrie delle strutture attive, o possibilmente attive, delle quali però si sa ben poco in merito ai parametri caratterizzanti l'attività stessa. I risultati dello studio sono stati, quindi, ottenuti a seguito del bilanciamento cinematico dei sistemi di faglie attive e dal confronto con i dati forniti dall'I.N.G.V.. Come si può notare dalla figura 9, l'intera Calabria è caratterizzata da estesi lineamenti estensionali (descritti nella tabella 3), dei quali quello prossimo all'are in esame è quello delle Serre Est, esteso 26 Km e caratterizzato da uno slip-rate verticale minimo di 0.2mm/anno e da uno spessore dello strato sismo genetico dell'ordine di 5-15 Km

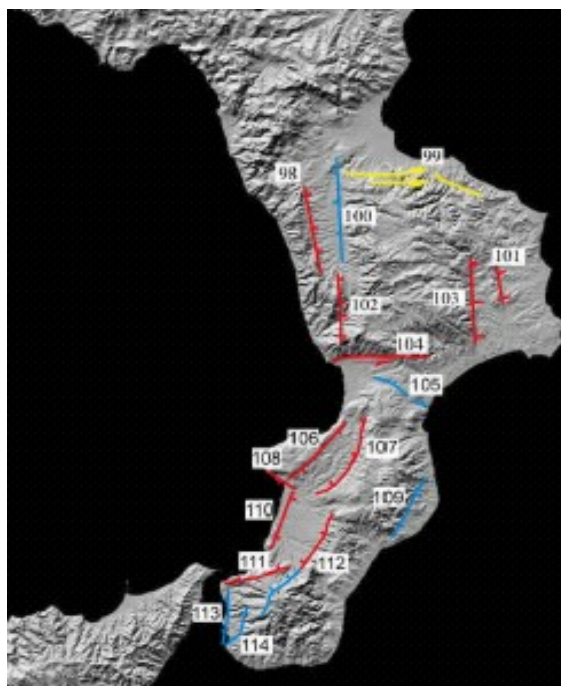


Figura 9 - Carta delle faglie attive della Calabria (Galadini et alii, 2000)

Faglie e sistemi di faglia	Lunghezza del sistema di faglia (km)	Slip-rate verticale (mm/a)	Slip-rate verticale minimo (mm/a)	Intervallo cronologico	Intervallo di ricorrenza per eventi di fagliazione di superficie (anni)	Spessore strato sismo genetico (km)
S. Marco Argentano – Domanico (98)	35	0.5–2	-	Olocene	-	5-10
Corigliano-Rossano (99)	47	1-5	-	Olocene	-	2-15
Tarsia-Zumpano (100)	40	0.1–0.5	-	Olocene	-	5
Faglie di M. Fuscaldo (101)	16	0.1–0.3	-	Olocene	-	2-6
Piano Lago-Valle del Savuto-Decollatura (102)	25	0.2–0.5	-	Olocene	-	5-10
Faglie del Marchesato (103)	33	0.5–1.5	-	Olocene	-	5-10
Lamezia-Catanzaro (104)	35	-	-	Olocene	-	5-15
Graben Catanzaro Sud (105)	21	-	0.2	Quaternario	-	5-15
Mesima Ovest (106)	33	-	0.2	Quaternario	-	5-15
Serre (107)	37	0.8–1	-	0.24 Ma	-	5-15
Nicotera (108)	14	-	0.2	0.12 Ma	-	5-15
Serre Est (109)	26	-	0.2	Quaternario	-	5-15
Gioia Tauro (110)	23	-	-	-	-	-
S. Eufemia (111)	26	0.7	-	0.12 Ma	-	5-15
Cittanova (112)	48	0.6–0.9	-	0.12 Ma	-	5-15
Reggio Calabria (113)	21	1	-	0.24 Ma	-	5-15
Pellaro – Mosorofa (114)	17	0.6	-	0.12 Ma	-	5-15
		-	-	-	-	5-15

Tabella 3 - Sintesi dei dati relativi alle faglie attive della Calabria (Galadini et alii, 2000).

9.1 Macrozonazione sismica

Per ciò che concerne la macrozonazione sismica (Figg. 18 e 19), negli ultimi anni, e fino al 2002, la zonazione sismogenetica ZS4 (Scandone *et alii*, 1996) ha rappresentato il punto di riferimento per la maggior parte delle valutazioni di pericolosità sismica nell'area italiana. Gli sviluppi più recenti delle conoscenze in materia di sismogenesi hanno evidenziato alcune inconsistenze di tale modello di zonazione. Per superare questo stato di cose si è convenuto di disegnare una nuova zonazione denominata ZS9. Le zone-sorgenti della Calabria fino allo Stretto di Messina (zone da 65 a 72 in ZS4) sono state modificate in due nuove zone, una sul lato tirrenico della regione (zona **929**) e una sul lato ionico (zona **930**). L'esistenza di queste due distinte zone rispecchia livelli di sismicità ben differenti. I terremoti con più elevata magnitudo hanno, infatti, interessato i bacini del Crati, del Savuto e del Mesima fino allo Stretto di Messina (zona **929**). Tra questi eventi spiccano la sequenza del 1783 e i terremoti del 1905 e 1908, che hanno interessato anche l'area interessata, così come riportato nel *Catalogo dei forti terremoti 461 a.C.-1990* (Boschi-Guidoboni-Ferrari-Valensise-Gasperini) dell'Istituto Nazionale di Geofisica.

Viceversa sul lato ionico della Calabria solo 4 eventi hanno superato un valore di magnitudo pari a 6, e tra questi il terremoto del 1638 appare come l'evento più forte verificatosi. Peraltro studi paleosismologici (Galli e Bosi, 2003) porrebbero l'evento del 9 giugno 1638 in relazione con la faglia dei Laghi posta sulla Sila. L'area della Sila, che in ZS4 veniva equiparata al background, nella nuova proposta viene divisa in due parti attribuite alle due zone appena descritte. Secondo lo stesso criterio si è deciso di attribuire alla zona **929** l'area che in ZS4 era compresa tra le zone 71 e 72.

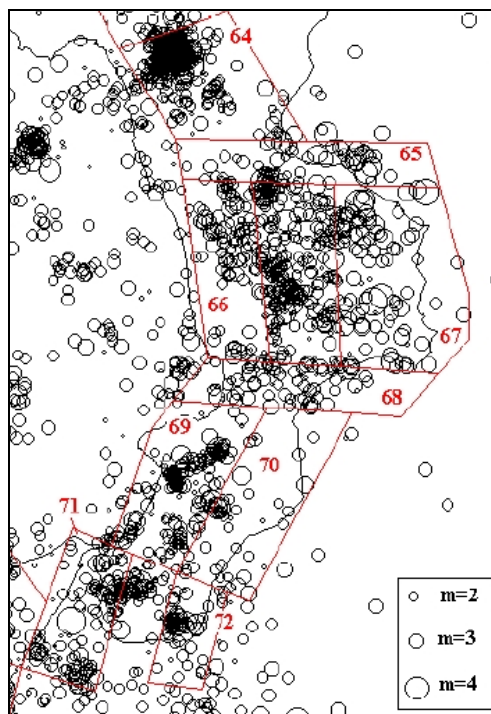


Figura 10 - Zonazione sismogenetica ZS4.

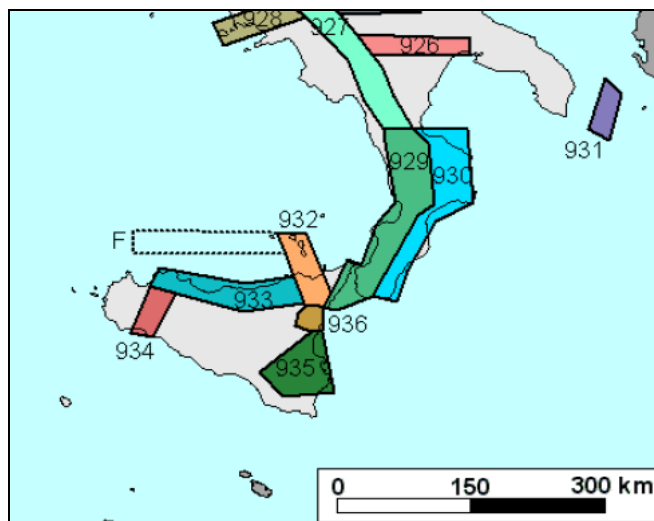


Fig. 11 - Zonazione sismogenetica ZS9.

9.2 Sismicità storica

I dati relativi alla sismicità storica elencati nella tabella seguente sono stati desunti dalla banca dati dell'Istituto Nazionale di Geofisica, in particolare nel *Catalogo dei forti terremoti 461°.C.-1990* (Boschi-Guidoboni-Ferrari-Valensise-Gasperini) sono descritti i terremoti ad elevata intensità che hanno coinvolto il territorio del comune interessato. Nella tabella seguente sono indicati: il tempo origine del terremoto (Anno, Mese, Giorno) espresso come tempo medio di Greenwich, la longitudine e la latitudine dell'epicentro macrosismico (espressi in gradi e millesimi), l'intensità epicentrale (Io), l'intensità presso la località indicata (I), la magnitudo equivalente (Me) dedotta sulla base di osservazioni macrosismiche, l'epicentro inteso come definizione geografica della zona in cui ricade.

SISMICITA' STORICA DEL COMUNE DI PLACANICA								
Anno	Mese	Giorno	Latitudine	Longitudine	Io	I	Me	Epicentro Zone
1659	11	05	38.70	16.25	10.0	9.0	6.4	Calabria centrale
1783	02	05	38.30	15.97	11.0	6.5	6.8	Calabria
1783	02	07	38.58	16.20	10.5	7.0	6.5	Calabria
1783	03	28	38.78	16.47	11.0	8.0	6.9	Calabria
1905	09	08	38.67	16.07	10.0	6.5	6.8	Calabria
1907	10	23	38.13	16.02	8.5	6.5	6.0	Calabria meridionale
1908	12	28	38.15	15.68	11.0	7.5	7.1	Calabria meridionale - Messina
1947	05	11	38.65	16.52	8.0	6.5	5.8	Calabria centrale

9.3 Pericolosità sismica

Per la valutazione dello spettro di risposta elastico (componente orizzontale e componente verticale) dell'area investigata, si è fatto riferimento al D.M. del 14 gennaio 2008 (Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni). In base al predetto D.M., si è fatto riferimento alla "pericolosità sismica di base" del sito in esame, che costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche. La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero, considerando un sito di riferimento rigido (Categoria A, quale definita al paragrafo 3.2.2. del D.M.) con superficie topografica orizzontale; nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza PVR, come definite nel paragrafo 3.2.1, nel periodo di riferimento VR, come definito nel paragrafo 2.4. Di seguito sono riportati i valori di a_g , F_0 e T^*_c , relativi alla *pericolosità sismica su reticolo di riferimento nell'intervallo di riferimento*, forniti nelle tabelle riportate nell'Allegato B delle N.T.C., e riferiti a **9** valori del periodo di ritorno TR (**30** anni, **50** anni, **72** anni, **101** anni, **140** anni, **201** anni, **475** anni, **975** anni, **2475** anni), da utilizzare per definire l'azione sismica nei modi previsti dalle NTC.

L'accelerazione al sito a_g è espressa in g/10; F_0 è adimensionale, T^*_c è espresso in secondi.

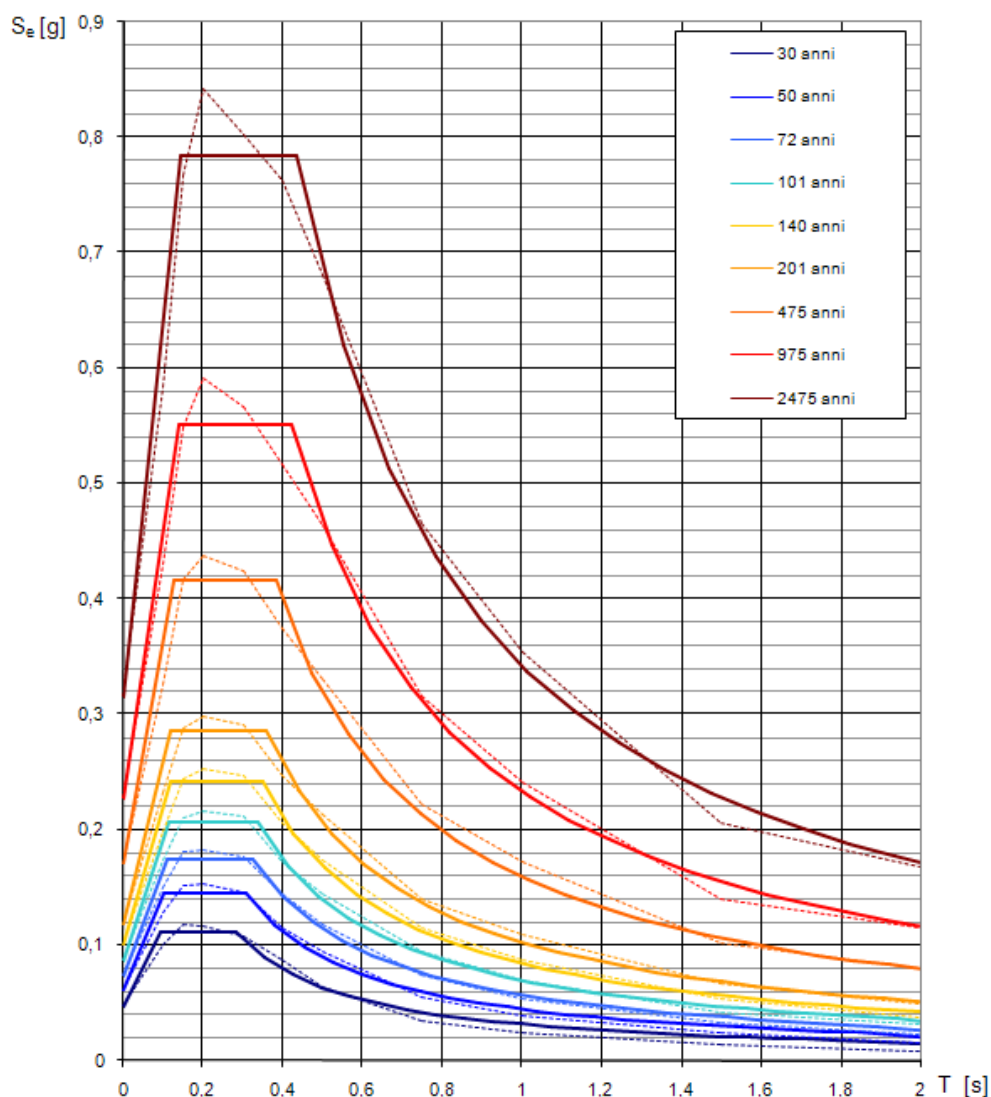
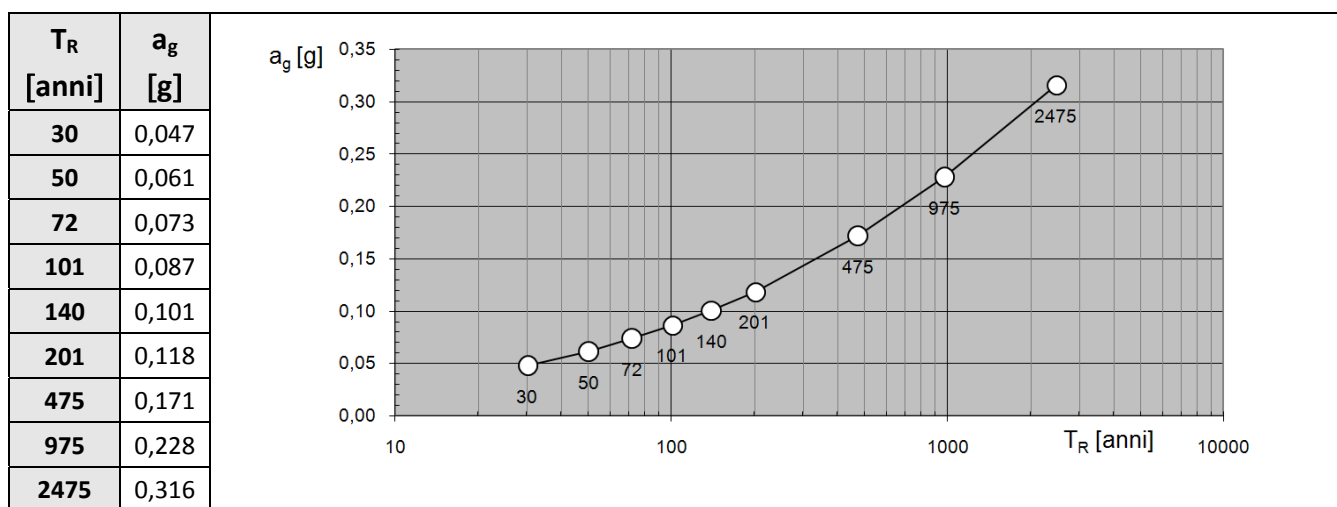
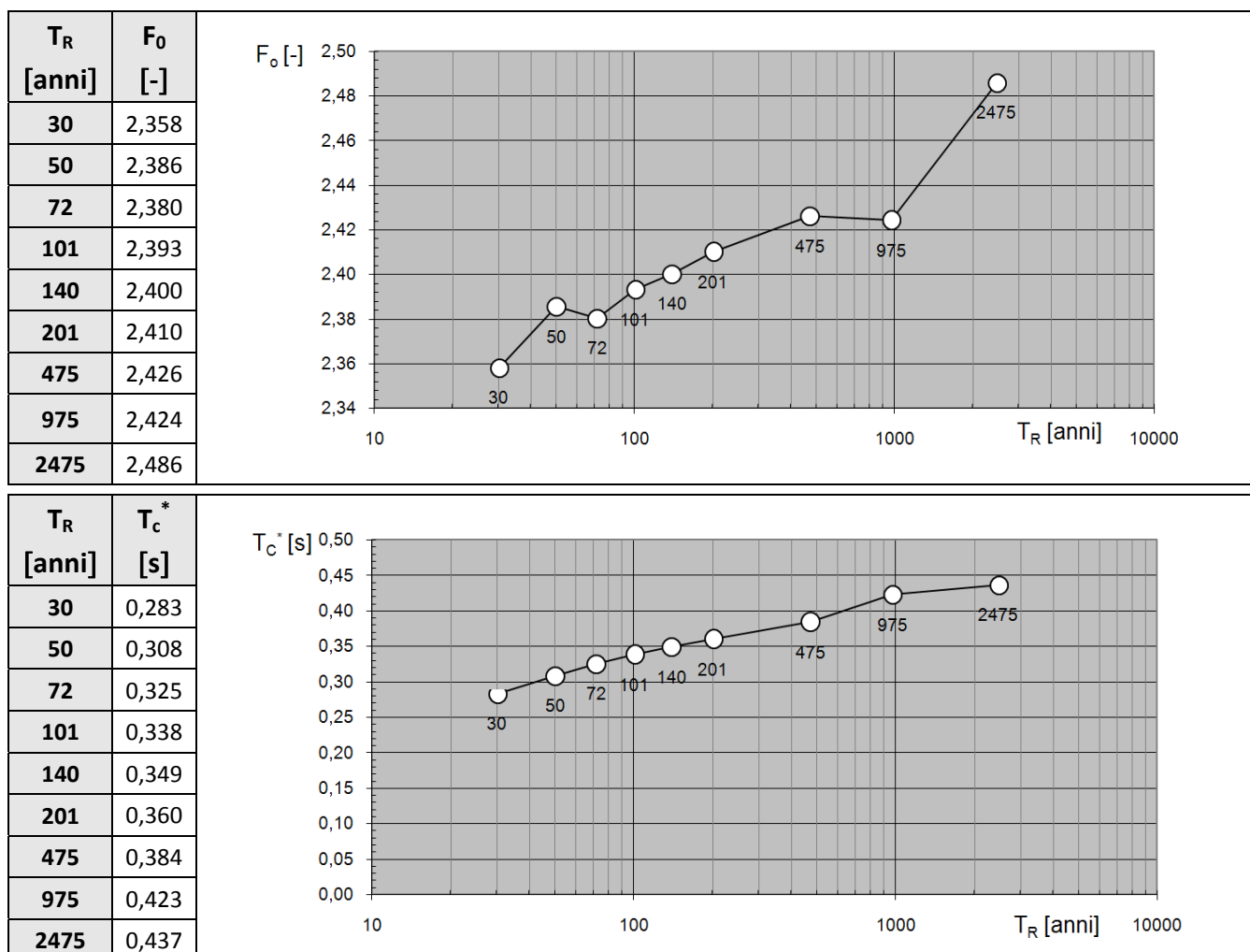


Figura 12: spettri di risposta elastici per i periodici ritorno T_R di riferimento.

► **Comune di Placanica**, coordinate 16.428767°E 38.409590°N



Figura 13a-13b-13c: valori dei parametri a_g , F_0 , T_c : variabilità col periodo di ritorno T_R

9.4 Classificazione sismica

La nuova legislazione sismica nazionale (O.P.C.M. 3274/2003), revisiona i criteri di classificazione sismica del territorio italiano. La legge suddivide il territorio in zone omogenee, per quanto riguarda l'accelerazione attesa *in situ* su di un substrato di riferimento (*bedrock o bedrock-like*). L'accelerazione attesa varia da 0,05 g per le aree considerate non sismiche, a 0,35 g per le aree a forte rischio di scuotimento sismico. Nella nuova legislazione citata, l'area (territorio comunale di Placanica) ricade in **Zona 1**, con accelerazione massima attesa su bedrock pari a 0,35 g e pertanto dovranno essere prese in considerazione tutte le misure atte a ridurre i danni di eventuali fenomeni sismici di elevata magnitudo.

In base alle Nuove norme tecniche per le costruzioni del 14/01/2008, emesse ai sensi delle leggi 05/11/1971 n. 1086, 02/02/1974 n. 64, così come riunite nel Testo Unico per l'Edilizia di cui al D.P.R. 06/06/2001 n. 380, e all'art. 5 del decreto legge 28/05/2004 n. 136, convertito in legge, con modificazioni, dall'art. 1 della legge 27/07/2004 n. 186 e ss. mm. ii, si definiscono i principi per il progetto, l'esecuzione e il collaudo delle costruzioni, nei riguardi delle prestazioni loro richieste in termini di requisiti essenziali di resistenza meccanica e stabilità, anche in caso di incendio, e di durabilità. Esse forniscono, quindi, i criteri generali di sicurezza, precisano le azioni

Committente	Fondazione Madonna dello Scoglio	Santuario Madonna dello Scoglio Comune di Placanica (RC)	Riferimento 028G-11/RGT 03
		Relazione geologico – tecnica e sulla pericolosità sismica di base ai sensi dell'ex art. 13 legge 64/74	Data Novembre 2012
			Pag. 37

che devono essere utilizzate nel progetto, definiscono le caratteristiche dei materiali e dei prodotti e, più in generale, trattano gli aspetti attinenti alla sicurezza strutturale delle opere.

In particolare, le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla “pericolosità sismica di base” del sito di costruzione. Essa costituisce l’elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche. La definizione di “pericolosità sismica di base” è espressa in termini di accelerazione orizzontale massima prevista su substrato di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (*bedrock*, suolo A), nonché in ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione in essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_{vR} , nel periodo di riferimento V_R .

Ai fini della suddetta normativa, le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{vR} , a partire dai seguenti valori dei parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- a_g accelerazione orizzontale massima al sito
- 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

9.4.1 Categorie di sottosuolo

Nel *D.M. del 14 gennaio 2008* (Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni), ai fini della definizione dell’azione sismica di progetto, prescrive la valutazione dell’effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi.

In assenza di tali analisi, per la definizione dell’azione sismica, al paragrafo 3.2.2, il decreto stabilisce la possibilità di fare riferimento a un approccio semplificato, che si basa sull’individuazione di cinque categorie di sottosuolo di riferimento, più altri due speciali, da individuare in relazione ai parametri di velocità delle onde di taglio mediate sui primi 30 metri di terreno (V_{s30}).

Per V_{s30} s’intende la media pesata delle velocità delle onde S negli strati fino a 30 metri di profondità dal piano di posa della fondazione, calcolata secondo la relazione:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}}$$

Vengono identificate 5 classi, A, B, C, D ed E ad ognuna delle quali è associato uno spettro di risposta elastico. Lo schema indicativo di riferimento per la determinazione della classe del sito è il seguente:

Classe	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di Vs30 superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT30 > 50 nei terreni a grana grossa e cu30 > 250 kPa nei terreni a grana fina).
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero 15 < NSPT30 < 50 nei terreni a grana grossa e 70 < cu30 < 250 kPa nei terreni a grana fina).
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 inferiori a 180 m/s (ovvero NSPT30 < 15 nei terreni a grana grossa e cu30 < 70 kPa nei terreni a grana fina).
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m</i> , posti sul substrato di riferimento (con Vs > 800 m/s).

In generale il fenomeno dell'amplificazione sismica diventa più accentuato passando dalla classe A alla classe E.

Alle cinque categorie descritte se ne aggiungono altre due per le quali sono richiesti studi speciali per la definizione dell'azione sismica da considerare.

Classe	Descrizione
S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di Vs,30 inferiori a 100 m/s (ovvero 10 < cu,30 < 20 kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.
S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

In ottemperanza al D.M. del 14 gennaio 2008, i terreni costituenti il sottosuolo del sito dove dovrà essere realizzato il Santuario della Madonna dello Scoglio sono stati indagati a mezzo di un'indagine sismica di tipo MASW, i cui risultati sono riassunti di seguito:

Parametri sismici		
strato	Spessori (m)	Vs (m/s)
1	0.44	140
2	0.88	125
3	1.50	200
4	1.90	226
5	2.40	273
6	3.10	340
7	19.78	671

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}} = 408 \text{ m/sec}$$

Sulla base dei valori emersi, il sito indagato appartiene alla seguente categoria di sottosuolo:

B – *Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT,30 > 50 nei terreni a grana grossa e cu,30 > 250 kPa nei terreni a grana fina).*

9.4.2 Condizioni topografiche

Per la progettazione o la verifica di opere e sistemi geotecnici realizzati su versanti e per l'analisi delle condizioni di stabilità dei pendii, la valutazione dell'amplificazione topografica può essere effettuata mediante analisi di risposta sismica locale o utilizzando il coefficiente di amplificazione topografica S_T . Il parametro S_T deve essere applicato nel caso di configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, di altezza superiore a 30 m. Tenendo conto di S_s si avrà:

$$a_{max} = a_g S_s S_T$$

dove:

a_g = accelerazione orizzontale massima su un sito rigido di riferimento

S_s = coefficiente di amplificazione stratigrafica

S_T = coefficiente di amplificazione topografica

Con a_g tabellata in base alla microzonazione sismica, per ciascun nodo del reticolo di riferimento del sito.

In assenza di tali analisi, e per condizioni topografiche semplici, si può adottare la seguente classificazione:

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Tabella 4 –Categorie topografiche di riferimento.

9.4.3 Amplificazione stratigrafica

Per le componenti orizzontali del moto e per le categorie di sottosuolo di fondazione la forma spettrale su sottosuolo di categoria A è modificata attraverso il coefficiente stratigrafico S_s , il coefficiente topografico S_T e il coefficiente C_c che modifica il valore del periodo T_c . Per i sottosuoli di categoria A i coefficienti S_s e C_c valgono 1, mentre per le categorie B, C, D ed E possono essere calcolati in funzione dei valori di F_0 e T_c relativi al sottosuolo di categoria A, mediante le espressioni fornite di seguito, nelle quali g è l'accelerazione di gravità ed il tempo è espresso in secondi:

Categoria di sottosuolo	S_s	C_c
A	1.00	1.00
B	$1.00 \leq 1.40 - 0.40 * F_0 * a_g / g \leq 1.20$	$1.10 * (T_c)^{-0.20}$
C	$1.00 \leq 1.70 - 0.60 * F_0 * a_g / g \leq 1.50$	$1.05 * (T_c)^{-0.33}$
D	$0.90 \leq 2.40 - 1.50 * F_0 * a_g / g \leq 1.80$	$1.25 * (T_c)^{-0.50}$
E	$1.00 \leq 2.00 - 1.10 * F_0 * a_g / g \leq 1.60$	$1.15 * (T_c)^{-0.40}$

Tabella 5 – Espressioni di S_s e di C_c .

Committente	Fondazione Madonna dello Scoglio	Santuario Madonna dello Scoglio Comune di Placanica (RC)	Riferimento 028G-11/RGT 03
		Relazione geologico – tecnica e sulla pericolosità sismica di base ai sensi dell'ex art. 13 legge 64/74	Data Novembre 2012
			Pag. 40

9.5 Azione sismica locale e spettro di risposta elastico dell'area

Per gli stati limite di esercizio lo spettro di progetto da utilizzare, sia per le componenti orizzontali che per la componente verticale, è lo spettro elastico corrispondente, riferito alla possibilità di superamento, nel periodo di riferimento P_{VR} , considerata. Qualora le verifiche agli stati limite ultimi non vengano effettuate tramite l'uso di opportuni accelerogrammi ed analisi dinamiche al passo, ai fini del progetto o della verifica delle strutture le capacità dissipative delle strutture possono essere messe in conto attraverso una riduzione delle forze elastiche, che tiene conto in modo semplificato della capacità dissipativa anelastica della struttura, della sua sovrarresistenza, dell'incremento del suo periodo proprio a seguito delle plasticizzazioni. In tal caso, lo spettro di progetto $S_d(T)$ da utilizzare, sia per le componenti orizzontali, sia per la componente verticale, è lo spettro elastico corrispondente riferito alla probabilità di superamento, nel periodo di riferimento P_{VR} , considerata, con le ordinate ridotte.

Per descrivere la pericolosità sismica in un generico sito con precisione sufficiente, sia in termini geografici che in termini temporali, nonché nei modi previsti dalle NTC, i risultati dello studio di pericolosità sismica devono essere forniti in termini di valori di accelerazione orizzontale massima a_g e dei parametri che permettono di definire gli spettri di risposta ai sensi delle NTC, nelle condizioni di sottosuolo rigido affiorante.

In particolare, i caratteri del moto sismico su sito di riferimento rigido orizzontale sono descritti, dalla distribuzione sul territorio nazionale delle seguenti grandezze, sulla base delle quali sono compiutamente definite le forme spettrali per la generica *probabilità di eccedenza nel periodo di riferimento PVR*:

- A_g (A_{max}) = accelerazione massima al sito;
- 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.

Il valore di a_g è desunto direttamente dalla pericolosità di riferimento, attualmente fornita dallo INGV, mentre F_0 e T_C^* sono calcolati in modo che gli spettri di risposta elastici in accelerazione, velocità e spostamento forniti dalle NTC approssimino al meglio i corrispondenti spettri di risposta elastici in accelerazione, velocità e spostamento derivanti dalla pericolosità di riferimento.

Lo scuotimento del suolo così individuato deve essere corretto per tener conto delle modifiche prodotte dalle condizioni locali del sottosuolo effettivamente presente nel sito di costruzione e dalla morfologia della superficie.

Categoria di sottosuolo	B	
COEFFICIENTE DI AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA ST	T1 – Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$	1.0
COEFFICIENTE DI AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICA S_s	Vedi tabulati elaborazioni precedenti	1.5
Fattore $S=S_s \cdot S_T$	S=1.1	

Come visto in precedenza, il sito in esame appartiene alla categoria di suolo B, mentre i coefficienti di amplificazione topografica (ST) e stratigrafica (S_s) sono pari, rispettivamente a 1,0 e 1,5, così come riportato nella precedente tabella.

Committente	Fondazione Madonna dello Scoglio	Santuario Madonna dello Scoglio Comune di Placanica (RC)	Riferimento 028G-11/RGT 03
		Relazione geologico – tecnica e sulla pericolosità sismica di base ai sensi dell'ex art. 13 legge 64/74	Data Novembre 2012
			Pag. 41

Considerando dunque:

1. Le coordinate geografiche del sito oggetto di studio Lat: 38.409590°N; Long: 16.428757°E;
2. La tipologia di costruzione ricadente in classe 2 con Vita Nominale (VN) delle opere in progetto pari a 50 anni e un coefficiente d'uso pari a 1, pertanto un periodo di riferimento (VR) pari a 75 anni ($VR = VN \times Cu$);

Si ottengono i seguenti parametri sismici:

Tipo di elaborazione: *Fondazioni*

Sito in esame.

latitudine: 38,40959
longitudine: 16,428767
Classe: 3
Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1 ID: 43891	Lat: 38,3957Lon: 16,4192	Distanza: 1762,089
Sito 2 ID: 43892	Lat: 38,3939Lon: 16,4828	Distanza: 5018,465
Sito 3 ID: 43670	Lat: 38,4439Lon: 16,4850	Distanza: 6207,508
Sito 4 ID: 43669	Lat: 38,4456Lon: 16,4213	Distanza: 4058,254

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: B
Categoria topografica: T1
Periodo di riferimento: 75anni
Coefficiente cu: 1,5

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %
Tr: 45 [anni]
ag: 0,058 g
Fo: 2,382
Tc*: 0,303 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %
Tr: 75 [anni]
ag: 0,075 g
Fo: 2,385
Tc*: 0,327 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %
Tr: 712 [anni]
ag: 0,201 g
Fo: 2,430
Tc*: 0,408 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %
Tr: 1462 [anni]
ag: 0,262 g
Fo: 2,456
Tc*: 0,430 [s]

Coefficienti Sismici

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
Ss	1.200	1.200	1.200	1.140
Cc	1.400	1.380	1.320	1.300
St	1.000	1.000	1.000	1.000
Kh	0.014	0.018	0.068	0.084
Kv	0.007	0.009	0.034	0.042
Amax	0.687	0.888	2.364	2.928
Beta	0.200	0.200	0.280	0.280

Lo spettro di risposta elastico in accelerazione è espresso da una forma spettrale (spettro normalizzato) riferita ad uno smorzamento convenzionale del 5%, moltiplicata per il valore dell'accelerazione orizzontale massima a_g su un sito di riferimento rigido orizzontale. Sia la forma spettrale che il valore di a_g variano al variare della probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} . Gli spettri così definiti possono essere utilizzati per strutture con periodo fondamentale minore o uguale a 4,0 s.

La funzione dello spettro di risposta elastico in accelerazione assume le seguenti espressioni:

1) Componenti Orizzontali

$$0 \leq T \leq T_B: S_e(T) = a_g \times S \times \eta \times F_0 \times \left[\left(\frac{T}{T_B} \right) + 1 / (\eta \times F_0) \right] \times \left[(1 - (T/T_B)) \right]$$

$$T_B \leq T \leq T_C: S_e(T) = a_g \times S \times \eta \times F_0$$

$$T_C \leq T \leq T_D: S_e(T) = a_g \times S \times \eta \times F_0 \times (T_C/T)$$

$$T_D \leq T: S_e(T) = a_g \times S \times \eta \times F_0 \times [(T_C \times T_D) / (T^2)]$$

Dove:

T e S_e sono, rispettivamente, periodo di vibrazione ed accelerazione spettrale orizzontale;

S è il coefficiente che tiene conto della Categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche, mediante la relazione $S = S_S \times S_T$, essendo S_S il coefficiente di amplificazione stratigrafica e S_T il coefficiente di amplificazione topografica;

η è il fattore che altera lo spettro elastico per coefficienti di smorzamento viscosi convenzionali ξ diversi dal 5%, mediante la relazione $\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0,55$; dove ξ (espresso in percentuale) è valutato sulla base di materiali, tipologia strutturale e terreno di fondazione;

F_0 è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, sul sito di riferimento rigido orizzontale, ed ha valore minimo pari a 2,2;

T_C è il periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro, dato da $T_C = C_C \times T^*_C$, dove T^*_C è il periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale e C_C è un coefficiente funzione della Categoria di sottosuolo);

T_B è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante, dato da $T_B = T_C/3$;

T_D è il periodo corrispondente all'inizio del tratto a spostamento costante dello spettro, espresso in secondi mediante la relazione $T_D = (4,0 \times a_g/g) + 1,6$.

	Cu	Ag	F ₀	Tc* [s]	Ss	Cc	St	S	η	TB [s]	TC [s]	TD [s]
SLO	1.5	0,058	2.382	0.303	1.200	1.400	1.000	1.200	1.000	0.142	0.425	1.833
SLD	1.5	0.075	2.385	0.327	1.200	1.380	1.000	1.200	1.000	0.150	0.451	1.902
SLV	1.5	0.201	2.430	0.408	1.200	1.320	1.000	1.200	1.000	0.180	0.539	2.404
SLC	1.5	0.262	2.456	0.430	1.140	1.300	1.000	1.140	1.000	0.186	0.559	2.648

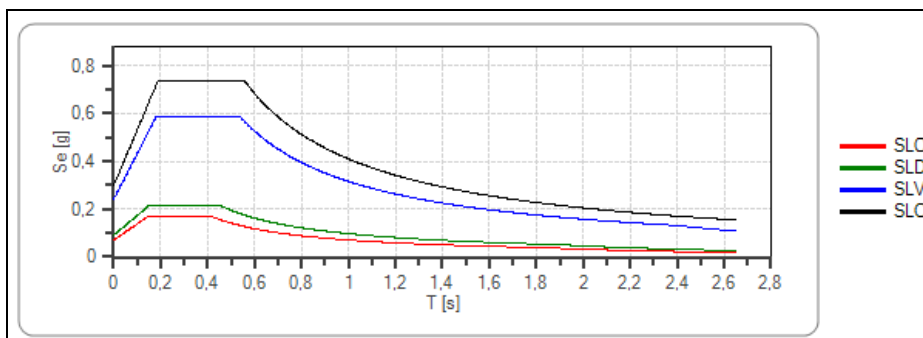


Figura 14 - Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali.

2) Componente Verticale

$$0 \leq T \leq T_B: S_{ve}(T) = a_g \times S \times \eta \times F_0 \times \left\{ \left[\frac{T}{T_B} \right] + \frac{1}{(\eta \times F_v)} \right\} \times \left[1 - \left(\frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T \leq T_C: S_{ve}(T) = a_g \times S \times \eta \times F_v$$

$$T_C \leq T \leq T_D: S_{ve}(T) = a_g \times S \times \eta \times F_v \times (T_C/T)$$

$$T_D \leq T: S_{ve}(T) = a_g \times S \times \eta \times F_v \times [(T_C \times T_D) / (T^2)]$$

Dove:

T e S_{ve} sono, rispettivamente, periodo di vibrazione ed accelerazione spettrale verticale;

F_v è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, in termini di accelerazione orizzontale massima del terreno a_g , su sito di riferimento rigido orizzontale, mediante la relazione: $F_v = 1,35 \times F_0 \times (a_g/g)^{0,5}$.

I valori di a_g , F_0 , S , η sono uguali a quelli precedentemente definiti per le componenti orizzontali; mentre i valori di S_s , T_B , T_C e T_D , salvo più accurate determinazioni, sono quelli riportati nella tabella seguente:

	Cu	Ag	F ₀	Tc* [s]	Ss	Cc	St	S	η	TB [s]	TC [s]	TD [s]
SLO	1.5	0.058	2.382	0.303	1.000	1.400	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000
SLD	1.5	0.075	2.385	0.327	1.000	1.380	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000
SLV	1.5	0.201	2.430	0.408	1.000	1.320	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000
SLC	1.5	0.262	2.456	0.430	1.000	1.300	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000

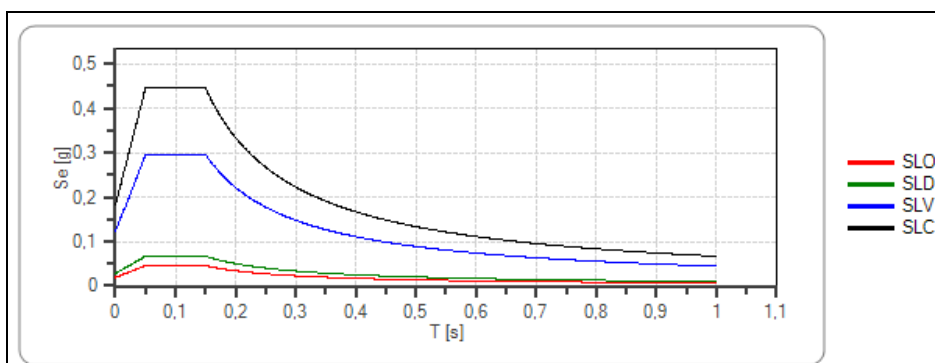


Figura 15 - Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali.

Committente	Fondazione Madonna dello Scoglio	Santuario Madonna dello Scoglio Comune di Placanica (RC)	Riferimento 028G-11/RGT 03
		Relazione geologico – tecnica e sulla pericolosità sismica di base ai sensi dell'ex art. 13 legge 64/74	Data Novembre 2012
			Pag. 44

9.6 Liquefazione

Per “liquefazione” si intende l’annullamento di resistenza al taglio di terreni granulari saturi, sotto sollecitazioni di taglio cicliche ed in conseguenza delle quali il sedimento raggiunge una condizione di fluidità pari a quella di un liquido viscoso. Il meccanismo di liquefazione è governato da molti fattori e tra questi i principali sono: le caratteristiche dell’impulso sismico (magnitudo $M > 5,0$), la densità relativa ($DR < 50 \div 60\%$), la pressione di confinamento (non sono riportati casi in letteratura di liquefazione in strati granulari profondi oltre 15-20 metri); granulometria (da sabbie medio-fini a limi-sabbiosi), la presenza di falda idrica superficiale.

Per quanto riguarda la possibilità del verificarsi del fenomeno della liquefazione, si deve, innanzitutto, considerare che l’intera area studiata, ad esclusione della zona di fondovalle del vallone Apriche, non è caratterizzata dalla presenza di terreni potenzialmente liquefacibili in termini di litologia, oltre che di falde acquifere superficiali o comunque, da condizioni idrogeologiche tali che permettere la saturazione dei terreni.

Infatti, nelle zone di affioramento delle “argille policrome”, dove ricade il sito destinato alla realizzazione dell’opera in progetto, nonostante la possibilità di una falda idrica superficiale non persistente, la granulometria dei sedimenti non risulta monogranulare e non rientrante nel range dei valori critici, mentre il grado di addensamento, con notevole aumento verso le maggiori profondità, è lontano da quelli definiti a “densità critica”. Le zone di affioramento delle successioni fliscioidi argilloso-siltoso-sabbiose e dei conglomeratici miocenici cementati, trattandosi di terreni compatti e cementati, non risultano interessate dal fenomeno della liquefazione. Anche per i depositi conglomeratico-sabbiosi pliocenici, data la granulometria decisamente grossolana e l’elevato grado di addensamento, oltre alla mancanza di falda idrica è da escludere il fenomeno della liquefazione.

Pertanto, nonostante l’area possa essere interessata da sollecitazioni cicliche intense a causa dell’elevata sismicità del territorio calabro, la sola possibilità che possano verificarsi locali situazioni di liquefazione dei sottofondi è da limitare alle sole zone costituite dai depositi alluvionali sciolti, laddove questi sono formati da sedimenti a granulometria medio-fine, a bassa densità e consistenza ed interessati da falde acquifere superficiali.

10. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Al fine di definire le conoscenze stratigrafiche raggiunte attraverso il rilevamento geologico di superficie e di caratterizzare i terreni dell'area di interesse, sono state eseguite delle indagini geognostiche, descritte precedentemente ed eseguite in corrispondenza del sito dovrà essere realizzata l'opera in progetto; la scelta del parametro da utilizzare è stato fatta sulla base della sensibilità e dell'esperienza dello scrivente.

Nell'area indagata affiora una successione argillosa miocenica, appartenente all'unità delle "argille policrome", a luoghi, con presenza di terreni di copertura ghiaioso-sabbioso-limosi. Lungo il profilo verticale indagato sono state individuate diverse unità geotecniche, ciascuna delle quali comprende i geomateriali che presentano una certa omogeneità delle caratteristiche geologico-tecniche, litostratigrafiche e del comportamento atteso in fase costruttiva.

10.1 Unità geotecniche

Per la porzione di terreno interessata dall'opera in progetto è stata individuata la seguente colonna stratigrafica:

Dal p.c. a 0.80-1.00m

Terreno di riporto frammisto a terreno vegetale.

Dal 0.40-9.00m

Terreno ghiaioso a matrice sabbioso-limosa.

Da 0.80-1.00-a 1.50-1.80 m

Argille alterate.

Da 1.50-1.80 m a indefinito

Argille consistenti.

Complessivamente, i termini litologici individuati dalle metodologie di lavoro di cui si compone il seguente studio, possono essere suddivise nelle unità geotecniche riportate nella seguente tabella.

UNITÀ ' GEOTECNICHE			
Unità geotecnica	Spessore	Descrizione unità	Comportamento
LIVELLO 0	0.40-1.40 m	Terreno vegetale frammisto a terreno di riporto	Incoerente/coesivo
LIVELLO 1a	0.00-9.00 m	Terreno ghiaioso a matrice sabbioso-limosa	Incoerente/coesivo
LIVELLO 1b	1.00-2.20 m	Argille alterate	Coesivo
LIVELLO 2	indefinito	Argille consistenti	Coesivo

Committente	Fondazione Madonna dello Scoglio	Santuario Madonna dello Scoglio Comune di Placanica (RC)	Riferimento 028G-11/RGT 03
		Relazione geologico – tecnica e sulla pericolosità sismica di base ai sensi dell'ex art. 13 legge 64/74	Data Novembre 2012
			Pag. 46

10.2 Caratteristiche delle unità geotecniche

I dati per la caratterizzazione di tali terreni possono così riassumersi:

LIVELLO 1a: costituito da *terreno ghiaioso a matrice sabbioso-limosa*. Tale livello è costituito da materiali, che si presentano da scarsamente a mediamente addensati; presentano discreta resistenza all'erosione e permeabilità media.

▪ Spessore	d	=	0.40-9.00 m
▪ Peso di volume naturale	γ	=	1.80-1.90 t/m ³
▪ Peso di volume saturo	γ_{sat}	=	1,90-2.00 t/m ³
▪ Angolo di attrito	φ	=	30-32°
▪ Coesione	c'	=	0,01-0,05 Kg/cm ²

LIVELLO 1b: costituito da *argille alterate*. Secondo la classificazione AGI, il livello, nel complesso, risulta essere “consistente”; presenta discreta resistenza all'erosione e permeabilità bassa.

▪ Spessore	d	=	0.70-0.80 m
▪ Peso di volume naturale	γ	=	2.03-2.06 t/m ³
▪ Peso di volume saturo	γ_{sat}	=	2,10 t/m ³
▪ Angolo di attrito	φ	=	28-29°
▪ Coesione	c'	=	0,05-0,1 Kg/cm ²
▪ Coesione non drenata	c_u	=	0,6-0,7 Kg/cm ²

LIVELLO 2: costituito da *argille consistenti*. Secondo la classificazione A.G.I., il livello risulta “molto consistente”; presenta buona resistenza all'erosione e permeabilità bassa.

▪ Spessore	d	=	-
▪ Peso di volume naturale	γ	=	2,1-2,14 t/m ³
▪ Peso di volume saturo	γ_{sat}	=	2,20-2.30 t/m ³
▪ Angolo di attrito	φ	=	34-35°
▪ Coesione	c	=	1,2-1,4 Kg/cm ²

Non si riscontra la presenza di falda idrica ad una profondità tale da interferire con gli interventi in progetto.

Committente	Fondazione Madonna dello Scoglio	Santuario Madonna dello Scoglio Comune di Placanica (RC)	Riferimento 028G-11/RGT 03
		Relazione geologico – tecnica e sulla pericolosità sismica di base ai sensi dell'ex art. 13 legge 64/74	Data Novembre 2012
			Pag. 47

11. CARTA DI INQUARAMENTO GENERALE GEOLOGICO E STRUTTURALE

A seguito del rilevamento geologico di dettaglio condotto su tutto il territorio di interesse è stato possibile delimitare le unità stratigrafiche e ricostruire i rapporti stratigrafici intercorrenti tra le stesse. Di seguito viene riportata la descrizione delle diverse unità distinte sul territorio e riportate nella “Carta di inquadramento generale geologico e strutturale”, in scala 1:5000.

La successione stratigrafica dell'area in esame può essere così schematizzata dal basso verso l'alto:

Miocene inferiore - medio

Arenarie

Questa formazione affiora nella porzione sud-occidentale dell'area in esame ed è costituita da arenarie grossolane brune, variamente cementate, da massive a stratificate, con sottili intercalazioni conglomeratiche di natura cristallina. La resistenza all'erosione è discreta e la permeabilità è media.

Conglomerati grossolani cementati

Questa formazione affiora nel settore settentrionale e occidentale dell'area in esame. La formazione è costituita prevalentemente da conglomerati grigiastri, talvolta rossastri, costipati e ben cementati, composti da ciottoli sub-arrotondati e sub-angolari di rocce cristalline e metamorfiche in matrice sabbiosa. In genere sono stratificati e contengono abbondanti intercalazioni di sabbie e silts, soprattutto nella porzione più apicale, dove sono più frequenti livelli di sabbie massicce e grossolane. Si riscontrano notevoli variazioni laterali della litologia. Il complesso presenta una discreta resistenza all'erosione e permeabilità da media ad elevata.

Argille policrome

Si tratta di una formazione sedimentaria di origine marina, dall'aspetto caotico, depositatasi in particolari condizioni ambientali, ma che nel tempo, come già detto, ha subito grandi spostamenti e deformazioni di tipo tettonico-gravitativo. La formazione, che affiora nell'area strettamente in esame, è costituita da argille, argille siltose e silts, dalle tinte che vanno dal marrone scuro al rossastro, al grigio, al verde-azzurro; pertanto definita anche come formazione delle “argille varicolori”. Altro toponimo per definire tale litotipo è quello delle “argille scagliose” dato dal fatto dell'aspetto delle argille che spesso si manifestano “a scaglie”, per effetto degli intensi stress tettonici e gravitativi subiti prima e durante la messa in posto, che ne hanno modificato, almeno in parte, le loro caratteristiche originarie. Nella massa, prevalentemente argillosa, si osservano talvolta inclusioni di trovanti, lembi o pacchi di strati, spesso costituiti da materiali rigidi (olistoliti) quali arenarie e calcareniti o noduli di selce. Tali “esotici” emergono talvolta dalle argille bruscamente e quelli di maggiori dimensioni conferiscono al paesaggio un'impronta del tutto particolare che fa da contrasto al paesaggio collinoso blandamente ondulato delle argille. Questi terreni, quando assorbono acqua tendono a rigonfiare e, quando l'assorbimento idrico aumenta, si elasticizzano fino alla fluidificazione, causando quasi sempre problemi di stabilità; inoltre, presentano scarsa resistenza all'erosione. Infine, la porzione di terreno più superficiale, presenta risulta spesso fortemente alterata e degradata, apparendo scomposta, ridotta a scaglie e facilmente disaggregabile. Ciò determina anche problemi geologico tecnici significativi con parametri geotecnici sempre modesti, soprattutto nei livelli più esterni (8-10m) fortemente degradati, in cui le caratteristiche tecniche

Committente	Fondazione Madonna dello Scoglio	Santuario Madonna dello Scoglio Comune di Placanica (RC)	Riferimento 028G-11/RGT 03
		Relazione geologico – tecnica e sulla pericolosità sismica di base ai sensi dell'ex art. 13 legge 64/74	Data Novembre 2012
			Pag. 48

diventano scadenti.

Argille-siltose e sabbie-siltose

La formazione affiora nella zona nord-orientale dell'area in esame. I litotipi sono ben costipati e consolidati, si presentano ben stratificati e sono rappresentati da una alternanza di strati e di banconi di argille-siltose e sabbie-siltose, di colore da grigio a bruno, passanti verso il basso a silt e arenarie. La resistenza all'erosione è moderata nei livelli più profondi, ma piuttosto modesta negli strati più superficiali alterati e fessurati; la permeabilità, in genere, media, tende a diminuire in corrispondenza dei livelli argillosi.

Pliocene inferiore

Conglomerati e sabbie

La formazione è formata da conglomerati costituiti da ciottoli parzialmente o completamente arrotondati di rocce cristalline (principalmente granito), gneissiche e metamorfiche, ma anche di rocce terziarie, in una matrice di sabbia grossolana o sabbioso-marnosa. Localmente presentano intercalazioni e lenti di sabbie grossolane. La formazione risulta a tratti molto compatta e debolmente cementata, ed a tratti invece non sempre ben costipata, anche se forma caratteristiche e ripide scarpate. Il complesso risulta di medio-alta resistenza ai processi erosivi nelle zone di forte costipazione o cementate, mentre è modesta nelle zone in cui il grado di compattezza diminuisce. La permeabilità è sempre alta.

Pliocene inferiore-medio

Argille, argille-siltose e silts

La formazione è costituita da una successione, in piccoli strati e banchi, di argilla marnosa, argilla siltosa e silts argillosi. È caratterizzata, infatti, tipica zonatura ritmica per la diversa colorazione grigio-chiaro biancastro (livelli marnosi) a grigio-azzurro (livelli argillosi); verso l'alto della formazione, possono rinvenirsi intercalazioni limose e sabbiose. Questi terreni, al taglio fresco si presentano abbastanza consistenti e caratterizzati da buona resistenza, ma la coltre superficiale degradata presenta scadenti caratteristiche geotecniche e quando imbibiti d'acqua tendono a plasticizzarsi. La resistenza all'erosione è scarsa e la permeabilità è bassa.

Olocene - Recente

Alluvioni

Si pongono sul fondo delle vallate maggiori, marginalmente ai corsi idrici e soprattutto nello loro aree di espansione verso valle. Sono costituiti in prevalenza da ghiaie e sabbie, da fini a grossolane, con ciottoli, sabbie-ghiaiose e limose, con sparsi trovanti e la possibile presenza al loro interno di livelli e/o lenti di materiale siltoso, disposti in stratificazioni caratterizzate da variazioni laterali e verticali (eteropie di facies). Tale vasto campo di granulometria è dovuto all'origine dei sedimenti legati alle caratteristiche idrauliche dei corsi d'acqua che li hanno deposti e quindi alle variazioni di capacità erosiva, di trasporto e di sedimentazione. Essendo sottoposti all'azione idraulica dei corsi d'acqua, sono allo stato sciolto, per nulla addensati, altamente permeabili e non stabilizzati. A seguito delle sistemazioni idrauliche e dell'urbanizzazione esistente, i corsi idrici hanno ridotto le loro capacità erosive ed il trasporto solido risulta minore rispetto al passato, anche se durante le piene o a seguito di improvvise e cospicue precipitazioni piovose, può risultare considerevole.

Committente	Fondazione Madonna dello Scoglio	Santuario Madonna dello Scoglio Comune di Placanica (RC)	Riferimento 028G-11/RGT 03
		Relazione geologico – tecnica e sulla pericolosità sismica di base ai sensi dell'ex art. 13 legge 64/74	Data Novembre 2012
			Pag. 49

12. CARTA GEOMORFOLOGICA

I principali processi morfogenetici in atto nell'area esaminata sono legati all'azione delle acque diffuse e incanalate e della gravità, che inducono una rapida evoluzione dei versanti e delle aree di fondovalle. L'evoluzione di questi processi è direttamente influenzata dall'assetto lito-strutturale, dall'energia del rilievo relativa al gradiente di pendio e dallo stato della copertura vegetale.

In seguito all'analisi in stereoscopia degli aerofotogrammi relativi ai voli eseguiti a più riprese sul territorio di Placanica ed al successivo rilevamento geomorfologico di dettaglio effettuato nell'area, è stato possibile redigere un quadro morfologico dettagliato del territorio in esame. Di seguito si riporta la descrizione dei morfotipi rilevati e rappresentati nel relativo tematismo cartografico, in scala 1:5000.

Area esposta ad erosione associata a possibili fenomeni di soliflusso e/o movimenti della coltre superficiale

Sono aree sottoposte all'azione di fenomeni erosivi diversi che tendono a concentrarsi ed a sovrapporsi (erosione diretta da pioggia battente, ruscellamento diffuso, erosione a rivoli). In particolare, nelle aree prive o quasi di vegetazione e dotate di una certa pendenza è stata riscontrata una forma di ruscellamento diffuso, determinato da una fitta rete di rivoli instabili nel tempo che in occasione di piogge torrentizie danno luogo ad un vero e proprio velo d'acqua continuo. Inoltre, data la natura dei termini litologici affioranti si formano grosse quantità di materiali detritici che vengono poi facilmente prese in carico dalle acque dilavanti e trasportati verso il basso.

Ai suddetti fenomeni erosivi, sono associati movimenti gravitativi che riguardano gli spessori superficiali delle argille policrome, che si presentano alterati e fessurati e di dunque, caratterizzati da un notevole deterioramento delle caratteristiche meccaniche. Di conseguenza, durante i periodi piovosi possono formarsi degli accumuli idrici superficiali, con conseguente decremento delle resistenze ed attivazione di piccoli movimenti franosi più o meno rapidi.

Oltre a tali movimenti franosi, che tendono ad innescarsi nel corso degli eventi piovosi più intensi, sono diffusi movimenti lentissimi a carattere areale, che non necessitano di pendenze particolarmente elevate, visibili in superficie e che si esauriscono in profondità (1-2 m). In particolare, sono legati alla saturazione, con conseguente circolazione d'acqua nel terreno, ai fenomeni di espansione-contrazione, formazione e scioglimento di ghiaccio, in seguito a cambiamenti di umidità o di temperatura ed in parte anche all'azione biologica. Il movimento è di natura essenzialmente laminare, agisce cioè come se la massa coinvolta fosse suddivisibile in innumerevoli lamine di spessore infinitesimo, ciascuna delle quali si muove con una velocità propria, che decresce gradualmente man mano che si procede in profondità. Pertanto, l'effetto del *creep* è massimo in superficie e decresce in modo esponenziale in profondità; per quanto riguarda la velocità, si tratta di movimenti impercettibili e non soggetti ad accelerazioni, la cui velocità è dell'ordine di 1-2 mm/anno.

Area interessata da intensa erosione localmente lineare con associati frequenti fenomeni franosi

In queste aree, ai fenomeni erosivi appena descritti sono associate frane di scorrimento. In particolare, si tratta di scorrimenti rotazionale, che si verificano lungo superfici di neo-formazione più o meno concave, la cui profondità è molto variabile e solitamente dell'ordine dei 5m. In alcuni casi, sono presenti corpi franosi di maggiori

Committente	Fondazione Madonna dello Scoglio	Santuario Madonna dello Scoglio Comune di Placanica (RC)	Riferimento 028G-11/RGT 03
		Relazione geologico – tecnica e sulla pericolosità sismica di base ai sensi dell'ex art. 13 legge 64/74	Data Novembre 2012
			Pag. 50

dimensioni, in genere inattivi, nell'ambito dei quali, solitamente, si collocano movimenti attivi di minori dimensioni, relativamente più superficiali. Per quanto concerne l'innescio dei dissesti, la causa va ricercata nel rapido innalzamento dei livelli di falda, che si verifica nel corso degli eventi piovosi particolarmente durevoli e intensi. Infine, in alcuni casi, agli scorrimenti rotazionali può essere associata la formazione di colate detritiche (frane complesse).

Area interessata da erosione diffusa

In queste aree, i fenomeni erosivi si manifestano in maniera diffusa, a causa della scarsa resistenza all'erosione dei litotipi affioranti, i quali in superficie si presentano allentati e degradati.

Frana di scorrimento

Si tratta di movimenti gravitativi che avvengono lungo superfici di taglio deducibili da indizi morfologici; il movimento è di tipo rotazionale ed avviene lungo superfici di scorrimento curve, concave verso l'alto e di neo-formazione.

Orlo di scarpata

Sono state così cartografate superfici ripide di varia natura presenti in sommità o lungo versanti.

Corona di frana attiva

Sono state così cartografate le superfici ripide di origine gravitativa, che delimitano alla testa i corpi franosi.

Fossi e torrenti soggetti a intensi fenomeni erosivi verticali

Sono state così cartografati gli impluvi soggetti a fenomeni erosivi, che producono un costante approfondimento verticale, al quale è spesso associata l'erosione delle sponde. Tali forme sono tanto più sviluppate, tanto più sono erodibili i litotipi drenati e tanto maggiore è la pendenza del loro profilo longitudinale. Questo processo provoca la formazione dei vari fossi presenti nell'area, nei quali tendono ad incanalarsi le acque meteoriche che poi vanno ad alimentare i torrenti principali.

Committente	Fondazione Madonna dello Scoglio	Santuario Madonna dello Scoglio Comune di Placanica (RC)	Riferimento 028G-11/RGT 03
		Relazione geologico – tecnica e sulla pericolosità sismica di base ai sensi dell'ex art. 13 legge 64/74	Data Novembre 2012
			Pag. 51

13. CARTA CLIVOMETRICA

Sulla base del DTM (*Digital Terrain Model*) derivato dall'elaborazione dei dati topografici con software specifici di tipo GIS, è stato redatto il tematismo in oggetto, in scala 1:5000, che ha portato alla definizione della clivometria del territorio così come richiesto dalla vigente normativa.

Le classi definite sono quattro; di seguito viene riportata la suddivisione delle classi in funzione dei valori di pendenza relativi ai versanti analizzati:

- | | |
|---|--|
|  | Classe 1 – comprende valori dal minimo dello 0% al massimo del 10% |
|  | Classe 2 - comprende valori dal minimo del 10% al massimo del 20% |
|  | Classe 3 - comprende valori dal minimo del 20% al massimo del 35% |
|  | Classe 4 - comprende valori dal minimo del 35% al massimo del 50% |
|  | Classe 5 - comprende valori oltre il 50 % |

Tale impostazione, seppur non consente una valutazione puntuale della pendenza dei vari siti, ma piuttosto una valutazione media della pendenza per area, riesce a dare sufficiente informazione sulla morfologia superficiale evidenziando le conformazioni più tipiche del territorio: dossi, creste, dorsale principali, spianate morfologiche e forme vallive di origine fluviale.

Le aree ad acclività accentuata costituiscono la nota dominante dei fianchi vallivi delle principali incisioni fluviali e numerose incisioni torrentizie che esistono nell'ambito del territorio analizzato.

L'accostamento di fasce con valori di pendenza molto diversa è da porre in relazione con l'idrografia superficiale, con la qualità dei tipi litologici presenti, con la franosità e in alcuni casi con la tettonica e i processi dovuti al ruscellamento superficiale, nonché all'azione antropica, che hanno contribuito ad alterare la morfologia originaria.

I valori prescelti risultano abbastanza utili ai fini della discriminazione in situazioni di incertezza di valutazione degli assetti geostatici, in relazione a possibili correlazioni con particolari parametri di resistenza dei terreni o con particolari situazioni litostratigrafiche e strutturali.

Tranne che per le prime classi, le cui pendenze rientrano tra le percentuali di inclinazione dei versanti che non richiedono particolari prescrizioni, per le restanti aree a pendenza più elevata, si evidenziano le seguenti osservazioni:

- terreni con pendenza tra il 20 e il 35%

E' opportuno che gli interventi si effettuino per comparti, da realizzarsi con ripianamenti del pendio previsti in fase di progettazione; i fronti di scavo dovranno essere tutelati da strutture di contenimento opportunamente dimensionate.

- terreni con pendenza tra il 35-50 %

All'interno di questa classe ricadono tutti i fianchi delle incisioni torrentizie e delle principali dorsali che costituiscono le strutture morfologiche più evidenti del territorio esaminato. In questa classe di pendenza si possono osservare fenomeni di rapida erosione, cedimenti gravitativi di forma, tipo ed entità varie.

Committente	Fondazione Madonna dello Scoglio	Santuario Madonna dello Scoglio Comune di Placanica (RC)	Riferimento 028G-11/RGT 03
		Relazione geologico – tecnica e sulla pericolosità sismica di base ai sensi dell'ex art. 13 legge 64/74	Data Novembre 2012
			Pag. 52

Per i materiali pseudocoerenti e semicoerenti, non si definiscono, in genere, condizioni permanenti di equilibrio stabile presentando, quest'ultimi, un grado alto di pericolosità.

- terreni con pendenze superiori al 50%

All'interno di questa classe ricadono versanti molto ripidi e con uno grado di instabilità potenziale troppo elevato per potere prevedere l'utilizzazione urbanistica di essi.

Committente	Fondazione Madonna dello Scoglio	Santuario Madonna dello Scoglio Comune di Placanica (RC)	Riferimento 028G-11/RGT 03
		Relazione geologico – tecnica e sulla pericolosità sismica di base ai sensi dell'ex art. 13 legge 64/74	Data Novembre 2012
			Pag. 53

14. CARTA IDROGEOLOGICA E DEL SISTEMA IDROGRAFICO

La condizione idrogeologica del territorio è strettamente legata alla litologia. Sulla base delle unità litologiche descritte è stato possibile suddividere i terreni affioranti in diversi complessi idrogeologici, così come riportato nel relativo tematismo cartografico, in scala 1:5000.

Un complesso idrogeologico è definito come l'insieme di litotipi simili aventi una comprovata unità spaziale e giaciturale, un tipo di permeabilità prevalente in comune e un grado di permeabilità relativa che si mantiene in un campo di variazione abbastanza ristretto (Civita, 1973). La differenza tra un complesso idrogeologico e l'altro è data dal grado di permeabilità relativa indipendentemente dal tipo. I gradi di permeabilità relativa vengono calcolati sia tenendo conto dei parametri statistici (analisi granulometrica, indice di fratturazione, rendimento specifico), sia in particolar modo per confronto con altri complessi adiacenti (Civita, 1973). Sono stati adeguatamente considerati i vari tipi di permeabilità (porosità, fessurazione, carsismo e/o mista) inerenti i litotipi presenti sia in superficie che i profondità e i rapporti idrogeologici tra le strutture e i domini adiacenti. Infine il deflusso idrico sotterraneo risulta influenzato dal contatto tra litotipi con grado di permeabilità diverso e dalla particolare situazione morfo-strutturale presente nel territorio studiato che determina verosimilmente complessi sistemi multifalda semiconfinati.

La carta idrogeologica è stata redatta tenendo conto di tutte le informazioni ricavabili e desumibili riguardanti il sistema idrografico, idraulico ed idrogeologico relative alle aree in studio. Sono stati pertanto considerati tutti gli elementi areali, lineari e puntuali capaci di influire e condizionare il deflusso delle acque superficiali, nonché la loro prosecuzione nel sottosuolo, unita agli altri fattori condizionanti la circolazione idrica sotterranea.

Per quanto riguarda la caratterizzazione delle proprietà idrogeologiche dei complessi, esse sono state stimate in fase di rilevamento in maniera qualitativa, sulla base dell'osservazione degli elementi litologici, sedimentologici e strutturali riscontrabili alla scala di affioramento. In particolare, le proprietà idrogeologiche valutate qualitativamente durante le fasi di rilevamento di campagna sono:

- *tipo di permeabilità*, identificabile nella natura genetica dei meati, primaria (porosità) e/o secondaria (fessurazione e carsismo), che maggiormente concorre a determinare la permeabilità del corpo geologico;
- *grado di permeabilità relativa*, definibile qualitativamente mediante le categorie di elevato, medio, scarso e impermeabile a cui sono associabili ampi intervalli di variazione del valore della conducibilità idraulica, estesi su differenti ordini di grandezza (Civita, 1973; Bureau Of Reclamation, 1985; Celico, 1988).

All'interno di uno stesso complesso è stata riscontrata una variazione del grado di permeabilità relativa, diverso da quello generale, le zone, però, risultano non ben definibili stratigraficamente e arealmente, ma comunque possiedono una certa importanza idrogeologica. In questo caso la variazione del grado di permeabilità è stata indicata con freccette poste in corrispondenza dei lati maggiori dei rettangoli della legenda; a destra se la variazione indica un abbassamento del grado di permeabilità, a sinistra, se indica un innalzamento. La posizione delle freccette può essere superiore, inferiore o centrale del rettangolo della legenda a seconda se la variazione del grado di permeabilità è riscontrabile nella parte alta, basale o intermedia del complesso (Civita, 1973).

Committente	Fondazione Madonna dello Scoglio	Santuario Madonna dello Scoglio Comune di Placanica (RC)	Riferimento 028G-11/RGT 03
		Relazione geologico – tecnica e sulla pericolosità sismica di base ai sensi dell'ex art. 13 legge 64/74	Data Novembre 2012
			Pag. 54

Nell'area in esame sono stati individuati i seguenti complessi idrogeologici:

Complesso argilloso

Il complesso idrogeologico argilloso è costituito dalle argille policrome mioceniche e dalla formazione argilloso-marnosa pliocenica. Infatti, in entrambi i casi si ha un grado di permeabilità generalmente molto basso con valori del coefficiente di permeabilità ($10^{-7} < k < 10^{-9}$ m/sec); la porosità primaria è alta ($n > 15\%$). La circolazione idrica sotterranea è trascurabile riconducibile esclusivamente alla coltre di alterazione superficiale (alterata e fessurata). Dunque, il complesso argilloso può essere considerato praticamente impermeabile visto l'elevato contenuto argilloso ed il comportamento plastico sotto l'effetto dei carichi litostatici che tende a saldare eventuali fratture di origine tettonica e quindi ad impedire la circolazione idrica. La resistenza all'erosione è scarsa.

Complesso argilloso-siltoso-sabbioso

Tale complesso idrogeologico è costituito da litotipi ben costipati e consolidati, che si presentano ben stratificati e sono rappresentati da una alternanza di strati e di banconi di argille-siltose e sabbie-siltose, passanti verso il basso a silt e arenarie. La permeabilità, dovuta sia a porosità primaria che secondaria, è in genere media, ma tende a diminuire in corrispondenza dei livelli argillosi. Localmente, a livello delle intercalazioni sabbiose, si possono generare accumuli idrici, che non costituiscono, comunque, falde acquifere ben definite, trattandosi di livelli di limitata potenza, intercalati in litotipi a bassa permeabilità. La resistenza all'erosione è moderata nei livelli più profondi, ma piuttosto modesta negli strati più superficiali alterati e fessurati.

Complesso conglomeratico-sabbioso

Tale complesso è costituito da depositi ghiaiosi costituiti da ciottoli parzialmente o completamente arrotondati con matrice di sabbia grossolana o sabbioso-marnosa; localmente sono presenti intercalazioni e lenti di sabbie grossolane. Il complesso risulta di medio-alta resistenza ai processi erosivi nelle zone di forte costipazione o cementate, mentre è modesta nelle zone in cui il grado di compattezza diminuisce. La permeabilità è sempre alta, pertanto, le acque meteoriche penetrano nel terreno con una certa facilità ed essendo il complesso di notevole spessore, eventuali accumuli idrici tali da costituire falde acquifere, possono formarsi solo a profondità elevate.

Complesso conglomeratico-arenaceo

Il complesso conglomeratico è costituito dai conglomerati e dalle arenarie mioceniche, che presentano permeabilità da media ad elevata, legata a porosità secondaria, poiché i litotipi divengono permeabili per fratturazione. Le acque, infatti, riescono ad infiltrarsi agevolmente nelle porzioni fratturate ed in breve tempo si disperdono con vie preferenziali attraverso i piani di fratturazione, senza però, in genere, aver la possibilità di riunirsi tra loro e generare accumuli idrici di rilievo. Pertanto pur essendo dotato di permeabilità medio-alta, il complesso non è sede di accumuli idrici in grado di generare falde importanti. La resistenza all'erosione è discreta.

Complesso alluvionale

Si tratta generalmente di ciottoli arrotondati e conglomerati eterogenei ed eterometrici, immersi in matrice sabbioso-limosa, in proporzioni estremamente variabili stabilizzati dalla crescita naturale di vegetazione. Tra i depositi prevalentemente alluvionali, degli attuali letti di piena fluviale, si riconosce del materiale detritico eterometrico con

granulometria molto variabile. Il complesso alluvionale è caratterizzato da una porosità e un grado di permeabilità elevata, un tipo di permeabilità in piccolo ($k > 10^{-2}$). Essendo costituito da elementi a granulometria eterogenea, la permeabilità si mantiene elevata, in corrispondenza degli strati ghiaiosi più permeabili rispetto allo sviluppo di strati a granulometria più fine meno permeabili. Si tratta di depositi eterogenei, perché la sedimentazione fluviale è tipicamente rapida e discontinua. Lungo l'alveo esiste un'accentuata selezione dei clasti, sia in senso longitudinale (granulometria decrescente da monte verso valle), sia in senso trasversale (granulometria decrescente dal centro verso le sponde) ed in verticale (alternanza di sedimenti grossolani e minuti dovuti, rispettivamente, a sedimentazioni avvenute in periodo di piena e di magra). Di conseguenza, l'acquifero alluvionale è caratterizzato dalla giustapposizione disordinata di termini litologici di varia granulometria, aggregati in lenti allungate nel senso della corrente che le ha depositate.

CARATTERISTICHE DEI COMPLESSI IDROGEOLOGICI				
Complesso Idrogeologico	Porosità		Permeabilità	
	Primaria	Secondaria	Tipo	Grado
Alluvionale	alta		porosità	alto
Conglomeratico-sabbioso	alta		porosità	alto
Conglomeratico-arenaceo	medio-bassa	medio-alta	fessurazione	medio-alto
Argilloso-siltoso-sabbioso	alta	media	porosità/fessurazione	medio-bassa
Argilloso	alta		porosità	Impermeabile

Per quanto concerne l'idrografia, l'individuazione delle aste fluviali, mette in evidenza come l'area in esame sia caratterizzata da un sistema idrografico di tipo "dendritico", a sviluppo semplice e con bacini poco estesi ed alvei piuttosto brevi e rettilinei. In particolare, l'area è drenata da corsi d'acqua di I e II ordine, che confluiscono nell'organismo principale, che scorre nel Vallone Apriche di III ordine (indice di Horton).

15. ZONAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE

Tale carta, in scala 1:2000, riporta la zonazione in funzione delle categorie di suolo di fondazione ai sensi della o.p.c.m.3274 per la valutazione dell'azione sismica di progetto. In particolare, è stata eseguita l'attribuzione delle singole aree individuate alle 5 categorie di suolo di fondazione, sulla base dei valori del parametro Vs30.

Per Vs30 s'intende la media pesata delle velocità delle onde S negli strati fino a 30 metri di profondità dal piano di posa della fondazione:

In particolare, vengono identificate 5 classi, A, B, C, D ed E ad ognuna delle quali è associato uno spettro di risposta elastico. Lo schema indicativo di riferimento per la determinazione della classe del sito è il seguente:

Classe	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di Vs30 superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT30 > 50 nei terreni a grana grossa e cu30 > 250 kPa nei terreni a grana fina)
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero 15 < NSPT30 < 50 nei terreni a grana grossa e 70 < cu30 < 250 kPa nei terreni a grana fina).
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 inferiori a 180 m/s (ovvero NSPT30 < 15 nei terreni a grana grossa e cu30 < 70 kPa nei terreni a grana fina).
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m</i> , posti sul substrato di riferimento (con Vs > 800 m/s)

In generale il fenomeno dell'amplificazione sismica diventa più accentuato passando dalla classe A alla classe E.

Alle cinque categorie descritte se ne aggiungono altre due per le quali sono richiesti studi speciali per la definizione dell'azione sismica da considerare.

Classe	Descrizione
S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di Vs,30 inferiori a 100 m/s (ovvero 10 < cu,30 < 20 kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.
S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

Secondo la suddetta classificazione, nell'area in esame sono state identificate le seguenti categorie di sottosuolo:

Classe B

Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT30 > 50 nei terreni a grana grossa e cu30 > 250 kPa nei terreni a grana fina).

Tale classe corrisponde alle aree di affioramento delle successioni mioceniche, rappresentate dai "conglomerati grossolani cementati", dalle "arenarie" e dalle "argille policrome".

Committente	Fondazione Madonna dello Scoglio	Santuario Madonna dello Scoglio Comune di Placanica (RC)	Riferimento 028G-11/RGT 03
		Relazione geologico – tecnica e sulla pericolosità sismica di base ai sensi dell'ex art. 13 legge 64/74	Data Novembre 2012
			Pag. 57

Classe C

Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < NSPT30 < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < cu30 < 250$ kPa nei terreni a grana fina).

Tale classe corrisponde alle aree di affioramento dei depositi conglomeratico-sabbiosi del Pliocene.

Classe D

Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 inferiori a 180 m/s (ovvero $NSPT30 < 15$ nei terreni a grana grossa e $cu30 < 70$ kPa nei terreni a grana fina).

Tale classe corrisponde alle aree di fondovalle, lungo le quali sono presenti depositi recenti di natura alluvionale.

Committente	Fondazione Madonna dello Scoglio	Santuario Madonna dello Scoglio Comune di Placanica (RC)	Riferimento 028G-11/RGT 03
		Relazione geologico – tecnica e sulla pericolosità sismica di base ai sensi dell'ex art. 13 legge 64/74	Data Novembre 2012
			Pag. 58

16. CARTA LITOTECNICA

A seguito del rilevamento geologico di dettaglio, condotto su tutto il territorio in esame e integrato attraverso lo svolgimento della campagna di indagini geognostiche, è stato possibile individuare diverse unità litotecniche. In particolare, in ciascuna unità litotecnica sono stati inseriti tutti quei terreni che presentano una certa omogeneità delle caratteristiche geologico-tecniche, litostratigrafiche e del comportamento atteso in fase costruttiva.

Di seguito viene riportata la descrizione delle diverse unità, riportate nella “Carta litotecnica”, in scala 1:2000.

Unità A1

Depositi di natura alluvionale

L'unità è costituita in prevalenza da ghiaie e sabbie, da fini a grossolane, con ciottoli, sabbie-ghiaiose e limose, con sparsi trovanti e la possibile presenza al loro interno di livelli e/o lenti di materiale siltoso, disposti in stratificazioni caratterizzate da rapide variazioni laterali e verticali (eteropie di facies). Da un punto di vista geotecnico, sono allo stato sciolto, poco addensati, altamente permeabili ed in generale, con scadenti caratteristiche meccaniche; inoltre, la presenza di livelli sabbiosi e la presenza di falde acquifere poco profonde e spesso subaffioranti, in condizioni sismiche, espone questi terreni al pericolo di liquefazione.

Unità A2

Depositi conglomeratico-sabbiosi

L'unità è formata da materiali conglomeratico-sabbiosi, che si presentano a tratti molto compatti e debolmente cementati, tanto da dare origine a ripide scarpate ed a tratti, invece, poco costipati. In generale, tali materiali presentano buone caratteristiche meccaniche e medio-alta resistenza ai processi erosivi nel caso in cui si presentano ben costipati o più o meno cementati, mentre, quando poco compatti, le caratteristiche geotecniche sono scadenti e sono facilmente disaggregabili. La permeabilità è sempre alta, ma eventuali falde acquifere sono presenti sempre a profondità elevata.

Unità A3

Argille

L'unità è costituita da argille, argille siltose e silts, con immersi blocchi rocciosi (olistoliti), per lo più di arenarie e calcareniti. Tali litotipi a grana fine quando assorbono acqua tendono a rigonfiare e, quando l'assorbimento idrico aumenta, si plasticizzano fino alla fluidificazione; in questo caso, tendono a scorrere anche su versanti a moderata acclività, generando episodi morfogenetici complessi che vanno dal “creep”, al colamento gravitativo, fino allo scivolamento planare, offrendo quasi sempre problemi di stabilità. A ciò va aggiunto che le acque meteoriche non assorbite dal terreno, anche sui pendii a debole pendenza, data la scarsa resistenza all'erosione del litotipi, tendono ad originare intensi fenomeni erosivi. Infine, la porzione di terreno più superficiale risulta spesso fortemente alterata e degradata, apparendo scomposta, ridotta a scaglie e facilmente disaggregabile. Ciò determina, dunque, problemi geologico-tecnici significativi, date le caratteristiche geotecniche scadenti, che caratterizzano il terreno anche fino 10m di profondità dal piano campagna; inoltre, la coltre di alterazione superficiale, essendo fessurata, può ospitare esigui accumuli idrici, che

Committente	Fondazione Madonna dello Scoglio	Santuario Madonna dello Scoglio Comune di Placanica (RC)	Riferimento 028G-11/RGT 03
		Relazione geologico – tecnica e sulla pericolosità sismica di base ai sensi dell'ex art. 13 legge 64/74	Data Novembre 2012
			Pag. 59

possono formarsi nel corso degli eventi piovosi più intensi.

Unità A4

Conglomerati e arenarie

Questa unità è costituita da litotipi conglomeratici e arenacei, che si presentano solitamente ben cementati e dunque, con buone caratteristiche geotecniche e medio-alta resistenza ai processi erosivi. Tuttavia, un deterioramento delle caratteristiche di resistenza interessa la coltre di alterazione superficiale e le fasce maggiormente fratturate, a cavallo delle principali discontinuità tettoniche. La permeabilità è da media ad elevata, ma l'unità non ospita importanti accumuli idrici, che sono, comunque, eventualmente presenti a profondità elevate.

Committente	Fondazione Madonna dello Scoglio	Santuario Madonna dello Scoglio Comune di Placanica (RC)	Riferimento 028G-11/RGT 03
		Relazione geologico – tecnica e sulla pericolosità sismica di base ai sensi dell'ex art. 13 legge 64/74	Data Novembre 2012
			Pag. 60

17. CARTA DELLE PERICOLOSITÀ GEOLOGICHE. FATTIBILITÀ DELLE AZIONI DI PIANO

La sintesi della fase di analisi dell'area studiata ha portato alla stesura della "Carta delle Pericolosità Geologiche; Fattibilità delle azioni di Piano"

In base a quanto riportato nelle linee guida alla legge urbanistica della Calabria n.19 del 16/04/2002, riguardo il rischio idrogeologico, l'individuazione delle aree di espansione e delle infrastrutture, si basa sul riconoscimento di "fattori escludenti" e "fattori limitanti":

Fattori escludenti

- Aree interessate da fenomeni di instabilità dei versanti
- Aree soggette a crolli di massi;
- Aree interessate da distacco e rotolamento di blocchi;
- Aree di frana attiva;
- Aree di frane quiescenti;
- Aree di franosità superficiale attiva diffusa;
- Aree di erosione accelerata;
- Aree interessate da trasporto di massa e flussi di detrito;
- Aree interessate da carsismo;
- Aree potenzialmente instabili di grado elevato;
- Aree classificate PAI e confermate pericolose o a rischio (R4-R3-);
- Aree interessate da vulnerabilità idrogeologica:
- Aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile (aree di tutela assoluta);
- Aree ad elevata vulnerabilità degli acquiferi sfruttati ad uso idropotabile definite nell'ambito dello studio o nei piani di tutela di cui al d.lgs.258/2000.
- Aree di interesse scientifico-naturalistico dal punto di vista geologico, geomorfologico, paleontologico (geositi);
- Aree vulnerabili dal punto di vista idraulico;
- Aree ripetutamente allagate;
- Aree interessate da fenomeni di erosione fluviale;
- Aree potenzialmente inondabili individuate con criteri geomorfologici;
- Aree potenzialmente interessate da flussi di detrito;
- Aree di attenzione se confermate a rischio;
- Aree classificate PAI e confermate pericolose o a rischio (R4, R3).
- Aree soggette a erosione costiera;
- Aree a pericolosità geologica da elevata a molto elevate definite con gli studi di settore;

Committente	Fondazione Madonna dello Scoglio	Santuario Madonna dello Scoglio Comune di Placanica (RC)	Riferimento 028G-11/RGT 03
		Relazione geologico – tecnica e sulla pericolosità sismica di base ai sensi dell'ex art. 13 legge 64/74	Data Novembre 2012
			Pag. 61

Fattori limitanti

- Aree potenzialmente instabili a grado medio basso;
- Aree classificate PAI e confermate pericolose o a rischio (R2-R1).
- Aree interessate da vulnerabilità idrogeologica:
- Zone interessate da centri di pericolo;
- Aree con emergenze idriche diffuse;
- Aree a bassa soggiacenza della falda o con presenza di falde sospese;
- Aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile (zona di rispetto);
- Aree vulnerabili dal punto di vista idraulico;
- Aree classificate PAI e confermate pericolose o a rischio (R2, R1);
- Aree di interesse scientifico-naturalistico dal punto di vista geologico, geomorfologico, paleontologico (geotopi, geositi);
- Aree, con caratteristiche geomeccaniche e geotecniche scadenti o pessime;
- Aree a maggiore pericolosità sismica locale;
- Aree a pericolosità geologica media definite con gli studi di settore.

La “Carta delle Pericolosità Geologiche. Fattibilità delle azioni di Piano” contiene tutti gli elementi più significativi evidenziati nella fase di analisi, unificati in aree omogenee per pericolosità geologica, a cui si associano i fattori preclusivi o limitativi ai fini delle scelte di piano e si adottano le prescrizioni dettate nelle linee guida relative alle localizzazioni delle aree di espansione e delle infrastrutture di cui sopra.

In tale ottica sono state individuate tre classi di fattibilità:

Classe 2 - Fattibilità con modeste limitazioni - (Pericolosità moderata)

In questa classe ricadono tutte le aree definite al capitolo precedente con “**moderata propensione al dissesto**”. Comprende le aree con limitate condizioni geomorfologiche a cui si possono sommare quelle derivanti dalle condizioni geotecniche del sottosuolo. Queste aree pongono condizioni limitative alle destinazioni d’uso per il superamento delle quali si rendono necessari approfondimenti di carattere geologico-tecnico che possono condurre ad accorgimenti e interventi di sistemazione, di bonifica e/o di prevenzione di non rilevante incidenza tecnico-economica.

Rientrano, in generale, in questa classe:

- aree poco o moderatamente acclivi, con assenza di fenomeni erosivi accentuati, con propensione al dissesto determinata dalle caratteristiche geotecniche dei terreni o dalla vicinanza ai poli di dissesto; modificazioni peggiorative possono derivare da acque ruscellanti ed infiltrazioni alterando l’assetto geostatico ed accelerando i processi evolutivi.

Classe 3 - Fattibilità con consistenti limitazioni – (Pericolosità moderata-alta)

In questa classe ricadono tutte le aree definite al capitolo precedente con “**medio-alta propensione al dissesto**”. Comprende le aree aventi pericolosità geologica medio-alta o con condizioni di equilibrio geostatico non durature o con evoluzione nel tempo non agevolmente prevedibile su base geomorfologica. In tale classe vengono inserite anche

Committente	Fondazione Madonna dello Scoglio	Santuario Madonna dello Scoglio Comune di Placanica (RC)	Riferimento 028G-11/RGT 03
		Relazione geologico – tecnica e sulla pericolosità sismica di base ai sensi dell'ex art. 13 legge 64/74	Data Novembre 2012
			Pag. 62

aree con livelli di pericolosità medio-bassa, ma aventi incidenze negative per condizioni di pendenza e possibili fenomeni di amplificazione della sollecitazione sismica. L'utilizzo di queste zone non è precluso anche se sconsigliabile, in quanto subordinato alla realizzazione di approfondimenti d'indagine geologico-tecnica e idrogeologica, anche mediante l'utilizzo di campagne geognostiche, prove in situ e di laboratorio, tali da caratterizzare il modello geologico-tecnico-ambientale, che possono comportare vincoli tecnico-costruttivi e interventi di recupero geostatico e/o di protezione, anche con incidenza tecnico-economica onerosa. Operazioni di trasformazione urbanistica devono essere assoggettati a verifica geologico-tecnica (piani particolareggiati) in grado di stabilire eventuali interventi al fine di garantire necessarie e sufficienti condizioni di stabilità e sicurezza, anche in prospettiva sismica. Nelle aree di edificato esistente sono da prevenire piani di recupero geostatico e di adeguamento sismico, mediante progettazione e realizzazione di opere di difesa e di sistemazione idrogeologica e di eventuali interventi di mitigazione degli effetti negativi indotti dall'edificato. Laddove necessario, sono, inoltre, da sostenere sistemi di monitoraggio geologico per il controllo dell'evoluzione dei fenomeni.

Rientrano, in generale, in questa classe:

- aree da moderatamente acclivi ad acclivi, caratterizzate dall'insorgere di possibili forme di dissesto in cui sono comprese:
 - aree marginali a paleo frane collocate in aree con copertura detritica o in ambiti di possibili crolli, caduta di blocchi e masse detritiche;
 - aree acclivi in cui la stabilità è condizionata dalle caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni del substrato.
 - aree prossime a versanti acclivi potenzialmente caratterizzate da fenomeni franosi, da dissesto o ricadenti in ambiti d'influenza di impluvi e corsi idrici minori per fenomeni erosivi, scalzamenti al piede ed effetti di richiam sulle sponde;
 - aree di spianate alluvionali sottratte all'azione delle acque fluviali.

Classe 4 - Fattibilità con gravi limitazioni – (Pericolosità molto alta)

In questa classe ricadono tutte le aree definite al capitolo precedente con **“elevata propensione al dissesto”**. Comprende le aree dissestate o con elevata propensione al dissesto, tendenzialmente instabili, ad alto rischio geostatico, che comportano gravi limitazioni alle destinazioni d'uso. In tali aree l'edificazione nuova è sconsigliata e da evitare, mentre sono da sostenere opere tese al consolidamento e alla sistemazione idrogeologica per la messa in sicurezza dei siti, che limitino i processi erosivi e l'estendersi dei dissesti. Per gli edifici esistenti saranno consentiti esclusivamente interventi così come definiti dall'art. 31, lettere a) b) c) della L. 457/1978, nonché interventi di adeguamento sismico. Si dovranno inoltre fornire indicazioni in merito alle opere di sistemazione idrogeologica e, per i nuclei abitati esistenti, dovrà essere valutata la necessità di predisporre sistemi di monitoraggio geologico che permettano di tenere sotto controllo l'evoluzione dei fenomeni in atto. Eventuali opere pubbliche o di interesse pubblico dovranno essere valutate puntualmente. A tal fine, nelle istanze per l'approvazione da parte dell'autorità comunale, dovrà essere allegata apposita relazione geologica che dimostri la compatibilità degli interventi previsti con la situazione di grave rischio geologico, con riferimento alla pericolosità sismica. Ciò non esclude pertanto che, facendo ricorso ad approfonditi studi geologici, supportati anche

Committente	Fondazione Madonna dello Scoglio	Santuario Madonna dello Scoglio Comune di Placanica (RC)	Riferimento 028G-11/RGT 03
		Relazione geologico – tecnica e sulla pericolosità sismica di base ai sensi dell'ex art. 13 legge 64/74	Data Novembre 2012
			Pag. 63

da analisi, prove ed indagini di dettaglio, e alle conseguenti opere di sistemazione generale e particolare, parte di queste aree possa essere risanata in modo da migliorarne l'attuale stato geomorfico, tenendo comunque sempre presente la situazione in prospettiva sismica.

Rientrano, in generale, in questa classe:

- aree in dissesto o facilmente dissestabili, con versanti generalmente acclivi ed in particolare:
 - aree interessate da pericolo di frana, deformazioni gravitative, scorrimenti profondi e processi erosivi accentuati;
 - aree di impluvi e corsi idrici minori soggetti ad approfondimento d'alveo, scalzamenti al piede ed erosione di sponda.

Committente	Fondazione Madonna dello Scoglio	Santuario Madonna dello Scoglio Comune di Placanica (RC)	Riferimento 028G-11/RGT 03
		Relazione geologico – tecnica e sulla pericolosità sismica di base ai sensi dell'ex art. 13 legge 64/74	Data Novembre 2012
			Pag. 64

18. DISPOSIZIONI CORRELATE ALLA FATTIBILITA' DELLE AZIONI DI PIANO

Fermo restando la disciplina delle Norme di Attuazione (NA) e Misure di Salvaguardia (MS) del PAI della Regione Calabria e il quadro di pericolosità e rischio definito nel corso del presente lavoro, le indicazioni inerenti alle classi di fattibilità di cui sopra sono correlate anche alle seguenti disposizioni:

1. Nelle zone ricadenti nella classe 2

Gli studi geologici di dettaglio dovranno, in generale, verificare le specifiche problematiche legate ai diversi fattori limitativi rientranti in tale classe di fattibilità.

- Per le aree in pendenza gli interventi si dovranno effettuare per comparti, da realizzarsi con ripianamenti del pendio previsti in fase di progettazione; i fronti di scavo dovranno essere tutelati da strutture di contenimento opportunamente dimensionate. Riguardo alla indicazioni relative alle fasce dove il loro utilizzo presuppone sbancamenti che possono condizionare la scelta delle tipologie costruttive, è da evidenziare che le modificazioni alla geometria dei profili naturali attuali dovranno essere adeguate all'entità dell'inclinazione attuale dei versanti: i fronti scavo dovranno quindi essere di altezza limitata e con la riprofilatura di gradoni e la realizzazione di strutture di contenimento adeguate, tenendo conto delle diverse spinte agenti dai terreni di terrapieno, fermo restando l'obbligo di eseguire, in sede di progettazione di opere, le verifiche di stabilità così come prescritte dalle Normative vigenti (D.M. 14-01-2008 e smi.)
- Bisognerà, inoltre, porre particolare attenzione alla gestione dei fronti aperti nei versanti, dal punto di vista delle alterazione o modificazione della circolazione delle acque superficiali e sotterranee, per la cui regimazione sarà necessario prevedere tutte le opere di canalizzazione e opere di raccolta e convogliamento.
- Bisognerà verificare puntualmente, attraverso prove in situ e analisi di laboratorio, l'assetto litostratigrafico, la compressibilità del terreno in funzione dei carichi, la presenza di eventuali falde superficiali e quindi il piano di posa e il tipo di fondazione più adatto (superficiale, superficiale rigido, profonda...) da adottare. Inoltre, considerato che le litologie affioranti possiedono, nell'assetto stratigrafico dell'intero territorio studiato una predisposizione genetica a fenomeni di dissesti superficiali, se non opportunamente salvaguardati, in tali ambiti, si rende necessaria e prioritaria a qualsiasi trasformazione dei luoghi nonché ad un uso corretto degli stessi, la puntuale progettazione di tutte le opere di drenaggio e canalizzazione delle acque di deflusso superficiale (canalizzazioni principali, fossi di guardia), la bonifica e/o asportazione delle coltri superficiali poco consistenti e/o allentate. Particolare cura deve porsi nella sistemazione delle scarpate denudate, realizzando graticciate e vimate, canalizzazioni adeguate e sostegni della parte superficiale allentata, anche per evitarne l'asportazione da parte delle acque di dilavamento superficiale.

Le canalizzazioni lungo le strade dovranno essere sufficienti e ben dimensionate e dovranno scaricare le acque in canali o fossi sicuri, in modo da non turbare l'attuale equilibrio morfologico.

- In corrispondenza di lineamenti tettonici, seppur valutati a minore rischio di riattivazione perché rientranti in un sistema di fagliatura secondaria nell'ambito della tettonica dell'area di analisi, gli studi e le indagini di dettaglio dovranno essere, comunque, molto puntuali ed articolati, al fine di individuare piani di posa dei manufatti (che dovranno essere posti sempre a distanza di assoluta

Committente	Fondazione Madonna dello Scoglio	Santuario Madonna dello Scoglio Comune di Placanica (RC)	Riferimento 028G-11/RGT 03
		Relazione geologico – tecnica e sulla pericolosità sismica di base ai sensi dell'ex art. 13 legge 64/74	Data Novembre 2012
			Pag. 65

sicurezza dalla linea di faglia stessa) in ogni caso, omogenei dal punto di vista della rigidità dei terreni.

- Le stesse prescrizioni di indagini di approfondimento valgono anche per tutte le fasce a contatto tra litotipi a comportamento meccanico diverso.
- In corrispondenza di affioramenti di prodotti di dilavamento e/o di soliflussione, che presentano spessore variabile e che ricoprono e obliterano la formazione in posto, gli studi di dettaglio dovranno individuare, principalmente, lo spessore di tali coperture, e le loro caratteristiche geotecniche puntuali considerato che si presentano generalmente poco costipati e con consistenti variazioni granulometriche, sia orizzontali che verticali, valutando caso per caso la loro asportazione e/o la loro idoneità, quali piani di posa di fondazione di manufatti.

2. Nelle zone ricadenti nella classe 3

Limitatamente alle aree per cui permangono interessi giustificati per la trasformazione urbanistica, l'utilizzo e quindi qualsiasi ammissione di opere, è subordinato alla realizzazione di supplementi di indagine per acquisire una maggiore conoscenza geologico-tecnica dell'area e del suo intorno, ove necessario mediante campagne geognostiche, prove in situ e di laboratorio, nonché mediante studi tematici specifici di varia natura (idrogeologici, ambientali, pedologici, ecc.). Ciò dovrà consentire di precisare e caratterizzare il modello geologico-tecnico-ambientale per area, e, in caso di sostenibilità degli interventi, le condizioni di sostenibilità. Inoltre, per gli ambiti territoriali di questa classe a rischio geomorfologico dovranno essere previsti interventi di rinaturalizzazione, attraverso tecniche di interventi di ingegneria naturalistica per una migliore valorizzazione del paesaggio.

Le indagini suppletive dovranno, in particolare, verificare:

- Il diverso grado di rigidità e il diverso comportamento meccanico, in condizioni sismiche dei terreni, in tutte le condizioni a maggiore vulnerabilità sismica e in particolare nelle aree di brusca variazione litologica di contatto tra litotipi aventi caratteristiche meccaniche molto diverse e lungo le fasce a cavallo di faglie valutate a maggiore rischio di riattivazione, dove si possa verificare in caso di riattivazione delle stesse, spostamenti relativi dei terreni di fondazione; tutto ciò al fine di verificare l'ammissibilità di opere in tali ambiti a maggiore rischio sismico.
- In prossimità di cigli e/o bordi di scarpate, gli studi di maggiore approfondimento dovranno verificare anche lo stato di alterazione e/o fatturazione dei terreni, in prospettiva di possibili fenomeni di crolli in condizioni sismiche, con conseguente arretramento dell'orlo di scarpata; gli edifici siano ubicati, in ogni caso, a distanza di assoluta sicurezza da orli di terrazzi, pareti o scarpate e da eventuali cigli di distacco.
- Per i versanti, in particolare con acclività accentuate, gli studi di approfondimento dovranno prevedere dettagliate e globali verifiche di stabilità degli stessi, così come prescritte dalle Normative vigenti (D.M. 14-01-2008 e smi), prima e dopo gli eventuali interventi di progetto.
- Nelle aree definite a stabilità precaria, qualsiasi ammissione di opere è subordinata a studi suppletivi ancora più dettagliati e approfonditi, al fine di verificare l'effettiva attuale stabilità di tali ambiti e quindi la precisa influenza

Committente	Fondazione Madonna dello Scoglio	Santuario Madonna dello Scoglio Comune di Placanica (RC)	Riferimento 028G-11/RGT 03
		Relazione geologico – tecnica e sulla pericolosità sismica di base ai sensi dell'ex art. 13 legge 64/74	Data Novembre 2012
			Pag. 66

che qualsiasi intervento possa avere su queste aree definite a consistente limitazione d'uso per la pericolosità geologica-sismica ivi definita.

- In vicinanza di qualsiasi forma di dissesto individuata e cartografata in questa fase di analisi, qualsiasi ammissione di opere necessita comunque sempre, prima, di attente e puntuali analisi di approfondimento e supplementi di indagini della zona, al fine di progettare anche, gli interventi più idonei (opere di ingegneria naturalistica, regimazione e canalizzazione delle acque superficiali e profonde per la non propagazione dei fenomeni di dissesto circostanti.
- Nelle aree a bassa soggiacenza della falda gli interventi edificatori dovranno essere preceduti da indagini geologico tecniche tese a valutare le possibili interferenze della falda con le strutture di fondazione.

3. Nelle zone ricadenti nella classe 4

Non possono essere definite e prescritte, ovvero dichiarate ammissibili, trasformazioni fisiche ed opere che non consistano in interventi finalizzati alla bonifica ed alla messa in sicurezza geomorfologica ed idraulica dei siti, ovvero in opere di protezione idrogeologica.

Nelle aree, in particolare in cui si possono verificare cadute di detriti e nelle aree in frana si rendono necessari interventi di controllo di detti fenomeni a garanzia della sicurezza delle strutture edificate e/o reti viarie esistenti, considerato altresì la difficoltà a definire, alla scala di studio, l'area di influenza di tali fenomenologie.

Per gli edifici esistenti saranno consentiti esclusivamente interventi così come definiti dall'art.31 (lettere a-b), della L.457/1978, nonché interventi di adeguamento sismico. Eventuali opere pubbliche o di interesse pubblico dovranno essere valutate puntualmente. A tal fine, alle istanze per l'approvazione da parte dell'autorità comunale, dovrà essere allegata apposita relazione geologica che dimostri la compatibilità degli interventi previsti con la natura di grave rischio geologico.

Committente	Fondazione Madonna dello Scoglio	Santuario Madonna dello Scoglio Comune di Placanica (RC)	Riferimento 028G-11/RGT 03
		Relazione geologico – tecnica e sulla pericolosità sismica di base ai sensi dell'ex art. 13 legge 64/74	Data Novembre 2012
			Pag. 67

19. CONCLUSIONI

Nel corso del presente lavoro è stata studiata l'area nella quale ricade il sito destinato alla realizzazione del Santuario della Madonna dello Scoglio.

In particolare, è stato studiato l'assetto geologico-strutturale, geomorfologico, sismico e idrogeologico e le conoscenze acquisite, oltre ad essere descritte nella presente relazione, sono state riportate in specifici elaborati cartografici multidisciplinari: “Carta di inquadramento generale geologico e strutturale”, “Carta geomorfologica”, “Carta idrogeologica e del sistema idrografico”, “Carta clivometrica”, “Zonazione della pericolosità sismica locale”, “Carta litotecnica”. Alla fase di analisi è seguita la fase diagnostico-propositiva, che è consistita nella valutazione incrociata degli elementi contenuti negli elaborati di base con i fattori ambientali ed antropici del territorio in esame ed alla formulazione delle proposte di fattibilità geologico-tecnico-ambientale delle azioni di piano; questa fase di lavoro si è conclusa con la stesura della “Carta delle pericolosità geologiche. Fattibilità delle azioni di Piano”.

Inoltre, al fine di verificare le conoscenze stratigrafiche raggiunte attraverso il rilevamento geologico di superficie e di caratterizzare i litotipi interessati dagli interventi in progetto, sono state eseguite delle indagini geognostiche, dalla cui analisi critica è stato desunto il profilo litostratigrafico dei terreni di fondazione e definita la caratterizzazione geotecnica.

Sulla scorta dei dati acquisiti sull'area studiata, si può affermare che per quanto concerne i lavori previsti, da eseguire nel rispetto delle normative antisismiche, non esistono controindicazioni di tipo geologico-tecnico che possano inibire i lavori in oggetto.

In termini di pericolosità geologica, per il sito destinato agli interventi in progetto, ricadente nella “Classe 2” e nella “Classe 3” della “Carta delle pericolosità geologiche. Fattibilità delle azioni di piano”, i rilievi e le indagini eseguite hanno evidenziato la stabilità morfologica dell'area, data l'assenza di elementi disequilibranti significativi, legati sia ai fenomeni di versante (frane), sia all'azione delle acque superficiali, che possano inibire l'utilizzo del sito. Infatti, a seguito di attenti approfondimenti di indagine geologico-tecnica e idrogeologica, è emerso come anche l'area a valle della zona nella quale sorgerà il Santuario (Classe 2), nonostante sia caratterizzata da un aumento generale delle pendenze, in conseguenza del quale ricade nella Classe 3, non risulta caratterizzata da dissesti di vario tipo in atto o potenziali; in particolare, tale porzione di territorio ricadente nella Classe 3 è destinata alla realizzazione di parcheggi, verde attrezzato, strade interne, marciapiedi e camminamenti pedonali, oltre a comprendere l'area da cedere al comune per attrezzature pubbliche. Inoltre, è possibile stabilire come detta area si presenti stabile anche a seguito dei terrazzamenti e degli sbancamenti delle coltri superficiali alterate ed in generale, degli interventi di trasformazione urbanistica, ai quali non sono imputabili possibili effetti negativi sull'attuale stato di equilibrio della zona di interesse e di quelle limitrofe.

Con riferimento alle “Disposizioni correlate alla fattibilità delle azioni di piano”, complessivamente, si prescrive di realizzare i seguenti interventi, atti a garantire necessarie e sufficienti condizioni di stabilità e sicurezza, anche in prospettiva sismica:

Opere di drenaggio per le fondazioni, opportunamente calibrate, al fine di ottenere le condizioni di massima sicurezza della struttura in progetto. Tali opere hanno lo scopo di eliminare completamente l'interazione tra il sistema di fondazione e gli accumuli idrici sotterranei, in modo tale da preservare le caratteristiche meccaniche dei terreni.

Committente	Fondazione Madonna dello Scoglio	Santuario Madonna dello Scoglio Comune di Placanica (RC)	Riferimento 028G-11/RGT 03
		Relazione geologico – tecnica e sulla pericolosità sismica di base ai sensi dell'ex art. 13 legge 64/74	Data Novembre 2012
			Pag. 68

Regimazione delle acque di ruscellamento superficiale, sia per evitare infiltrazioni, che potrebbero diminuire la resistenza dei terreni, sia per evitare il ruscellamento incontrollato nell'area oggetto degli interventi in progetto.

Da un punto di vista sismico, l'area si presenta omogenea senza zone di particolare rischio e secondo la classificazione fatta nell'o.p.c.m. 3274 e ripresa nel D.M. del 14 gennaio 2008, i terreni costituenti il sottosuolo del sito destinato agli interventi in progetto appartengono alla *Categoria B* "Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $NSPT_{30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina)". Inoltre, si può escludere, la presenza di particolari condizioni litologiche ed idrogeologiche che possano dar luogo, in presenza di sisma, a fenomeni di liquefazione.

Per quanto concerne i terreni fondazione, la scelta del primo orizzonte utile come piano di sedime deve essere eseguita ad esclusione della porzione più superficiale (terreno vegetale e materiale di riporto) ed il dimensionamento deve scaturire da ipotesi progettuali che tengano conto delle considerazioni fatte dallo scrivente circa le caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni e di conseguenza, dei carichi trasmessi dalle strutture. Infine, oltre alla verifica costante in fase esecutiva di quanto emerso nel presente studio, si prescrive di adottare i parametri geotecnici riportati nel modello geologico-tecnico.

Castrolibero, Novembre 2012

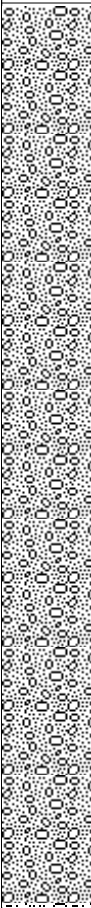
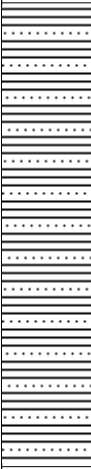
Il Geologo

Dott. Giuseppe Cerchiaro

Allegato 01
INDAGINI GEOGNOSTICHE

Stratigrafie sondaggi

Committente C.B. COSTRUZIONI S.A.S.	Profondità raggiunta 15.00 m	Quota Ass. P.C. PIANO CAMPAGNA	Certificato n° 1	Pagina 1
Operatore CARLO FRANCO	Località MADONNA DELLO SCOGLIO - PLACANICA (RC)	Progetto Indagini geognostiche		Inizio/Fine Esecuzione 26/GIUGNO/2012
Responsabile DANILO NUCARO	Sondaggio S1	Tipo Carotaggio CAROTAGGIO CONTINUO	Tipo Sonda CMV MK 420 F	Note Monitorare la quota di falda

Scala (mt)	Litologia	Descrizione	Quota	S.P.T. (n° Colpi)	Campioni	Diam. Carotag.	Metodo Perforazione	Metodo Stabilizzaz.	Cass. Catalog.	Piezometro
1		Terreno di riporto costituito da ghiaie e sabbie di colore marroncino.	1.40							
2		Ghiaie a matrice sabbiosa, talora deb limosa, di colore marroncino.		7-12-10 2.70 PA						
3				14-10-11 4.00 PA						
4										
5									1 5.00	
6					6.40 R 6.65					
7		Alternanza di marne argillose e/o argille marnose e arenarie di colore grigiastro.	10.40	7-11-14 10.40 PA				(RM)	2 10.00	
8										
9										
10										
11								10.50		
12										
13					13.60 R 13.90					
14										
			15.00			(101 mm) 15.00			3 15.00	

Campioni: S-Pareti Sottili, O-Osterberg, M-Mazier, R-Rimaneggiato , Rs-Rimaneggiato da SPT
Piezometro: ATA-Tubo Aperto, CSG-Casagrande
Perforazione: CS-Carotiere Semplice, CD-Carotiere Doppio, EC-Elca Continua
Stabilizzazione: RM-Rivestimento Metallico, FB-Fanghi Betonitici
Prove SPT: PA-Punta Aperta, PC-Punta Chiusa
Carotaggio: CAROTAGGIO CONTINUO

Sonda: CMV MK 420 F

Committente C.B. COSTRUZIONI S.A.S.	Profondità raggiunta 15.00 m	Quota Ass. P.C. PIANO CAMPAGNA	Certificato n° 2	Pagina 2
Operatore CARLO FRANCO	Località MADONNA DELLO SCOGLIO - PLACANICA (RC)	Progetto Indagini geognostiche		Inizio/Fine Esecuzione 22/GIUGNO/2012
Responsabile DANILO NUCARO	Sondaggio S2	Tipo Carotaggio CAROTAGGIO CONTINUO	Tipo Sonda CMV MK 420 F	Note Monitorare la quota di falda

Scala (mt)	Litologia	Descrizione	Quota	S.P.T. (n° Colpi)	Campioni	Diam. Carotag.	Metodo Perforazione	Metodo Stabilizzaz.	Cass. Catalog.	Piezometro	P-(1)
1		Terreno di riporto costituito da ghiaie e sabbie di colore marroncino.	0.55								
		Alternanza di marne argillose e/o argille marnose e arenarie di colore grigiastro.									
2				RIF. 9 cm 2.40 PA				(RM)			
3								3.00			
4				RIF. 11 cm 4.10 PA			(CS) 4.10				
5									1 5.00		
6											
7											
8							(CD) 8.40				
9											
10							(CS) 10.30		2 10.00		
11											
12											
13							(CD) 13.00				
14											
			15.00			(101 mm) 15.00	(CS) 15.00		3 15.00		

Campioni: S-Pareti Sottili, O-Osterberg, M-Mazier, R-Rimaneggiato , Rs-Rimaneggiato da SPT
Piezometro: ATA-Tubo Aperto, CSG-Casagrande
Perforazione: CS-Carotiere Semplice, CD-Carotiere Doppio, EC-Elica Continua
Stabilizzazione: RM-Rivestimento Metallico, FB-Fanghi Betonitici
Prove SPT: PA-Punta Aperta, PC-Punta Chiusa
Carotaggio: CAROTAGGIO CONTINUO

Sonda: CMV MK 420 F

Committente C.B. COSTRUZIONI S.A.S.	Profondità raggiunta 15.00 m	Quota Ass. P.C. PIANO CAMPAGNA	Certificato n° 2	Pagina 2
Operatore CARLO FRANCO	Località MADONNA DELLO SCOGLIO - PLACANICA (RC)	Progetto Indagini geognostiche		Inizio/Fine Esecuzione 22/GIUGNO/2012
Responsabile DANILO NUCARO	Sondaggio S2	Tipo Carotaggio CAROTAGGIO CONTINUO	Tipo Sonda CMV MK 420 F	Note Monitorare la quota di falda

Scala (mt)	Litologia	Descrizione	Quota	S.P.T. (n° Colpi)	Campioni	Diam. Carotag.	Metodo Perforazione	Metodo Stabilizzaz.	Cass. Catalog.	Piezometro	P-(1)
1		Terreno di riporto costituito da ghiaie e sabbie di colore marrone e grigiastro.	1.30								
2		Limi argilloso-sabbiosi di colore verdastro.	2.50		2.00 S			(RM)			
3		Argille marnose di colore grigio con livelli rossatri, talora con presenza di intervalli di arenaria.	6.40	11-10-12 3.40 PA	2.60			3.00			
4		Argille marnose di colore grigio-rossastro.	8.40		7.80 S				1 5.00		
5		Alternanza di marne argillose e/o argille marnose e arenarie di colore grigiastro.	15.00	16-17-30 11.90 PA	8.40				2 10.00		
6		Terreno di riporto costituito da ghiaie e sabbie di colore marrone e grigiastro.	15.00			(101 mm) 15.00			3 15.00		

Campioni: S-Pareti Sottili, O-Osterberg, M-Mazier, R-Rimaneggiato , Rs-Rimaneggiato da SPT
Piezometro: ATA-Tubo Aperto, CSG-Casagrande
Perforazione: CS-Carotiere Semplice, CD-Carotiere Doppio, EC-Elca Continua
Stabilizzazione: RM-Rivestimento Metallico, FB-Fanghi Betonitici
Prove SPT: PA-Punta Aperta, PC-Punta Chiusa
Carotaggio: CAROTAGGIO CONTINUO

Sonda: CMV MK 420 F

Prove SPT

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA S1-SPT1**TERRENI INCOERENTI****Densità relativa**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	22	3,15	22	Meyerhof 1957	100

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	22	3,15	22	Meyerhof (1965)	37,65

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm²)
Strato 1	22	3,15	22	Bowles (1982) Sabbia Media	185,00

Modulo Edometrico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm²)
Strato 1	22	3,15	22	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	72,65

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	22	3,15	22	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAME NTE ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m³)
Strato 1	22	3,15	22	Meyerhof ed altri	2,03

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m³)
Strato 1	22	3,15	22	Terzaghi-Peck 1948-1967	---

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	22	3,15	22	(A.G.I.)	0,31

Modulo di deformazione a taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm²)
Strato 1	22	3,15	22	Ohsaki (Sabbie pulite)	1187,93

Velocità onde

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
Strato 1	22	3,15	22		257,97

Liquefazione

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Potenziale Liquefazione
Strato 1	22	3,15	22	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	0.04-0.10

Modulo di reazione Ko

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
Strato 1	22	3,15	22	Navfac 1971-1982	4,39

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato 1	22	3,15	22	Robertson 1983	44,00

TERRENI COESIVI**Coesione non drenata**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
Strato 1	22	3,15	Shioi - Fukui 1982	1,10

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato 1	22	3,15	Robertson (1983)	44,00

Modulo Edometrico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm ²)
Strato 1	22	3,15	Stroud e Butler (1975)	100,94

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm ²)
Strato 1	22	3,15	Schultze	232,60

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato 1	22	3,15	Classificaz. A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 1	22	3,15	Meyerhof ed altri	2,11

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m³)
Strato 1	22	3,15	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	2,14

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA S1-SPT2**TERRENI INCOERENTI****Densità relativa**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	21	4,45	21	Meyerhof 1957	100

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	21	4,45	21	Meyerhof (1965)	37,37

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm²)
Strato 1	21	4,45	21	Bowles (1982) Sabbia Media	180,00

Modulo Edometrico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm²)
Strato 1	21	4,45	21	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	70,60

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	21	4,45	21	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAME NTE ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m³)
Strato 1	21	4,45	21	Meyerhof ed altri	2,01

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m³)
Strato 1	21	4,45	21	Terzaghi-Peck 1948-1967	---

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	21	4,45	21	(A.G.I.)	0,31

Modulo di deformazione a taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm ²)
Strato 1	21	4,45	21	Ohsaki (Sabbie pulite)	1137,10

Velocità onde

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
Strato 1	21	4,45	21		252,04

Liquefazione

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Potenziale Liquefazione
Strato 1	21	4,45	21	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	0.04-0.10

Modulo di reazione Ko

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
Strato 1	21	4,45	21	Navfac 1971-1982	4,22

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato 1	21	4,45	21	Robertson 1983	42,00

TERRENI COESIVI**Coesione non drenata**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
Strato 1	21	4,45	Shioi - Fukui 1982	1,05

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato 1	21	4,45	Robertson (1983)	42,00

Modulo Edometrico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm ²)
Strato 1	21	4,45	Stroud e Butler (1975)	96,35

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm ²)
Strato 1	21	4,45	Schultze	221,10

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato 1	21	4,45	Classificaz. A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m³)
Strato 1	21	4,45	Meyerhof ed altri	2,10

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m³)
Strato 1	21	4,45	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	2,12

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA S1-SPT3**TERRENI INCOERENTI****Densità relativa**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	25	10,85	25	Skempton 1986	57,96

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	25	10,85	25	Schmertmann (1977) Sabbie	42

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm²)
Strato 1	25	10,85	25	Terzaghi	356,89

Modulo Edometrico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm²)
Strato 1	25	10,85	25	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	78,82

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	25	10,85	25	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAME NTE ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m³)
Strato 1	25	10,85	25	Meyerhof ed altri	2,08

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m³)
Strato 1	25	10,85	25	Terzaghi-Peck 1948-1967	---

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	25	10,85	25	(A.G.I.)	0,3

Modulo di deformazione a taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm ²)
Strato 1	25	10,85	25	Ohsaki (Sabbie pulite)	1339,61

Velocità onde

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
Strato 1	25	10,85	25		275

Liquefazione

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Potenziale Liquefazione
Strato 1	25	10,85	25	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	0.04-0.10

Modulo di reazione Ko

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
Strato 1	25	10,85	25	Navfac 1971-1982	4,88

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato 1	25	10,85	25	Robertson 1983	50,00

TERRENI COESIVI**Coesione non drenata**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
Strato 1	25	10,85	U.S.D.M.S.M	0,95

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato 1	25	10,85	Robertson (1983)	50,00

Modulo Edometrico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm ²)
Strato 1	25	10,85	Stroud e Butler (1975)	114,70

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm ²)
Strato 1	25	10,85	Schultze	267,10

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato 1	25	10,85	Classificaz. A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m³)
Strato 1	25	10,85	Meyerhof ed altri	2,12

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m³)
Strato 1	25	10,85	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	2,22

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA S2-SPT1**TERRENI INCOERENTI****Densità relativa**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	50	2,85	50	Skempton 1986	80,36

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	50	2,85	50	Schmertmann (1977) Sabbie	42

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm²)
Strato 1	50	2,85	50	Terzaghi	504,73

Modulo Edometrico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm²)
Strato 1	50	2,85	50	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	130,17

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	50	2,85	50	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m³)
Strato 1	50	2,85	50	Meyerhof ed altri	2,24

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m³)
Strato 1	50	2,85	50	Terzaghi-Peck 1948-1967	---

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	50	2,85	50	(A.G.I.)	0,25

Modulo di deformazione a taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm²)
Strato 1	50	2,85	50	Ohsaki (Sabbie pulite)	2570,07

Velocità onde

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
Strato 1	50	2,85	50		388,91

Liquefazione

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Potenziale Liquefazione
Strato 1	50	2,85	50	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	> 0,35

Modulo di reazione Ko

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
Strato 1	50	2,85	50	Navfac 1971-1982	8,18

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm²)
Strato 1	50	2,85	50	Robertson 1983	100,00

TERRENI COESIVI**Coesione non drenata**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm²)
Strato 1	50	2,85	U.S.D.M.S.M	1,75

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm²)
Strato 1	50	2,85	Robertson (1983)	100,00

Modulo Edometrico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm²)
Strato 1	50	2,85	Stroud e Butler (1975)	229,40

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm ²)
Strato 1	50	2,85	Schultze	554,60

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato 1	50	2,85	Classificaz. A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 1	50	2,85	Meyerhof ed altri	3,57

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato 1	50	2,85	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	---

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA S2-SPT2**TERRENI INCOERENTI****Densità relativa**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	50	4,55	50	Skempton 1986	80,36

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	50	4,55	50	Schmertmann (1977) Sabbie	42

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
Strato 1	50	4,55	50	Terzaghi	504,73

Modulo Edometrico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
Strato 1	50	4,55	50	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	130,17

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	50	4,55	50	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m³)
Strato 1	50	4,55	50	Meyerhof ed altri	2,24

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m³)
Strato 1	50	4,55	50	Terzaghi-Peck 1948-1967	---

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	50	4,55	50	(A.G.I.)	0,25

Modulo di deformazione a taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm²)
Strato 1	50	4,55	50	Ohsaki (Sabbie pulite)	2570,07

Velocità onde

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
Strato 1	50	4,55	50		388,91

Liquefazione

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Potenziale Liquefazione
Strato 1	50	4,55	50	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	> 0.35

Modulo di reazione Ko

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
Strato 1	50	4,55	50	Navfac 1971-1982	8,18

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm²)
Strato 1	50	4,55	50	Robertson 1983	100,00

TERRENI COESIVI**Coesione non drenata**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm²)
Strato 1	50	4,55	U.S.D.M.S.M	1,75

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm²)
Strato 1	50	4,55	Robertson (1983)	100,00

Modulo Edometrico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm ²)
Strato 1	50	4,55	Stroud e Butler (1975)	229,40

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm ²)
Strato 1	50	4,55	Schultze	554,60

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato 1	50	4,55	Classificaz. A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 1	50	4,55	Meyerhof ed altri	3,57

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato 1	50	4,55	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	---

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA S3-SPT1**TERRENI INCOERENTI****Densità relativa**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	22	3,85	22	Skempton 1986	54,08

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	22	3,85	22	Schmertmann (1977) Sabbie	42

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
Strato 1	22	3,85	22	Terzaghi	334,80

Modulo Edometrico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
Strato 1	22	3,85	22	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	72,65

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	22	3,85	22	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m³)
Strato 1	22	3,85	22	Meyerhof ed altri	2,03

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m³)
Strato 1	22	3,85	22	Terzaghi-Peck 1948-1967	---

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	22	3,85	22	(A.G.I.)	0,31

Modulo di deformazione a taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm²)
Strato 1	22	3,85	22	Ohsaki (Sabbie pulite)	1187,93

Velocità onde

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
Strato 1	22	3,85	22		257,97

Liquefazione

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Potenziale Liquefazione
Strato 1	22	3,85	22	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	0.04-0.10

Modulo di reazione Ko

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
Strato 1	22	3,85	22	Navfac 1971-1982	4,39

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm²)
Strato 1	22	3,85	22	Robertson 1983	44,00

TERRENI COESIVI**Coesione non drenata**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm²)
Strato 1	22	3,85	U.S.D.M.S.M	0,85

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato 1	22	3,85	Robertson (1983)	44,00

Modulo Edometrico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm ²)
Strato 1	22	3,85	Stroud e Butler (1975)	100,94

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm ²)
Strato 1	22	3,85	Schultze	232,60

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato 1	22	3,85	Classificaz. A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 1	22	3,85	Meyerhof ed altri	2,11

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato 1	22	3,85	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	2,14

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA S3-SPT2**TERRENI INCOERENTI****Densità relativa**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	47	12,35	47	Skempton 1986	77,9

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	47	12,35	47	Schmertmann (1977) Sabbie	42

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
Strato 1	47	12,35	47	Terzaghi	489,35

Modulo Edometrico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
Strato 1	47	12,35	47	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	124,00

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	47	12,35	47	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m ³)
Strato 1	47	12,35	47	Meyerhof ed altri	2,23

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m ³)
Strato 1	47	12,35	47	Terzaghi-Peck 1948-1967	---

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	47	12,35	47	(A.G.I.)	0,26

Modulo di deformazione a taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm ²)
Strato 1	47	12,35	47	Ohsaki (Sabbie pulite)	2424,85

Velocità onde

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
Strato 1	47	12,35	47		377,06

Liquefazione

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Potenziale Liquefazione
Strato 1	47	12,35	47	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	> 0.35

Modulo di reazione Ko

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
Strato 1	47	12,35	47	Navfac 1971-1982	7,77

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato 1	47	12,35	47	Robertson 1983	94,00

TERRENI COESIVI**Coesione non drenata**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
Strato 1	47	12,35	U.S.D.M.S.M	1,66

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato 1	47	12,35	Robertson (1983)	94,00

Modulo Edometrico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm ²)
Strato 1	47	12,35	Stroud e Butler (1975)	215,64

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm ²)
Strato 1	47	12,35	Schultze	520,10

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato 1	47	12,35	Classificaz. A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 1	47	12,35	Meyerhof ed altri	3,16

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato 1	47	12,35	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	---

Prove penetrometriche dinamiche

PROVA DPM 1

Strumento utilizzato: DPM (DL030 10 - Medium)

Prova eseguita in data: 17/10/2011

Profondità prova (m): 2.50

Falda non rilevata

Caratteristiche strumentali

Rif. Norme: DIN 4094

Peso massa battente: 30,0 kg

Peso sistema battuta battente: 90,0 kg

Altezza di caduta libera: 0,20 m

Diametro punta conica: 35,68 mm

Area di base punta: 10 cm²

Angolo di apertura punta: 60°

Lunghezza delle aste: 1 m

Peso aste a metro: 2,9 Kg

Avanzamento punta: 0,10 m

Coeff. Correlazione: 0,761

<i>Profondità (m)</i>	<i>Nr. Colpi</i>	<i>Calcolo coeff. riduzione sonda Chi</i>	<i>Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)</i>	<i>Res. dinamica (Kg/cm²)</i>
0,10	14	0,807	37,71	46,75
0,20	23	0,755	57,96	76,81
0,30	25	0,753	62,84	83,49
0,40	29	0,751	72,71	96,85
0,50	26	0,749	65,02	86,83
0,60	33	0,697	76,81	110,20
0,70	39	0,645	84,03	130,24
0,80	33	0,693	76,41	110,20
0,90	15	0,792	37,63	47,54
1,00	18	0,790	45,05	57,04
1,10	19	0,788	47,45	60,21
1,20	16	0,786	39,87	50,70
1,30	18	0,785	44,75	57,04
1,40	17	0,783	42,18	53,87
1,50	15	0,781	37,13	47,54
1,60	28	0,730	64,74	88,73
1,70	32	0,678	68,75	101,41
1,80	29	0,726	63,51	91,90
1,90	31	0,675	63,07	93,47
2,00	39	0,623	73,28	117,59
2,10	33	0,672	66,83	99,50
2,20	34	0,670	68,70	102,51
2,30	32	0,669	64,51	96,48
2,40	30	0,717	64,87	90,45
2,50	36	0,666	72,26	108,54
2,60	50	0,614	92,60	150,75

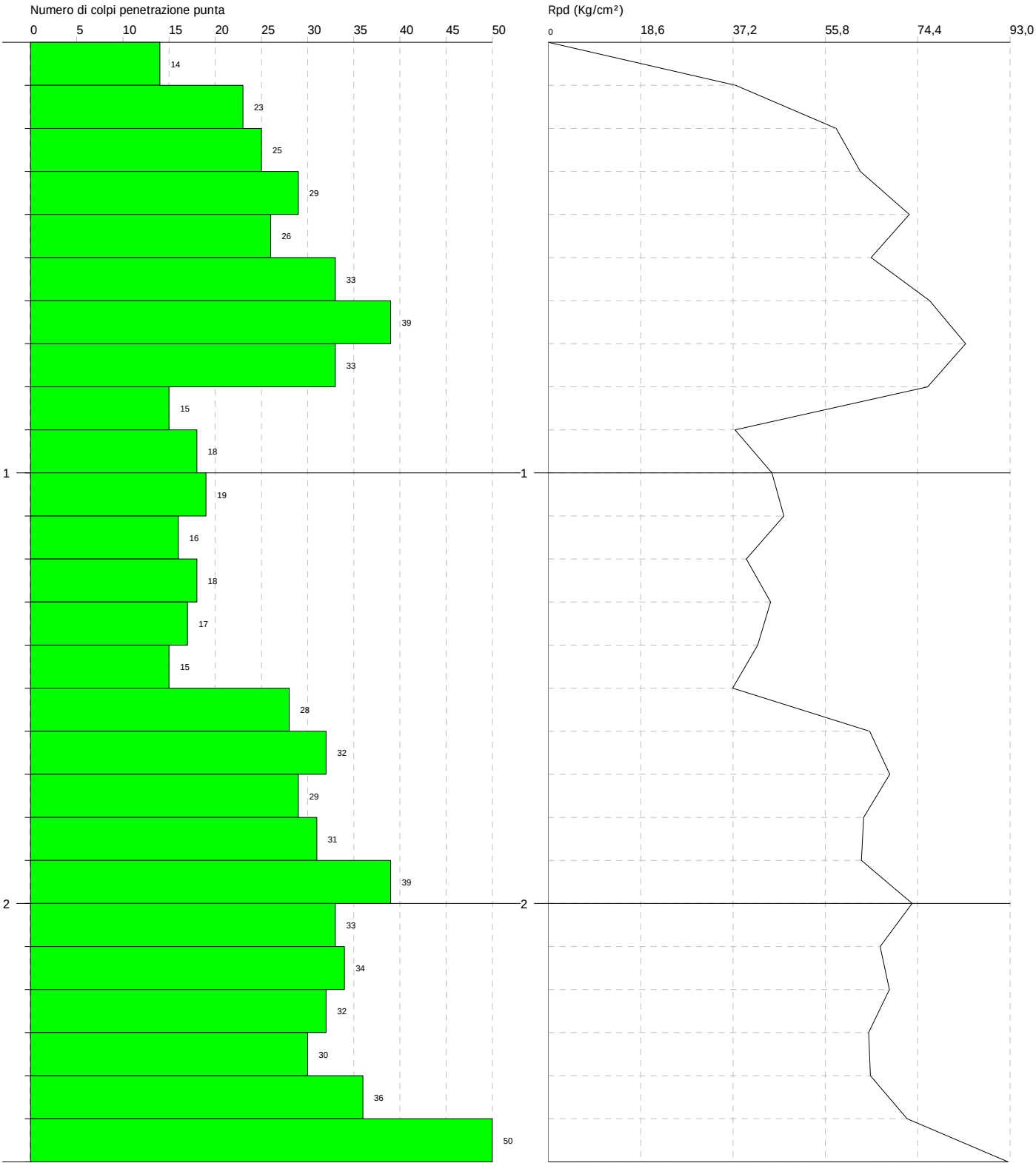
Lavoro "Santuario Madonna dello Scoglio"
Comune di Placanica (RC)

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.1
Strumento utilizzato... DPM (DL030 10) (Medium)

Committente: Fondazione Madonna dello Scoglio
Cantiere: Santuario Madonna dello Scoglio
Località: Placanica (RC)

Data: 17/10/2011

Scala 1:13



STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
[1] - Strato	21,12	0,80	Shioi - Fukui 1982	1,06
[2] - Strato	12,83	1,50	Shioi - Fukui 1982	0,64
[3] - Strato	24,66	2,50	Shioi - Fukui 1982	1,23

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
[1] - Strato	21,12	0,80	Robertson (1983)	42,24
[2] - Strato	12,83	1,50	Robertson (1983)	25,66
[3] - Strato	24,66	2,50	Robertson (1983)	49,32

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm ²)
[1] - Strato	21,12	0,80	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	217,20
[2] - Strato	12,83	1,50	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	132,65
[3] - Strato	24,66	2,50	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	253,31

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm ²)
[1] - Strato	21,12	0,80	Apollonia	211,20
[2] - Strato	12,83	1,50	Apollonia	128,30
[3] - Strato	24,66	2,50	Apollonia	246,60

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] - Strato	21,12	0,80	A.G.I. (1977)	molto consistente
[2] - Strato	12,83	1,50	A.G.I. (1977)	consistente
[3] - Strato	24,66	2,50	A.G.I. (1977)	molto consistente

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
[1] - Strato	21,12	0,80	Meyerhof ed altri	2,10
[2] - Strato	12,83	1,50	Meyerhof ed altri	2,03
[3] - Strato	24,66	2,50	Meyerhof ed altri	2,12

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
[1] - Strato	21,12	0,80	Meyerhof ed altri	2,12
[2] - Strato	12,83	1,50	Meyerhof ed altri	--
[3] - Strato	24,66	2,50	Meyerhof ed altri	2,21

Velocità onde di taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - Strato	21,12	0,80	Ohta & Goto (1978)	97,16
[2] - Strato	12,83	1,50	Ohta & Goto (1978)	109,28
[3] - Strato	24,66	2,50	Ohta & Goto (1978)	136,16

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
[1] - Strato	21,12	0,80	21,12	Gibbs & Holtz 1957	57,44
[2] - Strato	12,83	1,50	12,83	Gibbs & Holtz 1957	41,74
[3] - Strato	24,66	2,50	24,66	Gibbs & Holtz 1957	53,78

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
[1] - Strato	21,12	0,80	21,12	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	32,8
[2] - Strato	12,83	1,50	12,83	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	28,87
[3] - Strato	24,66	2,50	24,66	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	34,23

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm²)
[1] - Strato	21,12	0,80	21,12	D'Appollonia ed altri 1970	338,40
[2] - Strato	12,83	1,50	12,83	D'Appollonia ed altri 1970	276,23
[3] - Strato	24,66	2,50	24,66	D'Appollonia ed altri 1970	364,95

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm²)
[1] - Strato	21,12	0,80	21,12	Buisman-Sanglerat	126,72
[2] - Strato	12,83	1,50	12,83	Buisman-Sanglerat	76,98
[3] - Strato	24,66	2,50	24,66	Buisman-Sanglerat	147,96

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - Strato	21,12	0,80	21,12	Classificazione A.G.I. 1977	moderatamente addensato
[2] - Strato	12,83	1,50	12,83	Classificazione A.G.I. 1977	moderatamente addensato
[3] - Strato	24,66	2,50	24,66	Classificazione A.G.I. 1977	moderatamente addensato

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m³)
[1] - Strato	21,12	0,80	21,12	Meyerhof ed altri	2,01
[2] - Strato	12,83	1,50	12,83	Meyerhof ed altri	1,82
[3] - Strato	24,66	2,50	24,66	Meyerhof ed altri	2,07

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m³)
[1] - Strato	21,12	0,80	21,12	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,41
[2] - Strato	12,83	1,50	12,83	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,94
[3] - Strato	24,66	2,50	24,66	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,48

Modulo di Poisson

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - Strato	21,12	0,80	21,12	(A.G.I.)	0,31
[2] - Strato	12,83	1,50	12,83	(A.G.I.)	0,33
[3] - Strato	24,66	2,50	24,66	(A.G.I.)	0,31

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm²)
[1] - Strato	21,12	0,80	21,12	Ohsaki	1143,21
[2] - Strato	12,83	1,50	12,83	Ohsaki	715,56
[3] - Strato	24,66	2,50	24,66	Ohsaki	1322,47

Velocità onde di taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - Strato	21,12	0,80	21,12	Ohta & Goto (1978)	97,16
[2] - Strato	12,83	1,50	12,83	Ohta & Goto (1978)	109,28
[3] - Strato	24,66	2,50	24,66	Ohta & Goto (1978)	136,16

Modulo di reazione Ko

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
[1] - Strato	21,12	0,80	21,12	Navfac 1971-1982	4,24
[2] - Strato	12,83	1,50	12,83	Navfac 1971-1982	2,69
[3] - Strato	24,66	2,50	24,66	Navfac 1971-1982	4,82

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
[1] - Strato	21,12	0,80	21,12	Robertson 1983	42,24
[2] - Strato	12,83	1,50	12,83	Robertson 1983	25,66
[3] - Strato	24,66	2,50	24,66	Robertson 1983	49,32

PROVA DPM 2

Strumento utilizzato: DPM (DL030 10 - Medium)

Prova eseguita in data: 17/10/2011

Profondità prova (m): 3.60

Falda non rilevata

Caratteristiche strumentali

Rif. Norme: DIN 4094

Peso massa battente: 30,0 kg

Peso sistema battuta battente: 90,0 kg

Altezza di caduta libera: 0,20 m

Diametro punta conica: 35,68 mm

Area di base punta: 10 cm²

Angolo di apertura punta: 60°

Lunghezza delle aste: 1 m

Peso aste a metro: 2,9 Kg

Avanzamento punta: 0,10 m

Coeff. Correlazione: 0,761

<i>Profondità (m)</i>	<i>Nr. Colpi</i>	<i>Calcolo coeff. riduzione sonda Chi</i>	<i>Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)</i>	<i>Res. dinamica (Kg/cm²)</i>
0,10	4	0,857	11,44	13,36
0,20	7	0,855	19,98	23,38
0,30	10	0,853	28,48	33,40
0,40	12	0,851	34,09	40,07
0,50	9	0,849	25,51	30,06
0,60	15	0,797	39,92	50,09
0,70	12	0,845	33,87	40,07
0,80	16	0,793	42,39	53,43
0,90	16	0,792	40,13	50,70
1,00	14	0,790	35,04	44,37
1,10	19	0,788	47,45	60,21
1,20	21	0,736	49,00	66,55
1,30	18	0,785	44,75	57,04
1,40	20	0,783	49,62	63,38
1,50	19	0,781	47,04	60,21
1,60	18	0,780	44,47	57,04
1,70	19	0,778	46,84	60,21
1,80	21	0,726	45,99	66,55
1,90	29	0,725	63,37	87,44
2,00	32	0,673	64,95	96,48
2,10	28	0,722	60,92	84,42
2,20	27	0,720	58,62	81,41
2,30	33	0,669	66,53	99,50
2,40	40	0,617	74,43	120,60
2,50	31	0,666	62,22	93,47
2,60	36	0,664	72,10	108,54
2,70	42	0,613	77,60	126,63
2,80	37	0,661	73,79	111,56
2,90	35	0,660	66,43	100,64
3,00	41	0,609	71,76	117,89
3,10	38	0,657	71,82	109,27
3,20	42	0,606	73,18	120,77
3,30	44	0,605	76,50	126,52
3,40	42	0,603	72,87	120,77
3,50	46	0,602	79,64	132,27
3,60	50	0,601	86,39	143,77

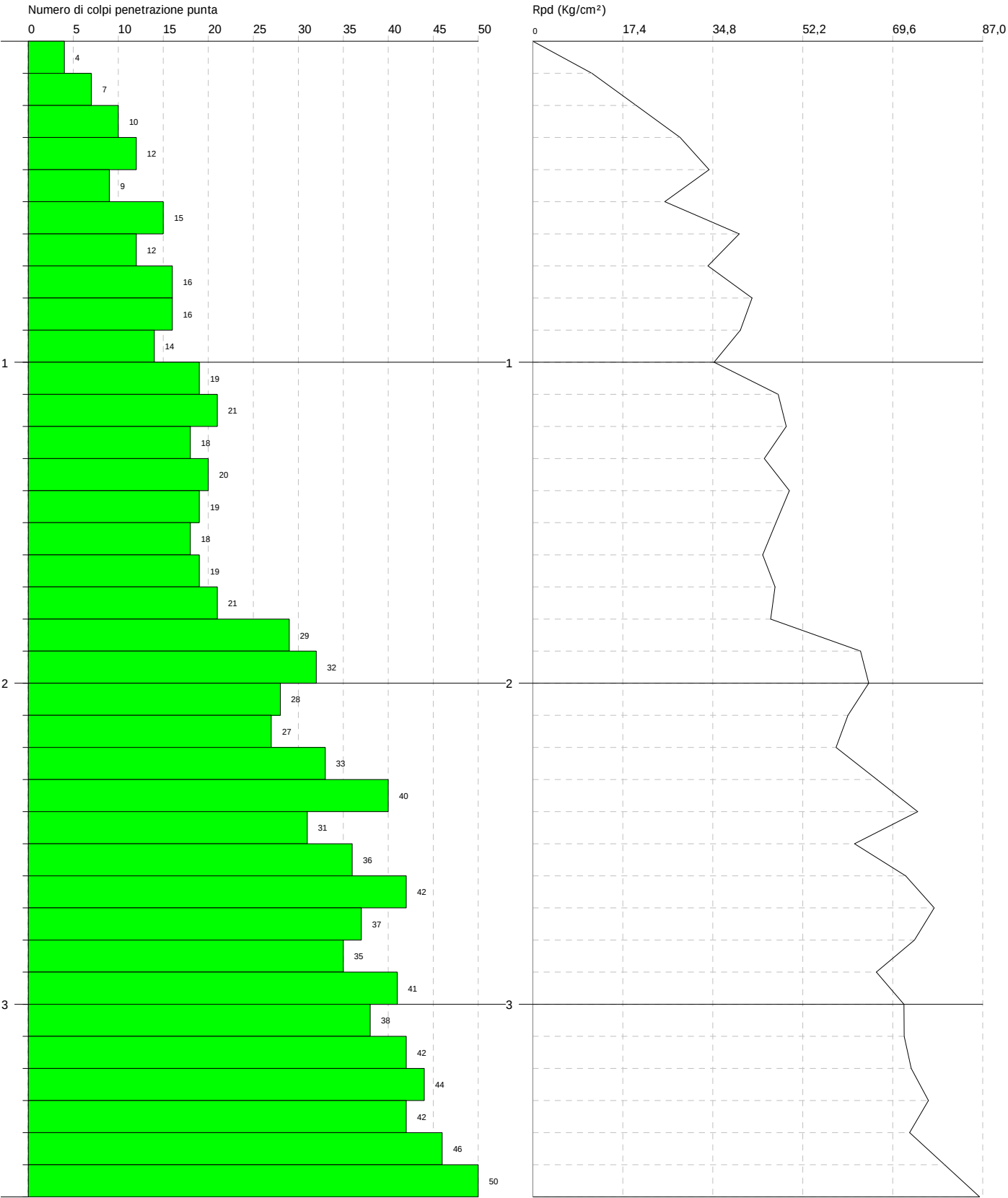
Lavoro "Santuario Madonna dello Scoglio"
Comune di Placanica (RC)

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.2
Strumento utilizzato... DPM (DL030 10) (Medium)

Committente: Fondazione Madonna dello Scoglio
Cantiere: Santuario Madonna dello Scoglio
Località: Placanica (RC)

Data: 17/10/2011

Scala 1:17



STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.2

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
[1] - Strato	8,75	1,00	Shioi - Fukui 1982	0,44
[2] - Strato	14,75	1,80	Shioi - Fukui 1982	0,74
[3] - Strato	27,89	3,50	Shioi - Fukui 1982	1,40

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
[1] - Strato	8,75	1,00	Robertson (1983)	17,50
[2] - Strato	14,75	1,80	Robertson (1983)	29,50
[3] - Strato	27,89	3,50	Robertson (1983)	55,78

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm ²)
[1] - Strato	8,75	1,00	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	91,04
[2] - Strato	14,75	1,80	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	152,23
[3] - Strato	27,89	3,50	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	286,25

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm ²)
[1] - Strato	8,75	1,00	Apollonia	87,50
[2] - Strato	14,75	1,80	Apollonia	147,50
[3] - Strato	27,89	3,50	Apollonia	278,90

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] - Strato	8,75	1,00	A.G.I. (1977)	consistente
[2] - Strato	14,75	1,80	A.G.I. (1977)	consistente
[3] - Strato	27,89	3,50	A.G.I. (1977)	molto consistente

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
[1] - Strato	8,75	1,00	Meyerhof ed altri	1,93
[2] - Strato	14,75	1,80	Meyerhof ed altri	2,06
[3] - Strato	27,89	3,50	Meyerhof ed altri	2,14

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
[1] - Strato	8,75	1,00	Meyerhof ed altri	--
[2] - Strato	14,75	1,80	Meyerhof ed altri	--
[3] - Strato	27,89	3,50	Meyerhof ed altri	2,31

Velocità onde di taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - Strato	8,75	1,00	Ohta & Goto (1978)	87,09
[2] - Strato	14,75	1,80	Ohta & Goto (1978)	116,29
[3] - Strato	27,89	3,50	Ohta & Goto (1978)	146,85

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.2

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
[1] - Strato	8,75	1,00	8,75	Gibbs & Holtz 1957	36,48
[2] - Strato	14,75	1,80	14,75	Gibbs & Holtz 1957	44,51
[3] - Strato	27,89	3,50	27,89	Gibbs & Holtz 1957	54,73

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
[1] - Strato	8,75	1,00	8,75	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	26,46
[2] - Strato	14,75	1,80	14,75	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	29,87
[3] - Strato	27,89	3,50	27,89	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	35,45

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm²)
[1] - Strato	8,75	1,00	8,75	D'Appollonia ed altri 1970	---
[2] - Strato	14,75	1,80	14,75	D'Appollonia ed altri 1970	290,62
[3] - Strato	27,89	3,50	27,89	D'Appollonia ed altri 1970	389,17

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm²)
[1] - Strato	8,75	1,00	8,75	Buisman-Sanglerat	---
[2] - Strato	14,75	1,80	14,75	Buisman-Sanglerat	88,50
[3] - Strato	27,89	3,50	27,89	Buisman-Sanglerat	167,34

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - Strato	8,75	1,00	8,75	Classificazione A.G.I. 1977	poco addensato
[2] - Strato	14,75	1,80	14,75	Classificazione A.G.I. 1977	moderatamente addensato
[3] - Strato	27,89	3,50	27,89	Classificazione A.G.I. 1977	moderatamente addensato

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m³)
[1] - Strato	8,75	1,00	8,75	Meyerhof ed altri	1,69
[2] - Strato	14,75	1,80	14,75	Meyerhof ed altri	1,87
[3] - Strato	27,89	3,50	27,89	Meyerhof ed altri	2,11

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m³)
[1] - Strato	8,75	1,00	8,75	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,91
[2] - Strato	14,75	1,80	14,75	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,95
[3] - Strato	27,89	3,50	27,89	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,50

Modulo di Poisson

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - Strato	8,75	1,00	8,75	(A.G.I.)	0,34
[2] - Strato	14,75	1,80	14,75	(A.G.I.)	0,33
[3] - Strato	27,89	3,50	27,89	(A.G.I.)	0,3

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm²)
[1] - Strato	8,75	1,00	8,75	Ohsaki	499,35
[2] - Strato	14,75	1,80	14,75	Ohsaki	815,79
[3] - Strato	27,89	3,50	27,89	Ohsaki	1484,69

Velocità onde di taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - Strato	8,75	1,00	8,75	Ohta & Goto (1978)	87,09
[2] - Strato	14,75	1,80	14,75	Ohta & Goto (1978)	116,29
[3] - Strato	27,89	3,50	27,89	Ohta & Goto (1978)	146,85

Modulo di reazione Ko

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
[1] - Strato	8,75	1,00	8,75	Navfac 1971-1982	1,83
[2] - Strato	14,75	1,80	14,75	Navfac 1971-1982	3,08
[3] - Strato	27,89	3,50	27,89	Navfac 1971-1982	5,31

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
[1] - Strato	8,75	1,00	8,75	Robertson 1983	17,50
[2] - Strato	14,75	1,80	14,75	Robertson 1983	29,50
[3] - Strato	27,89	3,50	27,89	Robertson 1983	55,78

Indagine geofisica

INDICE

1.	PREMESSA	1
2.	MULTICHANNEL ANALYSIS OF SURFACE WAVES (MASW)	1
3.	INTERPRETAZIONE.....	2
3.1	Intervalli di velocità delle onde di taglio S (V_s)	3
4.	ELABORATI GRAFICI	4

1. PREMESSA

Nell'ambito del progetto "Santuario Madonna dello Scoglio", ricadente nel territorio comunale di Placanica, è stata eseguita un'indagine geofisica di superficie, per la definizione dei principali caratteri elastici dinamici dei terreni presenti nell'area investigata. A tal fine, è stata eseguita una prospezione sismica di superficie, finalizzata esclusivamente alla definizione di un profilo verticale delle onde di taglio (Vs), mediante un'analisi della dispersione delle onde di fase delle onde Rayleigh, nota in letteratura come *Multichannel Analysis Of Surface Waves* (MASW).

Il contesto geologico vede la presenza di una successione argillitica di età miocenica, con intercalazioni arenacee e conglomeratiche, ricoperta da una sottile coltre eluvio-colluviale.

2. MULTICHANNEL ANALYSIS OF SURFACE WAVES (MASW)

STRUMENTAZIONE ADOPERATA

Per l'esecuzione delle misure è stato impiegato il seguente apparato di acquisizione:

- Sismografo a 24 canali **AMBROGEO** mod. **Echo 24/2002 Seismic UNIT**;
- Geofoni verticali a 4.5 Hz;
- Attrezzatura per l'energizzazione costituita da maglio battente da 8 Kg;
- Prolunghe e materiale d'uso.



Sismografo 24 canali Ambrogeo mod. Echo 24/2002 Seismic UNIT

Scheda tecnica del sismografo

Numeri di canali	12 o 24 canali
Intervallo di campionamento	0,296 msec
Convertitore A/D	16 bit
Guadagno	10 db – 100 db, step 1 db
Tensione di saturazione	+/- 2,3 V
Livello di saturazione	100 dB
Distorsione	0,01%
Velocità di campionamento	130 micro/sec
Tempi di registrazione	25-50-100-200-400-800 millisec, 1, 2 sec

I dati relativi all'indagine svolta, sono stati registrati direttamente in campagna mediante il software d'acquisizione dati Echo 12/24 ver. 7.00.

Per il rilievo della velocità del moto del suolo sono stati utilizzati geofoni, con frequenza di oscillazione di 4.5 Hz.

3. INTERPRETAZIONE

E' stata realizzata una prospezione sismica a 24 canali d'acquisizione, adottando una distanza intergeofonica di 2 metri.

E' stata eseguita un'elaborazione su un sismogramma ottenuto da un punto di energizzazione posto a 10 metri dal primo geofono. La tecnica si basa sullo studio della dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di tipo Rayleigh (R), nota in letteratura come Multichannel Analysis of Surface Waves (MASW). Il sismogramma è stato oggetto di filtraggio per l'eliminazione delle alte frequenze e "depurato" dalle onde di volume, al fine di ottenere dei picchi d'ampiezza nelle oscillazioni relative alle onde di superficie. Successivamente si è passati alla rappresentazione delle tracce sismiche su un diagramma che mette in relazione le frequenze con le velocità di fase. Su di esso s'individuano, come zone di massima ampiezza, gli allineamenti attribuibili alle onde di Rayleigh, da cui si ottiene la variazione delle velocità di queste ultime con il variare della loro frequenza, o lunghezza d'onda. Essendo la profondità di propagazione di questo tipo di onde dipendente dalla frequenza, sarà possibile correlare le velocità alle varie frequenze con le profondità. Quest'ultimo passo, successivo alla definizione della curva di dispersione, si ottiene mediante un processo d'inversione, che porta al risultato finale, costituito da un profilo verticale delle velocità delle onde trasversali (Vs), posto al centro della stesa di geofoni. Le velocità di fase delle onde di Rayleigh (Vr), in un mezzo omogeneo, sono legate a quelle di volume dalla seguente relazione:

$$Vr^6 - 8Vs^2 Vr^4 + (24 - 16 Vs^2 / Vp^2) Vs^4 Vr^2 + (16 Vs^6 / Vp^6 - 1) Vs^6 = 0$$

In un mezzo non omogeneo le velocità delle onde di volume (Vp e Vs) variano con la profondità.

Le velocità di fase delle onde di Rayleigh mostrano velocità differenti per differenti valori di frequenza e sono fortemente legate ai valori delle velocità delle onde trasversali. Ciò consente di passare da modelli frequenza/velocità di fase delle onde di Rayleigh a modelli monodimensionali Vs/profondità. Gli elaborati forniti contengono:

- 1) la curva di dispersione della velocità di fase delle onde R in relazione alla frequenza;
- 2) il profilo delle Vs al centro dello stendimento fino alla max profondità di indagine;
- 3) la tabella dei valori di Vs per orizzonti omogenei di velocità;
- 4) il valore medio delle Vs, pesato sugli spessori, estrapolato fino a 30 metri di profondità.

3.1 Intervalli di velocità delle onde di taglio S (Vs)

Di seguito, per ciascun intervallo sismico individuato, è riportata la relativa velocità delle onde di taglio S (Vs). Sulla base delle caratteristiche geologiche dell'area di studio, tali valori suggeriscono la presenza di una sottile coltre superficiale eluvio-colluviale, spesso pochi metri, la quale poggia sul substrato argillitico; quest'ultimo si presenta degradato nella porzione più superficiale e progressivamente più competente procedendo lungo la verticale indagata.

- Da 0.00m a 0.44 metri, le Vs sono pari a 140 m/sec.
- Da 0.44m a 1.32 metri, le Vs sono pari a 125 m/sec.
- Da 1.32m a 2.82 metri, le Vs sono pari a 200 m/sec.
- Da 2.82m a 4.72 metri, le Vs sono pari a 226 m/sec.
- Da 4.72m a 7.12 metri, le Vs sono pari a 273 m/sec.
- Da 7.12m a 10.22 metri, Vs sono pari a 340 m/sec.
- Da 10.22m a 30.00 metri, le Vs sono pari a 671 m/sec.

Sulla scorta dei valori sopra esposti, il valore della velocità delle onde di taglio entro i primi 30 metri di profondità è pari a 408 m/s.

Le seguenti sono le categorie di suolo definite dalla normativa vigente (modifiche del D.M. 14/09/2005 Norme Tecniche per le Costruzioni, emanate con D.M. Infrastrutture del 14/01/2008, pubblicato su Gazzetta Ufficiale Supplemento ordinario n° 29 del 04/02/2008):

A - Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi, caratterizzati da valori di VS30 superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo di 3 m.

B - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT30 > 50 nei terreni a grana grossa e $c_{u30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).

C - Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < \text{NSPT30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).

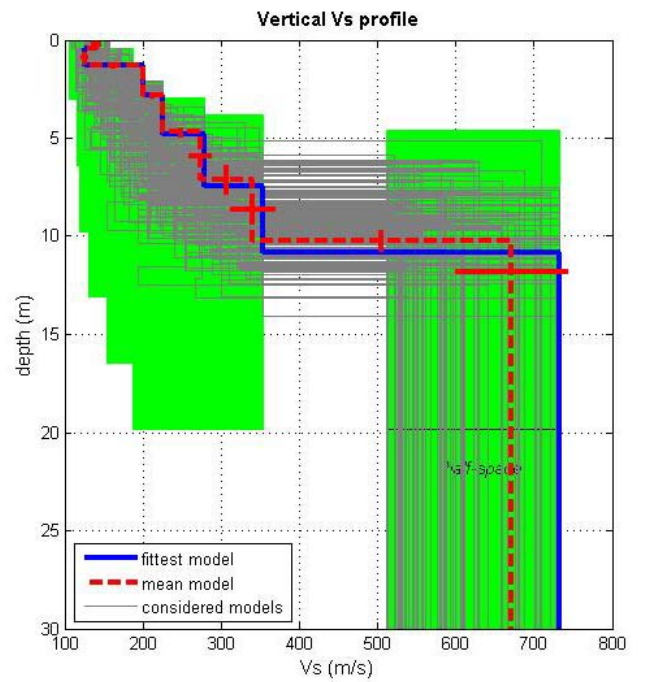
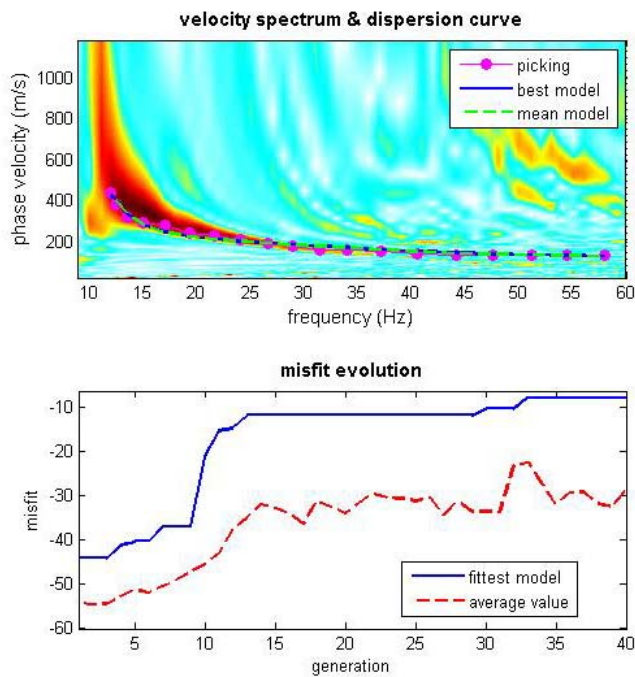
D - Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o terreni a grana fine scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS30 inferiori a 180 m/s (ovvero $\text{NSPT30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).

E - Terreni dei sottosuoli dei tipi C o D per spessori non superiori a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con VS > 800 m/s).

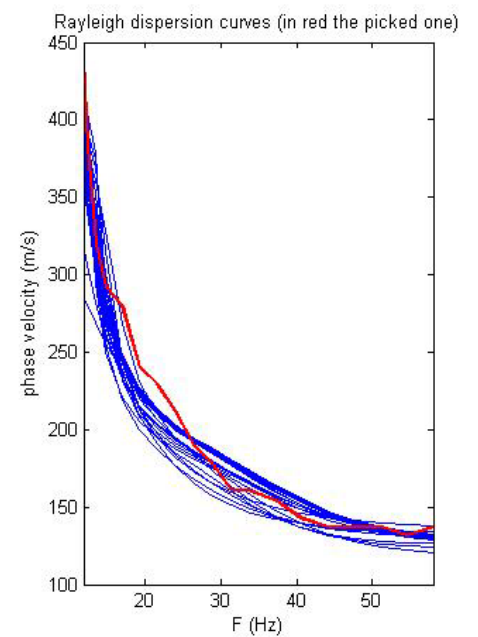
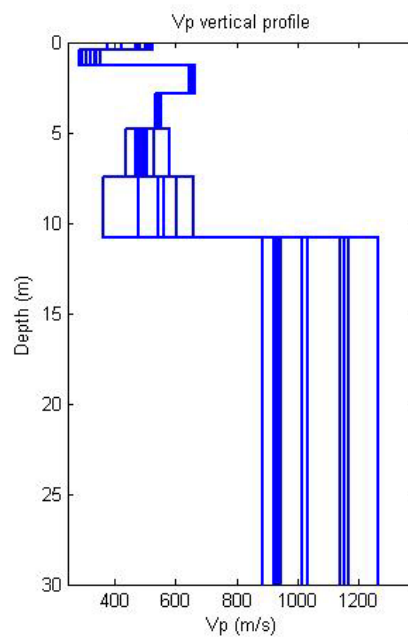
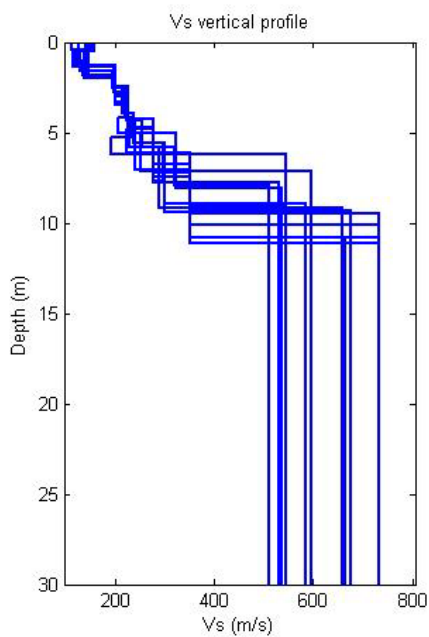
S1 - Depositati di terreni caratterizzati da valori di VS30 inferiori 100 m/s (ovvero $10 < c_{uS30} < 20$ kPa) che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includano almeno 3 m di torba o argille altamente organiche.

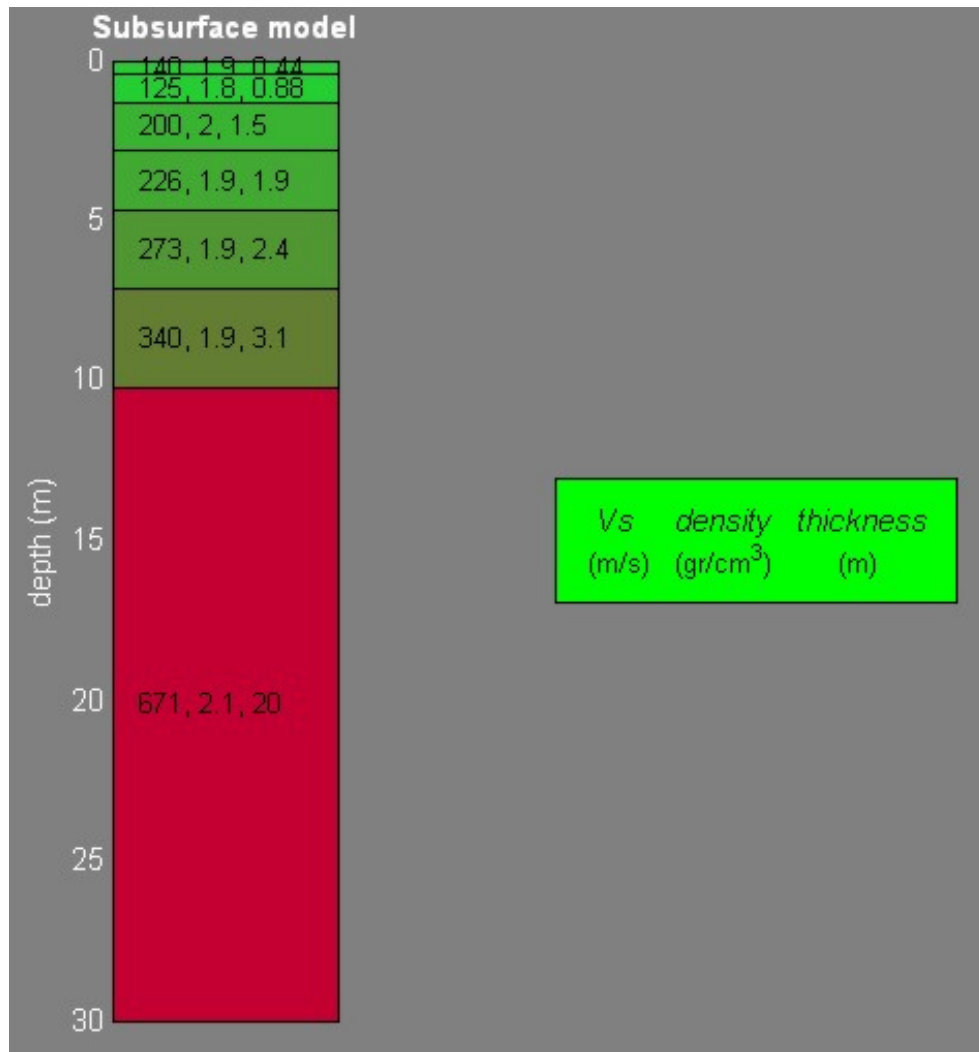
S2 - Depositati di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

4. ELABORATI GRAFICI



dataset: 5.SGY
 dispersion curve: 108.cdp
 VS30 (best model): 419 m/s
 VS30 (mean model): 408 m/s





Schema stratigrafico con valori di Vs (m/s), Densità (gr/cm³), Spessori (m) dei sismostrati

Mean model:

- Vs (m/s): 140, 125, 200, 226, 273, 340, 671
- Standard deviations (m/s): 6, 4, 1, 2, 15, 28, 71
- Thickness (m): 0.4, 0.9, 1.5, 1.9, 2.4, 3.1
- Standard deviations (m/s): 0.1, 0.1, 0.1, 0.2, 0.7, 0.6
- Density (gr/cm³): 1.87, 1.77, 1.95, 1.91, 1.92, 1.94, 2.09
- Shear modulus (MPa): 37, 28, 78, 98, 143, 225, 941
- Analysis: Rayleigh Waves
- Approximate values for Vp and elastic moduli
- Vp (m/s): 464, 306, 663, 554, 568, 636, 1162
- Poisson: 0.45, 0.40, 0.45, 0.40, 0.35, 0.30, 0.25
- Bulk modulus (MPa): 353, 129, 755, 456, 428, 487, 1568
- Young's modulus (MPa): 106, 77, 227, 273, 386, 584, 2353
- Lamé (MPa): 329, 110, 703, 391, 333, 337, 940
- VS30 (m/s): 408
- Possible Soil Type: B

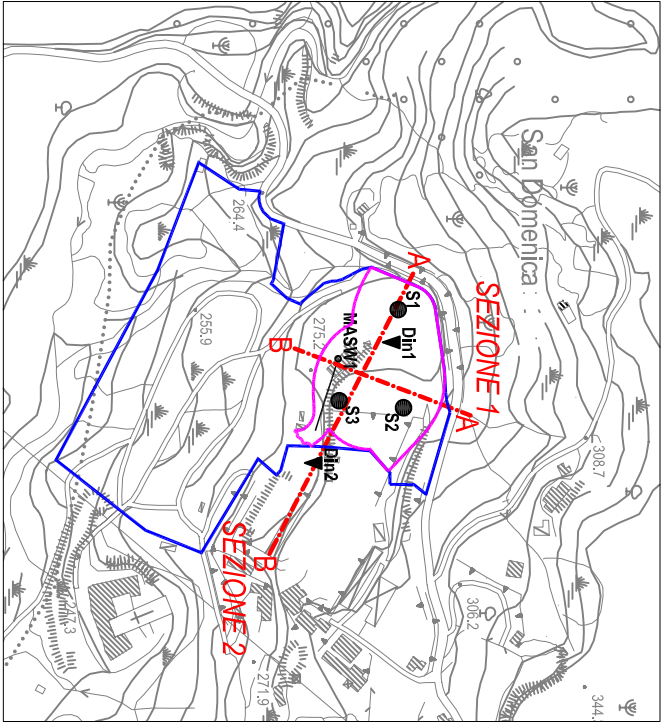
Allegato 02

SEZIONI GEOLOGICO-TECNICHE, SCALE VARIE

Sezioni geologico - tecniche

Scale varie

Legenda



Scala 1:5000

- Traccia delle sezioni
- Area oggetto dell'intervento (parcheggi, verde attrezzato, strade interne, marciapiedi e camminamenti pedonali, area da cedere al comune per attrezzature pubbliche)

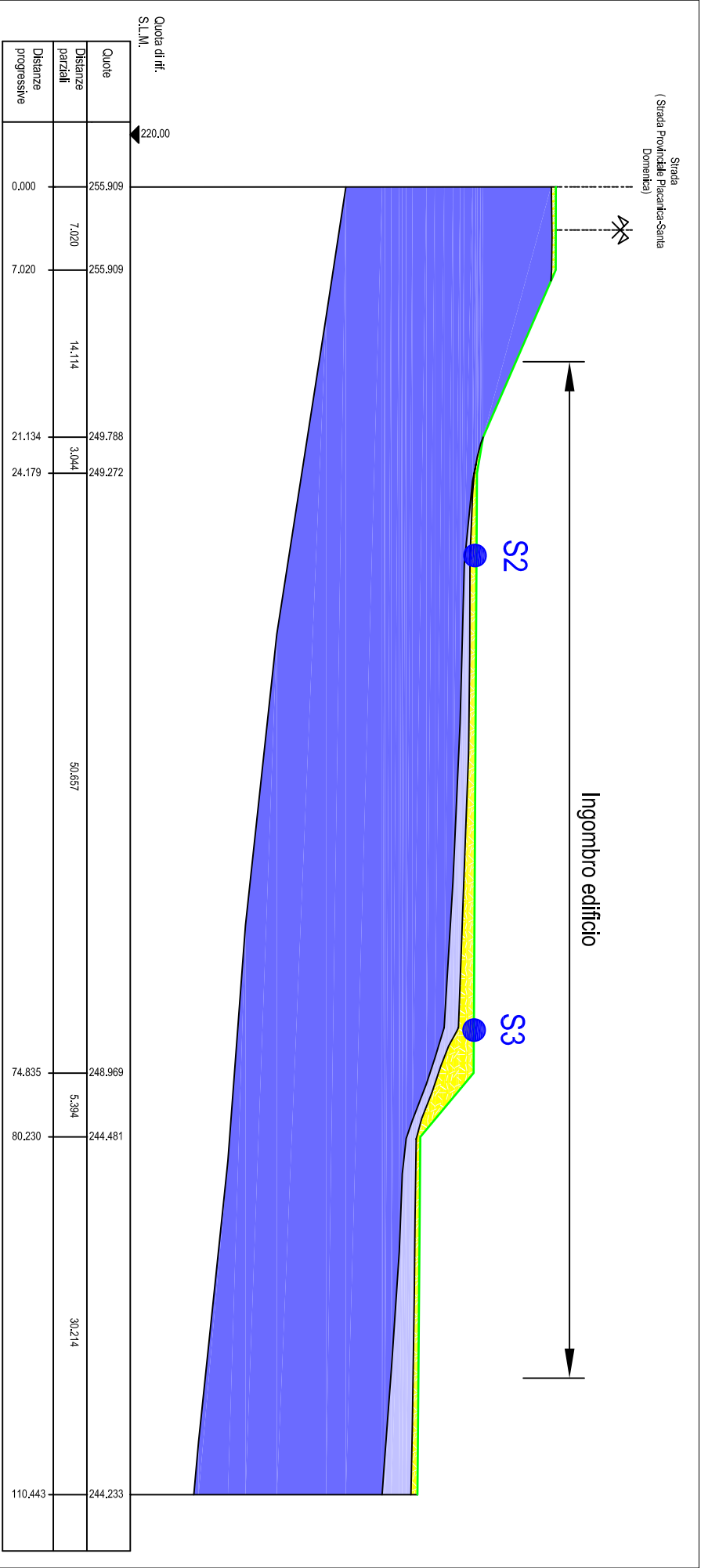
INDAGINI GEOGNOSTICHE

- Dm1
Prova penetrometrica dinamica e sigla
- MASW1
Prospezione sismica di tipo MASW e sigla
- S1
Sondaggi a carotaggio continuo e sigla

UNITA' LITOTECNICA		CARATTERISTICHE GEOTECNICHE	
Terreno di riporto		Non idoneo all'edificabilità	
			
Terreno ghiaioso a matrice sabbioso-limosa			
			
Argille alterate			
			
Argille compatte			
			
Coesione		1.80-1.90 t/mc	
Peso dell'unità di volume - γ		1.90-2.00 t/mc	
Peso dell'unità di volume saturo- γ_{sat}		30-32°	
Angolo di attrito - φ		0.01-0.05 Kg/cmq	
Coesione - c		2.03-2.06 t/mc	
Peso dell'unità di volume - γ		2.1 t/mc	
Peso dell'unità di volume saturo- γ_{sat}		28-29°	
Angolo di attrito - φ		0.05-0.1 Kg/cmq	
Coesione - c		0.6-0.7 Kg/cmq	
Coesione non drenata - c_u		2.12-2.14 t/mc	
Peso dell'unità di volume - γ		2.2-2.3 t/mc	
Peso dell'unità di volume saturo- γ_{sat}		34-35°	
Angolo di attrito - φ		1.2-1.5 Kg/cmq	
Coesione - c'			

SEZIONE 1

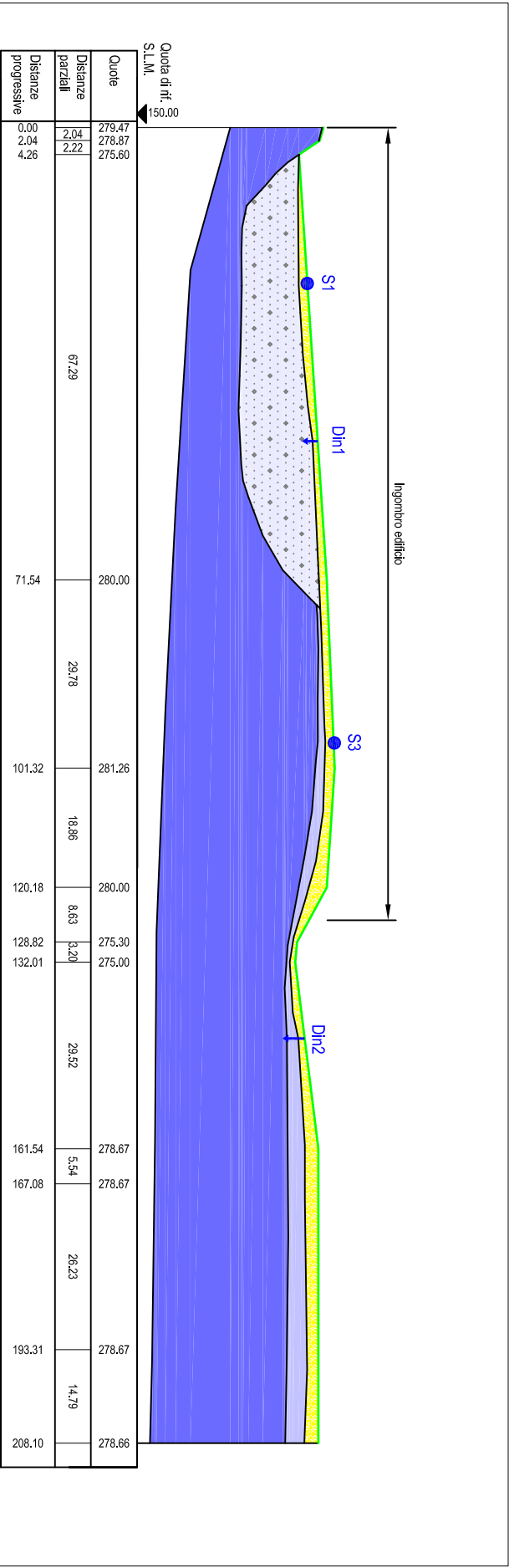
Scala 1:500



Ingombro edificio

SEZIONE 2

Scala 1:1.000



Ingombro edificio

Data

Novembre 2012

Cod. Documento

028G-11/RGT 03