

*Comune di
Castiglione della Pescaia*

Loc. Casa Mora

Provincia di Grosseto

**Adeguamento di impianto
antincendio Palazzetto dello Sport**

**Relazione geologica e
geotecnica sulle indagini**

CONTENUTO FASCICOLO:

- a) Relazione geologica;*
- b) Appendici;*
- c) Elaborati grafici (Tavv. T1-T2);*
- d) Allegati documentali.*

CONSULENTE:

Dott. Fabio Martellini

COMMITTENTE:

Comune di Castiglione della Pescaia

DATA:

Dicembre 2012



LORENZINI & MARTELLINI *Studio Associato*

Studi e consulenze geologiche & ambientali

Via Davide Lazzeretti n. 2/b 58100 GROSSETO

Telefono: 0564.413895 **Fax:** 0564.543116

e-mail: lorenzini_martellini@virgilio.it

**ADEGUAMENTO DI IMPIANTO ANTINCENDIO
PALAZZETTO DELLO SPORT**
sito in Loc. Casa Mora, nel Comune di Castiglione della Pescaia

RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA SULLE INDAGINI

INDICE

1. PREMESSA	2
2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E VINCOLISTICO	3
3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE.....	4
3.1 CARATTERI GEOLOGICI, STRATIGRAFICI E LITOLOGICI.....	4
3.2 CARATTERI IDROGEOLOGICI	5
3.3 CARATTERI GEOMORFOLOGICI	7
4. CARATTERIZZAZIONE GEOGNOSTICA DEL SOTTOSUOLO	9
4.1 CRITERI DI INDAGINE.....	9
4.2 PROVA PENETROMETRICA DINAMICA	9
4.3 PROSPEZIONE SISMICA.....	10
5. RISULTATI CONSEGUITI DALLE INDAGINI.....	10
5.1 RISULTATI DELLE PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE.....	10
5.4 VALORI CARATTERISTICI DEI PARAMETRI GEOTECNICI.....	12
6. SISMICITÀ DELL'AREA	13
6.1 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO ED AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICA	14
6.2 CONDIZIONI TOPOGRAFICHE ED AMPLIFICAZIONE SISMICA	15
6.3 STIMA DEI PARAMETRI SPETTRALI.....	15
6.4 VERIFICA A LIQUEFAZIONE.....	15
7. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE.....	18

APPENDICI:

- Valori parametri caratteristici;
- Parametri sismici.

ALLEGATI grafici:

- **T1** – “Corografia, Carta geologica, Carta propensione al dissesto, Carta tutela del territorio, Pericolosità aree urbanizzate PS”;
- **T2** – “Planimetria di dettaglio, Sezione geologico-tecnica”.

ALLEGATI documentali:

- Certificato prova penetrometrica dinamica pregressa (DL1);
- Certificato prova penetrometrica dinamica (DPSH1);
- Rapporto indagine sismica di tipo Masw.

1. PREMESSA

Su incarico e per conto del **Comune di Castiglione della Pescaia**, committente delle opere edili in progetto, sono state eseguite specifiche prospezioni geologiche di superficie nonché indagini e prospezioni in sito per la stesura del presente studio geologico, redatto ai sensi del D.M. 14/01/2008 “Norme tecniche per le costruzioni” e finalizzato alla ricostruzione del “modello geologico del sito”, il quale – *tramite lo studio delle caratteristiche geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche e litotecniche dei luoghi d’interesse* – definisce i caratteri stratigrafici, litologici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici, sismici e consente la valutazione della pericolosità geologica, geomorfologica e della vulnerabilità idrogeologica del sito e, tenuto conto delle opere oggetto in progetto, valutare la loro fattibilità.

Nello svolgimento dello studio, è stato tenuto conto anche della Legge Forestale della Toscana (L.R. n°39/2000) e del Regolamento Forestale della Toscana (Decr. Pres. G.R. 08/08/2003, n°48/R).

Il progetto del nuovo impianto antincendio a servizio del Palazzetto dello Sport è stato redatto dall’Ing. Angelo Lupo, in particolare, questo sarà costituito da una platea in cemento armato su cui poggerà un serbatoio di raccolta acqua (dimensioni 6,4 x 2,30/2,47 m ed altezza 2,88 m) ed un locale tecnico realizzato con modulo prefabbricato (dimensioni 2,5 x 2,5 m con altezza di 2,5 m) che ospiterà il gruppo antincendio; per maggiori dettagli si rimanda agli elaborati progettuali.

Le dimensioni delle strutture ci permettono di inserirle, ai sensi del D.P.G.R. n°36/R del 09.07.2009, in classe d’indagine n. 1 (opere di volume lordo inferiore a 150 m³ con altezza in gronda inferiore a 6 m), per la quale “sono sufficienti considerazioni di natura geologica, geofisica e geotecnica basate su indagini, da allegare in copia al progetto, già eseguite in prossimità dell’intervento o desunte da studi già compiuti e pubblicati con riferimento alle aree interessate”.

Gli interventi descritti, ai sensi delle NTC2008 (Par. 2.4) rientrano, come tipo di costruzione, nella **classe 2** (opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale) e, per la classe d’uso, in **classe I** (costruzioni con presenza solo occasionale di persone).

Valutata la tipologia ed entità degli interventi, è stato predisposto un piano di indagini per acquisire i dati geologici s.l. sito-specifici ed integrare i dati e le conoscenze bibliografiche; il lavoro svolto è così riassumibile:

- *raccolta dati da fonti bibliografiche in merito a studi e ricerche geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche eseguite nel comprensorio d’interesse;*
- *rilievo geologico e geomorfologico dei luoghi e di un loro significativo intorno;*
- *esecuzione di una prova penetrometrica dinamica DPSH per la caratterizzazione geotecnica dei terreni;*
- *esecuzione di un profilo sismico tipo MASW per la determinazione della Vs30 e conseguentemente della categoria di suolo sito specifica ai sensi delle NTC 2008;*

- *elaborazione e sintesi dei dati raccolti con particolare riferimento alla definizione del modello geologico e geotecnico del sottosuolo (necessario per la progettazione e dimensionamento delle strutture).*

2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E VINCOLISTICO

Il sito sede d'intervento si trova nel Comune di Castiglione della Pescaia e più precisamente in località Casa Mora, in corrispondenza delle pertinenze del Palazzetto dello Sport.

Con riferimento alla cartografia ufficiale, l'area in esame è collocata nel Foglio n°330 I^a Sezione "Castiglione della Pescaia" della Carta Topografica d'Italia I.G.M. in scala 1:25.000 e più in dettaglio nella Sezione n°330030 della Carta Tecnica Regionale in scala 1:10.000.

Questa zona è soggetta al Vincolo Idrogeologico ai sensi del R.D.L. n°3267/1923 e succ. mod. ed integrazioni e studi pregressi dell'Amministrazione Provinciale di Grosseto (Del. n°58 C.P. del 28/04/1999), la classificano come area a *pericolosità geomorfologica media* (Aree C).

L'area oggetto d'intervento non è soggetta a limitazioni di carattere idraulico, in quanto non è lambita direttamente da corsi d'acqua iscritti negli elenchi della D.C.R. n°72/2007 (ex Del. C.R. n°12/2000).

Esaminando le cartografie relative al PAI del Bacino Ombrone (Carta Tutela del Territorio – Tav.8 n°71 in scala 1:10.000), per il sito d'interesse non sono segnalate problematiche relative ad aree a pericolosità idraulica o geomorfologica elevata o molto elevata (la zona è compresa nel Dominio idraulico).

Dagli elaborati delle analisi geologiche, geomorfologiche e idrogeologiche facenti parte del Piano Strutturale del Comune di Castiglione della Pescaia, si evince come la zona in studio ricade in pericolosità geologica bassa (classe 2), mentre non è perimetrata per la pericolosità idraulica (Carta della pericolosità delle aree urbanizzate - Tav. 10).

La classificazione sismica del territorio italiano ha subito, negli ultimi anni, alcune modifiche, infatti, a partire dall'O.P.C.M. n°3274/2003 (la quale a sua volta modificava altre disposizioni di legge preesistenti), vi è stata una completa riorganizzazione che ha portato variazioni anche importanti.

La Regione Toscana, con la Deliberazione G.R. n°431 del 19.06.2006 (Riclassificazione sismica del territorio regionale in attuazione del D.M. 14.9.2005 e O.P.C.M. n°3519 del 28.04.2006) e la recente Del. GRT n°878 del 08/10/2012, ha provveduto alla riclassificazione del territorio regionale; in dettaglio, in ragione delle norme vigenti, il territorio comunale di Castiglione della Pescaia è inserito in **zona 4**.

3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE

3.1 CARATTERI GEOLOGICI, STRATIGRAFICI E LITOLOGICI

Le caratteristiche geologiche riportate nella tavola grafica allegata T1 derivano da rilievi di dettaglio dello scrivente, eseguiti nell'area in esame e nelle zone contermini, a scala più piccola rispetto alla cartografia edita (Carta Geologica Regionale in scala 1:10.000); la legenda, invece, è stata aggiornata alla documentazione ufficiale della Regione Toscana (Sezione n° 330030).

Dal punto di vista geologico, nell'area affiorano i terreni alluvionali terrazzati (**bn1**) attuali e sub-attuali (Olocene), depositati prevalentemente dal F.^{so} Casa Mora e in minor misura dal F.^{so} Catenaccio in occasione d'eventi esondativi.

Spostandosi verso i rilievi collinari, le alluvioni recenti poggiano con un contatto discordante sulla formazione del Macigno (**MAC**, Oligocene sup.-Miocene inf.), talora con l'interposizione dei depositi alluvionali terrazzati (**bn2**) antichi (Pleistocene sup.); il contatto con il substrato, inoltre, è spesso coperto da depositi detritici (**aa**, Attuali e recenti) derivanti prevalentemente dal disfacimento dell'ammasso roccioso affiorante. Verso il mare, invece, i depositi alluvionali passano ai depositi eolici (**da**) delle dune costiere.

In particolare, nell'area in esame affiorano i depositi alluvionali recenti ed attuali (**bn1**) costituiti prevalentemente da sabbie a grana da fine a media, talora limose; questi sedimenti, solitamente di color marrone chiaro, hanno generalmente uno stato di addensamento che varia da sciolto a medio, con tendenza ad aumentare con la profondità.

In queste zone, la porzione corticale di tale formazione ha un subito un parziale rimaneggiamento antropico, prima collegato allo spietramento e alle sistemazioni agrarie in generale, successivamente agli interventi di urbanizzazione con riporti di materiali granulari non autoctoni (sabbia, ghiaia e ghiaietto carbonatico di cava, ecc).

La sottostante formazione del Macigno (**MAC**) è costituita da sequenze torbiditiche di areniti quarzoso-feldspatico-micacee gradate, a grana medio-fine, che evolvono nella parte sommitale a siltiti talora marnose e argilliti siltose. Il rapporto arenite/pelite dello strato torbiditico è maggiore di 1 ($>>1$); la potenza degli strati varia da 15-20 cm ad alcuni metri, mantenendosi su medie di 1 m (80 cm di arenite e 20 cm di pelite).

Le areniti, classificate in parte come arcose fillarenitiche e in parte come fillareniti feldspatiche (GANDOLFI & PAGANELLI, 1989, 1992), sono di colore giallo-arancione in superficie alterata e grigio-verdolino in frattura fresca; sono bene evidenti gradazione e strutture interstrato, costituite da laminazioni piano parallele, ondulate e/o convolute.

Spesso il contatto tra la formazione del Macigno e le alluvioni è ricoperta dal suolo o da depositi detritici (**aa**) provenienti dall'alterazione del substrato roccioso, i quali sono costituiti da sabbie ghiaiose limose di color marrone-bruno. La componente detritica grossolana (ghiaia) è formata da elementi

eterometrici (\varnothing_{eq} da 3÷5 mm fino a 100 mm) d'arenite con dimensioni medie (\varnothing_{eq}) di 20-30 mm; i clasti si presentano con forme spigolose-subspigolose, indice di una scarsa maturità morfologica.

Dall'esame della Carta Geologica Regionale, si rileva la presenza di una faglia incerta, con andamento circa parallelo alla linea di costa, che disloca il substrato roccioso ma è obliterata dalle formazioni quaternarie, condizione che rende incerto il tracciamento della stessa.

Il fatto che questa faglia non "tagli" i depositi più recenti indica che la sua attività si è esaurita nel terziario e, pertanto, non può essere classificate come faglia "capace" o "attiva"; la stessa, inoltre, non è riportata nel catalogo ITHACA del Servizio Geologico Nazionale.

3.2 CARATTERI IDROGEOLOGICI

L'assetto idrogeologico sotterraneo di un'area è direttamente legato alla natura e costituzione stratigrafica del sottosuolo, alle caratteristiche idrodinamiche dei terreni presenti e alle condizioni climatiche locali.

Preso atto che nella nostra regione il rapporto fra le precipitazioni medie annue e l'evapotraspirazione media annua garantisce sempre un'apprezzabile quota idrica disponibile per il ruscellamento superficiale e l'infiltrazione nel sottosuolo, la presenza di falde idriche sotterranee è possibile solo laddove rocce e terreni presentano una permeabilità ed una capacità d'immagazzinamento apprezzabile.

Nel comprensorio in esame affiorano le alluvioni **bn1** poggianti sulle rocce arenacee del Macigno; il contatto è localmente nascosto dalla presenza dei depositi di versante **aa**, di natura ghiaioso-sabbioso-limosa, che generalmente hanno spessori modesti; ciò nonostante al loro interno (ed in particolare nella fascia di contatto) si può sviluppare un'apprezzabile circolazione idrica ipodermica durante le stagioni più piovose (che può tendere ad estinguersi nel periodo estivo e/o secco).

Nei luoghi sede d'intervento affiorano terreni in facies alluvionale (**bn1**) prevalentemente sabbiosi, i quali costituiscono una formazione idrogeologica caratterizzata da una permeabilità per porosità; in pratica, i vuoti che consentono il passaggio dell'acqua si sono formati contemporaneamente al litotipo che li contiene e fanno parte della sua struttura e tessitura e sono funzione delle dimensioni, forma, disposizione e cementazione dei granuli costituenti la roccia. Le caratteristiche litologiche consentono di correlare questi terreni alluvionali al sottogruppo **SM** delle "Sabbie limose, miscele di sabbia e limo" del sistema U.S.C.S. con permeabilità da bassa a discreta ($K=10^{-4}/10^{-6}$ cm/sec.).

Alla base di questa unità si trova la formazione del Macigno (**MAC**), costituente un'unità idrogeologica con permeabilità di tipo secondario, all'interno della quale l'acqua si muove attraverso vuoti formati successivamente alla litogenesi.

A causa della distribuzione e frequenza delle fessure, non spazialmente omogenea, nella roccia serbatoio si origina un'evidente anisotropia delle caratteristiche idrologiche con conseguente variabilità della permeabilità che, comunque, nel caso in esame risulta essere medio-bassa.

Considerando l'assetto geologico-stratigrafico della zona, esposto nel paragrafo precedente, è possibile definire un modello idrogeologico in cui un primo acquifero è impostato nei depositi alluvionali, in probabile connessione con l'acquifero costiero contenuto nei depositi dunali, mentre le falde principali si trovano più in profondità all'interno degli orizzonti più fratturati presenti nel substrato roccioso.

L'acquifero presente nei depositi alluvionali ha scarsa importanza idrogeologica a causa sia del modesto spessore sia della scarsa estensione di questi sedimenti (a livello locale); questa situazione è confermata dal fatto che osservando le perimetrazioni dei corpi idrici sotterranee fatte dalla Regione Toscana, la zona in esame ricade nell'acquifero profondo in roccia denominato "acquifero arenaceo del Macigno della Toscana sud-occidentale", mentre non ricade in nessun acquifero impostato in mezzi porosi (esterno all'"acquifero della Pianura di Grosseto").

Localmente, osservando la carta idrogeologica allegata al Piano Strutturale comunale (fig. 1), relativa alle letture del maggio 1992 elaborate da PRANZINI, si nota che il flusso della falda contenuta nei depositi alluvionali ha un andamento anomalo con direzione ONO-ESE in corrispondenza della zona di indagine (indicata con un cerchio rosso), invece di una direzione verso il mare. La superficie piezometrica ha una quota di +0/+1 m s.l.m..

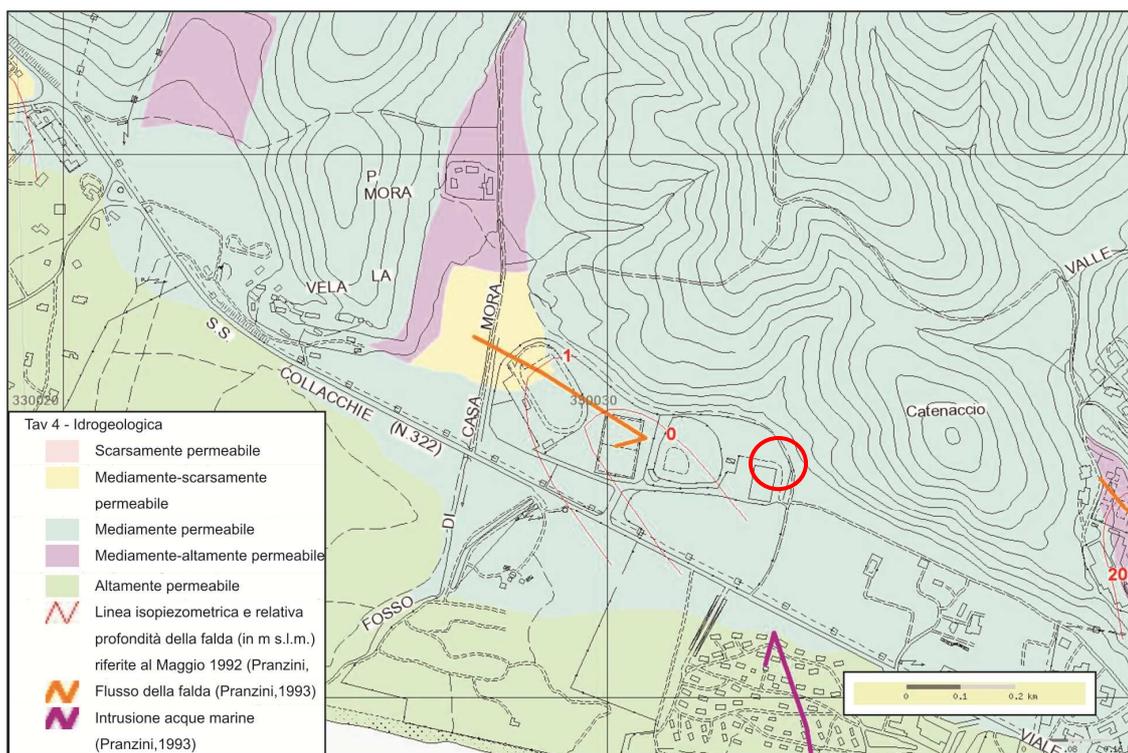


Fig. 1 – Estratto della Carta Idrogeologica allegata allo Studio geologico del Piano Strutturale comunale.

3.3 CARATTERI GEOMORFOLOGICI

L'area esaminata è ubicata in località Casa Mora, nella porzione centro-occidentale del territorio comunale di Castiglione della Pescaia; più precisamente, gli impianti sportivi del capoluogo sono situati subito a monte della Strada Statale delle Collacchie (n°322) in prossimità del 21° Km.

Dal punto di vista geomorfologico, in relazione alle finalità progettuali, sono stati analizzati gli elementi morfodinamici esogeni che maggiormente hanno caratterizzato il sito esaminato e che tutt'oggi contribuiscono in maniera apprezzabile a modificarne l'assetto.

Si è proceduto, quindi, ad effettuare uno studio degli agenti fluviali, pluviali, gravitativi e vegetazionali presenti, cercando di valutarne il grado di attività.

Nell'insieme, la zona sede degli interventi si trova all'interno della piccola piana alluvionale del Fosso di Casa Mora, circa 0.6 Km a nord della linea di costa, proprio nell'area retrostante i cordoni dunali litoranei e cioè nella zona di transizione tra i rilievi collinari interni (P.^{gio} Catenaccio - 100 m s.l.m.) e la fascia costiera che, secondo la classificazione relativa al profilo verticale della costa rientra nella classe: costa bassa posta tra una pianura ed un mare poco profondo.

Il nuovo impianto antincendio sarà posizionato subito a NE del Palazzetto dello Sport, ad una quota di circa +3,0 metri s.l.m., su un'area subpianeggiante che degrada verso la linea di costa con blande morfologie legate prevalentemente alla presenza di dune trasversali, a tratti sovrapposte, separate da depressioni interdunali che corrono parallelamente alla riva. La forma, la posizione e l'estensione delle dune, dipende soprattutto dalla direzione dei venti dominanti, dal moto ondoso, dal rifornimento di sabbia e dalla presenza di vegetazione.

Subito a monte, invece, la morfologia cambia bruscamente con versanti che dalla pianura crescono, con pendenze medie del 30%, dando origine a dei rilievi collinari con altezze comprese fra 100 e 300 m s.l.m.. Nella zona di raccordo fra la pianura e rilievi retrostanti, in corrispondenza del fosso d'erosione che vi converge, si rileva la presenza di una piccola conoide alluvionale resa inattiva dagli interventi idraulici dell'uomo e completamente ricoperta dalla vegetazione impiantata.

Nell'insieme, la circolazione idrica è caratterizzata dalla presenza di corsi d'acqua a deflusso prevalentemente superficiale e con tracciato variabile, rettilineo ed a forte controllo antropico nelle zone pianeggianti, sub-dendritico nelle aree collinari.

Il Fosso di Casa Mora rappresenta l'elemento idrografico di maggior rilievo dell'area. Questo fosso, a deflusso Nord-Sud, sfocia direttamente nel Mar Tirreno e presenta una portata molto variabile, direttamente dipendente dalle precipitazioni; vi confluiscono sia le acque provenienti dai piccoli fossi d'erosione dei versanti collinari, sia quelle raccolte dalla rete di sistemazioni agrarie presenti nel lato destro del corso d'acqua. Nel tratto finale, l'alveo è stato rettificato dall'uomo e sul lato sinistro si trova un argine che protegge la pianura adiacente.

Il Fosso Catenaccio, che sbocca nella pianura costiera subito a monte del Palazzetto dello Sport, è stato tombato in occasione della realizzazione degli impianti sportivi ed oggi sfocia direttamente in mare poco a Ovest del villaggio Riva del Sole.

L'affioramento di terreni di natura prevalentemente sabbiosa favorisce l'infiltrazione delle acque meteoriche limitando i fenomeni di ristagno, altresì, la regimazione naturale ed antropica delle acque di ruscellamento permette di limitare al minimo i fenomeni d'erosione e dilavamento superficiale diffuso.

La presenza e lo sviluppo della vegetazione sui versanti a monte dei luoghi d'interesse, inibisce il ruscellamento superficiale, tutelando, così, il suolo dai processi di dilavamento (le radici oltre ad assorbire l'acqua, trattengono le particelle di terreno, conservano il suolo e favoriscono la pedogenesi).

Dal punto di vista geomorfologico, grazie ai dati ottenuti tramite rilievi di campagna, notizie bibliografiche ed analisi della cartografia, non avendo rilevato la presenza di elementi indice di processi erosivi e/o fenomeni gravitativi, si può concludere che la zona sede d'intervento non è interessata da dissesti attivi, inattivi o potenziali, recenti o antichi, tali da compromettere o limitare la realizzazione delle opere in progetto.

4. CARATTERIZZAZIONE GEOGNOSTICA DEL SOTTOSUOLO

4.1 CRITERI DI INDAGINE

Tenuto conto della situazione geologico-stratigrafia sito specifica e degli interventi in progetto, è stato definito un piano di indagini consistente in prove geotecniche e sismiche.

In particolare, per investigare i terreni che compongono il volume significativo "geotecnico" dell'opera in progetto e per procedere ad una loro descrizione stratigrafica (indicativa) e alla loro parametrizzazione geotecnica si fa riferimento ad una prova penetrometrica medio-leggera eseguita nei pressi del sito per lavori pregressi (DL1) e ai risultati di una nuova prova penetrometrica dinamica pesante (DPSH1) eseguita in corrispondenza dell'impianto.

Inoltre, per la stima della V_{S30} e conseguentemente della categoria di suolo di fondazione, ai sensi delle NTC 2008, è stata effettuata una prospezione sismica di superficie per l'analisi delle onde di dispersione tramite tecnica MASW.

L'ubicazione delle indagini eseguite è riportata nell'allegato grafico (tavola T2), mentre i certificati relativi alle prove e il rapporto dell'indagine sismica sono riportati in allegato.

4.2 PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

La prova penetrometrica dinamica è sicuramente una delle più antiche indagini geotecniche in sito, questa però, grazie alla costante evoluzione delle attrezzature, è tuttora una delle metodologie d'indagine più diffusamente impiegata per la caratterizzazione dei terreni granulari; in dettaglio, la prova consiste nell'infingere verticalmente nel terreno una punta conica metallica, posta all'estremità di un'asta d'acciaio, prolungabile con l'aggiunta di altre aste.

L'infissione avviene per battitura, facendo cadere da un'altezza costante un maglio di dato peso.

La resistenza del terreno è funzione inversa della penetrazione per ciascun colpo e diretta del numero di colpi (N_{10} o N_{30}) per la data penetrazione.

Per l'esecuzione della prova DL1 pregressa è stato utilizzato un penetrometro dinamico medio-leggero tipo "Emilia" avente le seguenti caratteristiche tecniche: punta conica del diametro di 35,7 mm ed angolo di apertura di 60° per una sezione complessiva di 10 cm^2 ; aste da 22 mm di diametro esterno aventi peso di 2,40 kg/m; maglio di battuta del peso di 30 Kg; altezza di caduta del maglio di 20 cm (l'avanzamento della punta e della colonna di aste avviene per caduta di un maglio sulla testa delle aste).

Per l'esecuzione della prova DPSH1, invece, è stato utilizzato un penetrometro dinamico pesante tipo "Pagani TG 63-200" dalle seguenti caratteristiche tecniche: punta conica del diametro di 50,1 mm ed angolo di apertura di 90° per una sezione complessiva di 20 cm^2 ; aste da 32 mm di diametro esterno; maglio di battuta del peso di 63,5 Kg; altezza di caduta del maglio di 75 cm.

Entrambe le attrezzature sono dotate di dispositivo per lo sgancio automatico del maglio e di un centratore che agisce da guida per il mantenimento della verticalità della colonna di aste.

La prova si svolge infiggendo il sistema aste-punta per 10 o 30 cm, registrando contemporaneamente il numero di colpi necessari per realizzare tale avanzamento (il numero corrispondente viene denominato N_{10} o N_{30}). Operando in assenza di rivestimento laterale, nel corso della prova, l'operatore ha sempre verificato¹ (ed annotato) la presenza (e qualitativamente l'entità) dell'attrito laterale sulle aste, in modo da comprendere se le misure effettuate possano essere in qualche modo "alterate".

4.3 PROSPEZIONE SISMICA

Parallelamente al limite settentrionale della proprietà, lungo la strada esistente tra il Palazzetto dello Sport e l'area in cui sarà realizzato l'impianto antincendio, è stato eseguito un profilo sismico con tecnica MASW della lunghezza complessiva di 46 metri.

La prova si svolge energizzando su una piastra quadrata con una mazza da 8 Kg; le onde elastiche così generate sono ricevute da 24 sensori detti geofoni e registrate tramite un acquisitore digitale multicanale. **Il sottosuolo è stato indagato fino ad una profondità di 30 metri.**

5. RISULTATI CONSEGUITI DALLE INDAGINI

5.1 RISULTATI DELLE PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

Le caratteristiche geotecniche dei terreni presenti nel sottosuolo investigato sono state determinate elaborando i risultati ottenuti dalle prove geognostiche in sito; le elaborazioni sono state svolte con il software Dynamic Probing (vers. Dynamic 8.18.1.431) della Geostru Software che permette di gestire autonomamente singole prove anche eseguite con diversa strumentazione.

La prova penetrometrica dinamica pregressa (DL1) è stata interrotta alla profondità di -4,5 m dal p.c., mentre la prova attuale DPSH1 ha raggiunto la profondità di 6,3 metri dal p.c., arrivando alla condizione di rifiuto ($N_{30} > 50$).

Durante l'estrazione delle aste al termine della prova DPSH1 è stata rilevata la presenza di acqua, ma non è stato possibile misurare precisamente il livello a causa del franamento delle pareti; in considerazione dei dati a disposizione e della vicinanza dalla costa, il livello piezometrico è stato posto a -2,4 m dal p.c., corrispondente circa alla quota del livello del mare.

In breve, l'elaborazione dei dati delle prove penetrometriche DPSH avviene attraverso collaudate formule empiriche note in letteratura che consentono la correlazione diretta, tramite un coefficiente β , fra

¹ Tale operazione viene condotta controllando se la batteria di aste gira liberamente con la sola forza delle mani.

N_{10} (numero di colpi del penetrometro medio-leggero) e/o N_{30} (numero di colpi del penetrometro pesante DPSH) e N_{spt} (numero di colpi della Standard Penetration Test).

Ottenuta per ogni verticale di prova la successione dei valori di N_{spt} in rapporto alla profondità, si procede alla stima delle principali proprietà fisico-meccaniche dei terreni attraverso correlazioni codificate e messe a punto da numerosi Autori per la prova SPT, tenendo conto della natura granulometrica dei terreni presenti nel sottosuolo investigato.

Nel dettaglio sono state applicate le seguenti correlazioni:

Terreni incoerenti

D_r = densità relativa (Gibbs & Holtz, 1957);

ϕ = angolo di resistenza al taglio (Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof, 1956);

M_o = modulo edometrico (Menzenbach-Malcev);

E_y = modulo di Young (Schmertmann, 1978);

γ = peso di volume del terreno (Bowles, 1982; Terzaghi-Peck, 1948-1967).

Nel sito investigato, sulla base dei rilievi di superficie e delle indagini svolte, la successione stratigrafica locale risulta costituita dalle alluvioni (localmente costituite da sabbie fini e/o debolmente limose) poggianti sulle formazioni più antiche.

In particolare, osservando le due prove penetrometriche si nota che, superato il primo strato, i dati ottenuti sulle due verticali si correlano abbastanza bene fino ad una profondità di 4,5 metri dal p.c., mentre a profondità maggiori i risultati si diversificano. Nella prova DL1 pregressa l'addensamento aumenta in modo graduale, forse a causa del passaggio ai depositi alluvionali più antichi (siamo in prossimità della porzione distale della conoide), mentre in DPSH1 si ha un altro strato a basso addensamento e poi il valore di N_{30} aumenta repentinamente, fino alla condizione di rifiuto, dovuta probabilmente alla presenza di detrito grossolano dovuto al disfacimento del substrato roccioso o alla porzione alterata sommitale dello stesso, come sembra indicare anche l'indagine sismica.

In allegato sono riportati i diagrammi completi di resistenza/profondità, mentre le caratteristiche geotecniche stimate sono riportate nelle seguenti tabelle.

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPSH1

Profondità (m dal p.c.)		Litologia	Parametri geotecnici						
			N_{spt}	D_r	ϕ	E_y	M_o	γ_{secco}	γ_{saturo}
da	a		-	(%)	(°)	Mpa	Mpa	kN/m ³	kN/m ³
0,00	1,20	Sabbie sciolte	7	30,4	28,89	5,19	6,02	15,79	18,63
1,20	4,20	Sabbie fini da sciolte a mediamente addensate	14	38,7	30,95	10,86	8,53	18,14	19,02
4,20	5,40	Sabbie medio fini sciolte	10	33,7	29,73	7,51	7,05	16,87	18,83
5,40	6,30	Sabbie e ghiaie	56	63,5	42,98	43,89	23,15	22,16	24,52

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DL1

Profondità (m dal p.c.)		Litologia	Parametri geotecnici						
			Nspt	Dr	ϕ	Ey	Mo	γ_{secco}	γ_{saturo}
da	a		-	(%)	(°)	Mpa	Mpa	kN/m ³	kN/m ³
0,00	0,80	Ghiaietto e sabbie di riporto	34	73,4	36,78	26,85	15,61	21,28	24,52
0,80	2,50	Sabbie medio fini mediamente addensate	15	51,4	31,33	11,89	8,99	18,44	19,12
2,50	2,70	Sabbie medio fini sciolte	7	32,8	28,90	5,22	6,04	15,79	18,63
2,70	4,20	Sabbie medio fini mediamente addensate	17	54,7	31,95	13,60	9,74	19,02	19,22
4,20	4,50	Sabbie medie dense	28	68,1	35,13	22,32	13,60	20,79	24,52

5.4 VALORI CARATTERISTICI DEI PARAMETRI GEOTECNICI

I valori riportati nel paragrafo precedente sono da considerarsi valori medi, mentre con la nuova normativa devono essere determinati i valori caratteristici dei parametri geotecnici.

La valutazione dei parametri geotecnici caratteristici è stata eseguita con il software CVSoil della Geostru Software (vers. 2012.5.0.43) che utilizza un approccio probabilistico.

Il valore caratteristico, inteso come una stima cautelativa del parametro che influenza l'insorgere dello stato limite in considerazione, dovrà essere utilizzato in qualsiasi tipo di verifica geotecnica: le opere dovranno essere verificate per gli stati limite ultimi che possono presentarsi, in conseguenza alle diverse combinazioni delle azioni, e per gli stati limite di esercizio definiti in relazione alle prestazioni attese.

Definire il valore caratteristico significa pertanto scegliere il parametro geotecnico che influenza il comportamento del terreno in quel determinato stato limite, ed adottarne un valore, o stima, a favore della sicurezza. Ai valori caratteristici trovati si applicano dei coefficienti di sicurezza parziali in funzione dello stato limite considerato.

Ai sensi della Circolare del 02.02.2009 “appare giustificato il riferimento a valori prossimi a quelli medi quando nello stato limite considerato è coinvolto un elevato volume di terreno, con possibile compensazione delle eterogeneità o quando la struttura a contatto con il terreno è dotata di rigidità sufficiente a trasferire le azioni dalle zone meno resistenti a quelle più resistenti.

Al contrario, valori caratteristici prossimi ai valori minimi dei parametri geotecnici appaiono più giustificati nel caso in cui siano coinvolti modesti volumi di terreno, con concentrazione delle deformazioni fino alla formazione di superfici di rottura nelle porzioni di terreno meno resistenti del volume significativo, o nel caso in cui la struttura a contatto con il terreno non sia in grado di trasferire forze dalle zone meno resistenti a quelle più resistenti a causa della sua insufficiente rigidità”.

Nel caso in esame, la prova penetrometrica DPSH1 è stata eseguita in corrispondenza dell'ubicazione dell'opera: in questo caso le fluttuazioni che subiscono i diversi parametri sono note pertanto il valore caratteristico è sempre uguale al 5° percentile della media (ossia di poco inferiore al valore medio, in genere). Inoltre sarà realizzata una platea, un tipo di fondazione che coinvolge un maggiore volume di sottosuolo tendendo a compensare le zone deboli con le zone forti.

Generalmente, nel caso in cui i dati a disposizione siano meno di 30 si utilizzano le espressioni della distribuzione di probabilità t di Student.

Per il modulo di deformazione edometrico e il modulo di Young (M_o , E_y), utilizzati nelle verifiche agli SLE, si applica la mediana poiché non si è in presenza né di azioni, né di resistenze.

I report ottenuti dal programma sono riportati in **Appendice 1**, mentre di seguito si riassumono i risultati.

VALORI CARATTERISTICI DELLA MEDIA VALORI
 (5° percentile della media - elevato volume di terreno)

Profondità (m dal p.c.)		Litologia	Parametri geotecnici			
			Nspt _k	ϕ_k	$\gamma_{\text{secco},k}$	$\gamma_{\text{saturato},k}$
da	a		-	(°)	kN/m ³	kN/m ³
0,00	1,20	Sabbie sciolte	3	27,9	14,42	18,35
1,20	4,20	Sabbie fini da sciolte a mediamente addensate	12	30,5	17,64	18,96
4,20	5,40	Sabbie medio fini sciolte	5	28,5	15,37	18,50
5,40	6,30	Sabbie e ghiaie	n.d.	32,6	19,76	24,51

6. SISMICITÀ DELL'AREA

Con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008 la stima della pericolosità sismica, intesa come accelerazione massima orizzontale su suolo rigido ($V_{S30} > 800$ m/sec), viene definita mediante un approccio "sito dipendente" e non più tramite un criterio "zona dipendente".

La stima dei parametri necessari per la definizione dell'azione sismica di progetto viene effettuata calcolandoli direttamente per il sito in esame, utilizzando come riferimento le informazioni disponibili nel reticolo di riferimento riportato nell'All. B del D.M. 14 gennaio 2008.

Considerando un fabbricato, esso ricadrà sempre all'interno di una maglia identificata da 4 nodi del reticolo di riferimento, di cui sono forniti i parametri spettrali (ag , F_0 , T^*c) per nove tempi di ritorno diversi (legati ai vari stati limite).

I valori dei parametri spettrali propri del sito in esame sono ottenibili tramite media pesata con i 4 punti della griglia di accelerazioni.

I valori determinati sono relativi a situazioni geologiche con assenza di effetti locali dei terreni, ovvero con presenza di substrato sismico ($V_{S30} > 800$ m/sec) affiorante o subaffiorante e in condizioni morfologiche pianeggianti.

Se il sito non presenta queste caratteristiche dovranno essere svolte specifiche analisi di valutazione della risposta sismica locale (ai sensi di quanto previsto nel Cap. 3.2 delle NTC 2008), oppure verificare:

- la categoria di suolo di fondazione mediante la stima del parametro V_{S30} e di conseguenza l'amplificazione stratigrafica;
- il coefficiente di amplificazione topografica.

Pertanto, valutati i parametri spettrali per il sito, eventualmente corretti per l'amplificazione stratigrafica e topografica e sulla base della classe d'uso della costruzione, il Progettista potrà definire gli spettri orizzontali e verticali necessari per la stima dell'azione sismica di progetto.

6.1 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO ED AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICA

L'acquisizione delle onde S con il profilo sismico MASW, fino ad una profondità di oltre 30 metri dal piano di campagna, ha permesso di calcolare il parametro V_{S30} tramite la formula:

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

Sulla base dei valori di V_s e spessore ricostruiti con l'indagine geofisica, è stato calcolato il valore del parametro V_{S30} che risulta pari a **372 metri/sec.**, con un aumento costante con la profondità.

Considerando la profondità di -1,2 m dal p.c. la profondità di appoggio della fondazione in esame, la V_{S30} assume il valore di **389 metri/sec.**

Il substrato di fondazione investigato rientra nella **classe B** che, secondo la tabella 3.2.II delle NTC 2008, comprende: *“Rocce tenere e depositi di terreno a grana grossa molto addensati e terreni a grana fine molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori di V_{S30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s”*.

L'influenza del profilo stratigrafico sulla risposta sismica locale può essere valutata con riferimento alle categorie di sottosuolo. Il moto sismico alla superficie di un sito, associato a ciascuna categoria di sottosuolo, è definito mediante l'accelerazione massima (a_{max}) attesa in superficie ed una forma spettrale ancorata ad essa. Il valore di a_{max} può essere ricavato dalla relazione:

$$a_{max} = S_s \cdot a_g$$

dove a_g è l'accelerazione massima su sito di riferimento rigido ed S_s è il coefficiente di amplificazione stratigrafica.

Per sottosuolo di categoria B il coef. **Ss** vale (tab. 3.2.V):

$$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_o \cdot \frac{ag}{g} \leq 1,20$$

6.2 CONDIZIONI TOPOGRAFICHE ED AMPLIFICAZIONE SISMICA

Il sito in esame si trova in pianura, pertanto rientra nella categoria topografica T1 definita, secondo la tab. 3.2.IV delle NTC2008, come “Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i < 15^\circ$ ”.

Per tener conto delle condizioni topografiche e in assenza di specifiche analisi di risposta sismica locale, si utilizzano i valori del coefficiente topografico ST riportati nella Tab. 3.2.VI, in funzione delle categorie topografiche e dell’ubicazione dell’opera o dell’intervento.

Nel caso in esame il sito rientra nella categoria topografica T1, cui corrisponde un ST pari a 1,0.

6.3 STIMA DEI PARAMETRI SPETTRALI

Le azioni sismiche di progetto si definiscono a partire dalla “pericolosità sismica di base” del sito di costruzione, la quale, a sua volta, è descritta dalla probabilità che in un fissato lasso di tempo (periodo di riferimento VR) in detto sito si verifichi un evento sismico di entità almeno pari ad un valore prefissato. La probabilità è denominata P_{VR} .

Gli interventi previsti in progetto rientrano nel tipo di costruzione di classe 2, con una vita nominale $VN \geq 50$ anni, e in una classe d’uso I, cui corrisponde un coefficiente d’uso C_u pari a 0,7, pertanto il periodo di riferimento per l’azione sismica VR, pari al prodotto tra VN e C_u , è di 35 anni.

Tramite il programma Spettri-NTC ver.1.0.3 messo a disposizione dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici è possibile, partendo dalle coordinate, identificare la maglia di riferimento e, di conseguenza, individuare la pericolosità del sito (sulla base dei risultati del progetto S1-INGV).

Dallo stesso software, inserendo la classe d’uso e la vita nominale dell’edificio, si ottiene l’elaborazione dei parametri sismici.

I risultati sono riportati in **Appendice 2**. Poiché non sono noti i valori dei fattori di struttura, sono stati lasciati i parametri di default del programma; in fase di progettazione esecutiva, i risultati esposti dovranno essere modificati (se necessario) sulla base dei dati reali.

6.4 VERIFICA A LIQUEFAZIONE

Per liquefazione di un terreno s'intende il quasi totale annullamento della sua resistenza al taglio con l'assunzione del comportamento meccanico caratteristico dei liquidi.

Localmente, il substrato di fondazione è costituito da sabbie medio fini, talora con ghiaia, con falda compresa nei primi 15 metri dal piano di campagna.

Per valutare la stabilità nei confronti della liquefazione è stato svolto uno studio sulle zone sismogenetiche eseguendo un'analisi di pericolosità sismica con approccio probabilistico tramite il free software Mappa delle zone sismogenetiche messo a disposizione online dalla Geostru Software (www.geostru.com). Questo programma utilizza per le zone sorgenti il database DISS (Database of Individual Seismogenic Sources) 3.1.1, che raccoglie le potenziali fonti per i terremoti più grandi di 5.5 M in Italia e nelle aree circostanti, messo a disposizione dall'INGV.

Consultando sempre i database a cura dell'INGV, è possibile visualizzare la posizione degli epicentri degli eventi sismici sviluppatasi tra il 1981 e il 2006 nell'Italia centrale (ved.^{re} fig. 2).

E' chiaro che negli ultimi 30 anni, terremoti con magnitudo maggiore di 4 si sono localizzati nell'area appenninica oltre Perugia, zona molto attiva da un punto di vista sismogenetico.

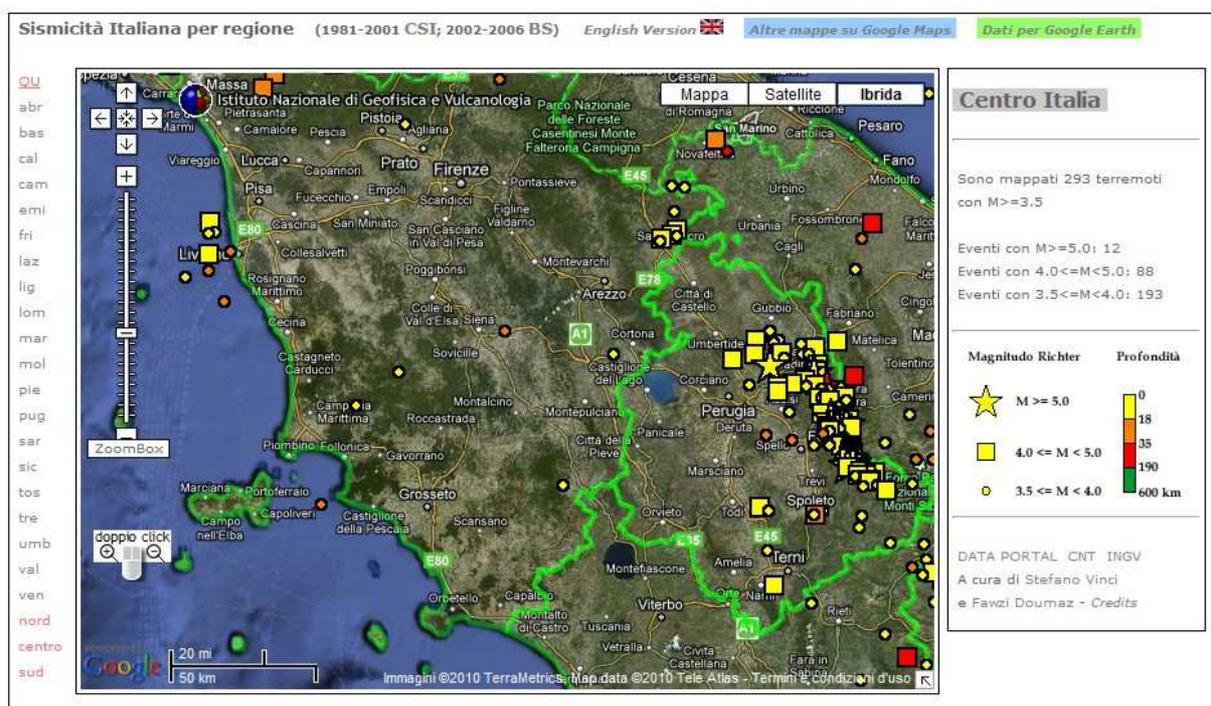


Fig. 2 – Eventi sismici registrati nell'Italia centrale differenziati per magnitudo e profondità epicentrale.

Tornando al software sopra citato, è possibile individuare le zone sismogenetiche più vicine al sito oggetto di studio, per ognuna delle quali è messa a disposizione una serie di informazioni, tra cui la magnitudo momento (M_w). Note la distanza e la magnitudo, il programma calcola l'accelerazione al suolo attesa per il sito in studio, considerando anche la situazione geologica.

Nel nostro caso sono state individuate le sorgenti di Livorno Hills e del Mugello, poste ad una distanza compresa tra 70 e 80 km, aventi M_w di 5,7 e 6,2; si ottiene così per il sito un'accelerazione al suolo compresa tra 0,033 e 0,056g (ved.^{re} fig. 3) che risulta inferiore al valore di 0,1g indicato nel paragrafo 7.11.3.4.2 delle NTC 2008 come limite oltre il quale è necessario procedere alle verifiche a liquefazione.



43.1491, 13.3209

Cerca Posizione

Via	<input type="text"/>	n°	<input type="text"/>
Comune	<input type="text"/>	Cap	<input type="text"/>
Provincia	<input type="text"/>	<input type="button" value="Cerca"/>	

- Siti rigidi o depositi alluvionali profondi con spessori maggiori di 20 metri
- Depositi superficiali con spessore compreso tra 5 e 20 metri

Imposta distanza con il mouse

Sorgente sismogenetica	P1		P2		Distanza (Km)	Magnitudo (Mw)	Accelerazione al suolo (g)
	Lat. (°)	Long. (°)	Lat. (°)	Long. (°)			
<input type="radio"/> Livorno Hills	42.7743	10.8489	43.4345	10.4789	79.32	5.7	0.033
<input checked="" type="radio"/> Mugello	42.7743	10.8489	42.6764	11.7087	71.07	6.2	0.056
<input type="radio"/>							

Fig. 2 – Sorgenti sismogenetiche individuate.

In definitiva le accelerazioni massime attese sono tali da non poter innescare il fenomeno della liquefazione nei terreni costituenti il sottosuolo del sito in esame.

7. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

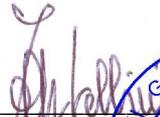
Nella presente relazione sono esposti i risultati e le elaborazioni eseguite a partire dai dati bibliografici e dalle indagini svolte in sito; tali attività ci hanno permesso di acquisire una molteplicità di dati geo-tematici e di ricostruire il “*modello geologico del sito*”.

Visto il progetto voluto dalla Committenza ed il modello geologico del sito, è possibile affermare quanto segue:

- nella zona d'intervento affiorano depositi alluvionali “sabbiosi” disposti con giacitura sub-orizzontale poggianti su un substrato roccioso arenaceo; l'assetto geologico dell'area è uniforme, stabile e non predisposto al dissesto idrogeologico s.l.;
- l'intervento è posto in un'area pianeggiante, che poco a monte si raccorda con dei versanti collinari; nel sito non sono presenti forme geomorfologiche che indichino dissesti morfologici s.l. o fenomeni di subsidenza naturale;
- l'intervento sarà realizzato all'interno di un'area recintata già antropizzata, pertanto il reticolo idrografico superficiale non sarà modificato in alcun modo;
- le acque meteoriche intercettate dalla nuova superficie impermeabile (platea tecnica) dovranno essere correttamente regimate sul reticolo idrico superficiale ed allontanate dalle strutture;
- data la scarsa profondità da raggiungere con gli scavi (-1,2/-1,5 m dal p.c.) il nuovo manufatto non influenzerà in alcun modo la falda presente nei depositi alluvionali, posta a profondità maggiore; l'esecuzione degli scavi, se eseguita durante la stagione umida, potrebbe intercettare acque ipodermiche di cui si dovrà tener conto sia in fase di cantiere sia post-intervento;
- l'area è esclusa da ogni perimetrazione di pericolosità elevata o molto elevata (P.F.E. o P.F.M.E, P.I.E. o P.I.M.E.) individuata dal PAI del Bacino Regionale dell'Ombrone e dal Piano Strutturale comunale;
- nella zona d'intervento non sono presenti corsi d'acqua iscritti negli elenchi della Del. C.R. n°72/2007, per cui non sussistono limitazioni di carattere idraulico;
- le proprietà geotecniche dei terreni presenti nel sottosuolo sono state determinate attraverso specifiche prove in sito. Considerando la presenza di un primo strato con scarso grado di addensamento, si consiglia di porre la base della fondazione alla base dello stesso, ad una profondità di circa -1,2/-1,5 m dal p.c. attuale o di sostituire questo orizzonte di terreno con altro materiale inerte idoneo ed opportunamente compattato;
- nella valutazione dei cedimenti, il Progettista tenga conto della presenza di uno strato più compressibile posto ad una profondità compresa tra -4,2 e -5,4 m circa dal p.c..

Durante l'esecuzione dei lavori, dovrà essere accertata in loco la rispondenza delle indagini e rilievi geologici (che hanno consentito di individuare il modello geologico illustrato in Tav. T2) e delle previsioni di progetto con lo stato effettivo del sottosuolo, adottando di conseguenza ogni ulteriore accorgimento necessario ad assicurare la stabilità dei terreni e la regimazione delle acque.

Riassumendo sinteticamente quanto sopra, tenuto conto la tipologia dell'intervento previsto e i dati emersi nel corso delle indagini geologiche, si esprime **PARERE DI FATTIBILITA' POSITIVO**, fermo restando le indicazioni date nella presente relazione.


Fabio Martellini
geologo

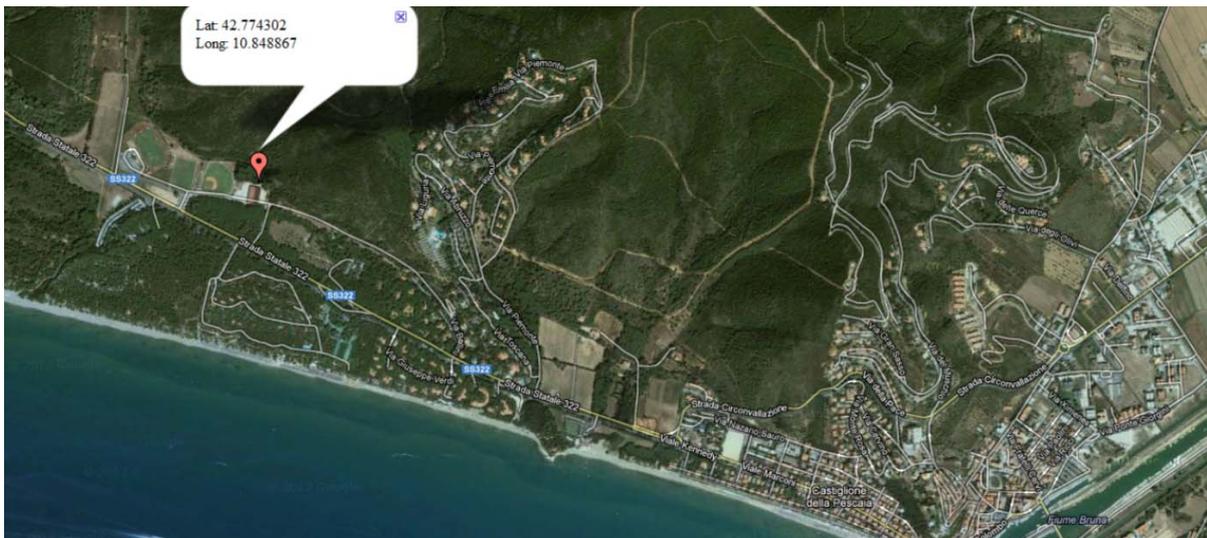


APPENDICI

- Appendice 1 Valori parametri caratteristici

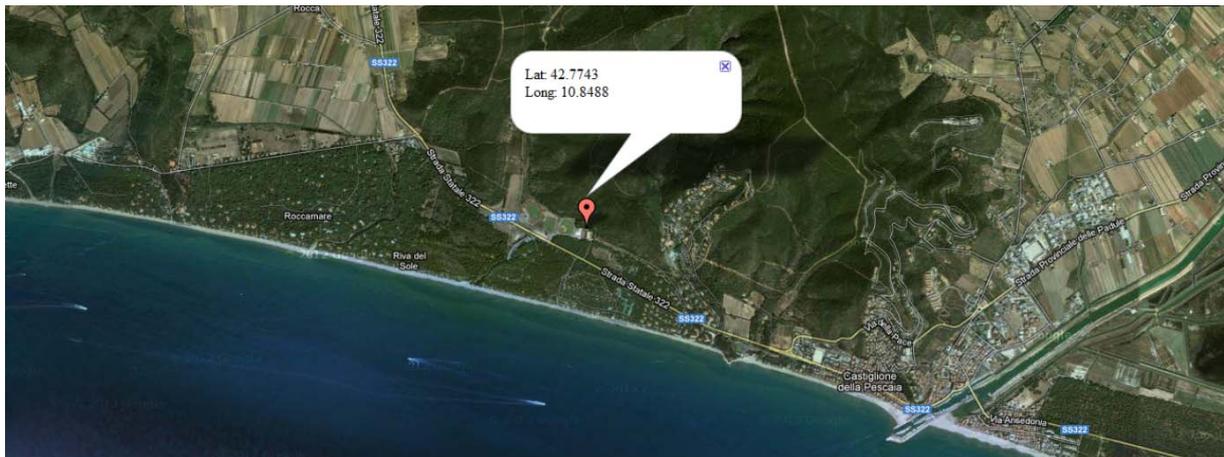
Valori caratteristici del terreno Zona n. 1

Nome	Nuova Zona
Descrizione	Realizzazione impianto antincendio
Committente	Amministrazione comunale di Castiglione della Pescaia
Cantiere	Palazzetto dello Sport
Indirizzo	Casa Mora nel comune di castiglione della Pescaia
Nazione	
Operatore	Geol. Manuel Seggiani
e-mail	
Responsabile	Geol. Fabio Martellini
Note	



Sondaggio n. 1

Nome	DPSH1
Data della prova	19/12/2012
Latitudine[°]	42,774300
Longitudine[°]	10,848870
Altitudine[m.s.l.m.]	2,40
Descrizione	prova penetrometrica dinamica pesante
Tipo di prova	Dinamica continua
Profondità prova[m]	6,30
Falda	Presente
Categoria del suolo	B
Note	



Risultati elaborazione

	Angolo di resistenza al taglio [°]	Modulo di compressibilità edometrica [kN/mq]	Modulo di Young [kN/mq]	N spt [n.]	Peso di volume naturale [kN/mc]	Peso di volume saturo [kN/mc]
1	27,90	6025,00	5197,50	3,17	14,42	18,35
2	30,50	8532,00	10854,00	12,24	17,64	18,96
3	28,54	7047,50	7507,50	5,40	15,37	18,50
4	32,55	23146,67	43883,33	-14,08	19,76	24,51

APPENDICI

- Appendice 2 Parametri sismici

Dicembre 2012

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate LONGITUDINE: LATITUDINE:

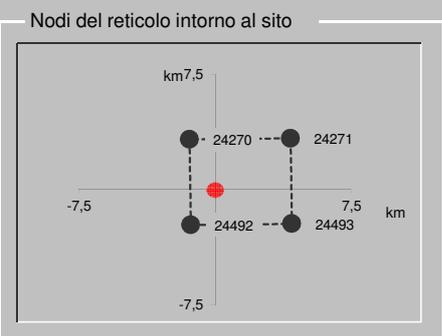
Ricerca per comune REGIONE: PROVINCIA: COMUNE:

Elaborazioni grafiche

- Grafici spettri di risposta
- Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche

- Tabella parametri



Reticolo di riferimento

Controllo sul reticolo

- Sito esterno al reticolo
- Interpolazione su 3 nodi
- Interpolazione corretta

Interpolazione

La "Ricerca per comune" utilizza le ... coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che ... all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_N info

Coefficiente d'uso della costruzione - c_U info

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) - V_R info

Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) - T_R info

Stati limite di esercizio - SLE { SLO - $P_{VR} = 81\%$
SLD - $P_{VR} = 63\%$

Stati limite ultimi - SLU { SLV - $P_{VR} = 10\%$
SLC - $P_{VR} = 5\%$

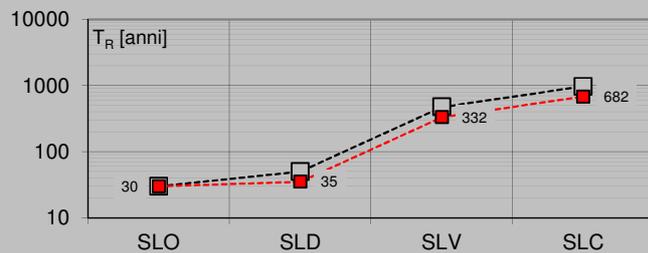
Elaborazioni

Grafici parametri azione

Grafici spettri di risposta

Tabella parametri azione

Strategia di progettazione



LEGENDA GRAFICO

---□--- Strategia per costruzioni ordinarie

---■--- Strategia scelta

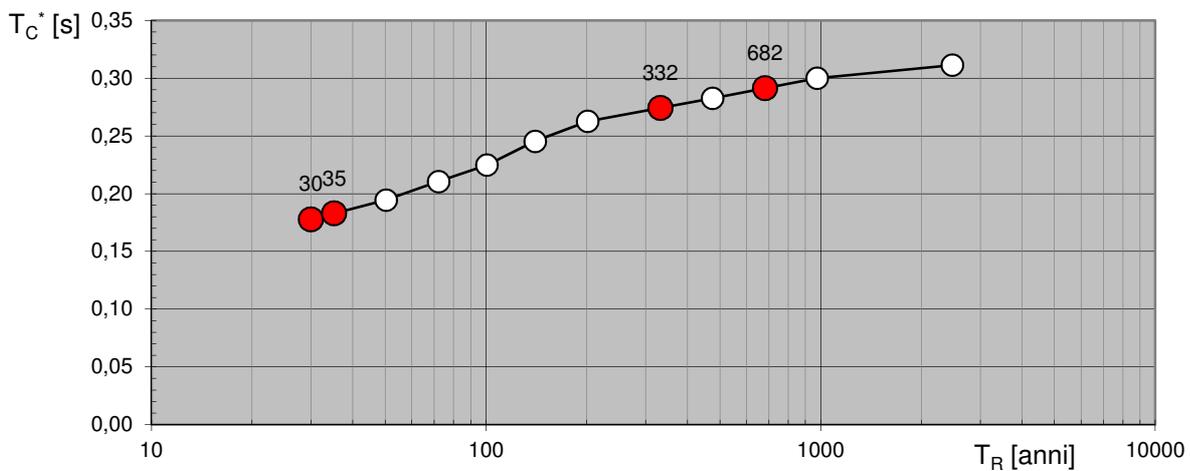
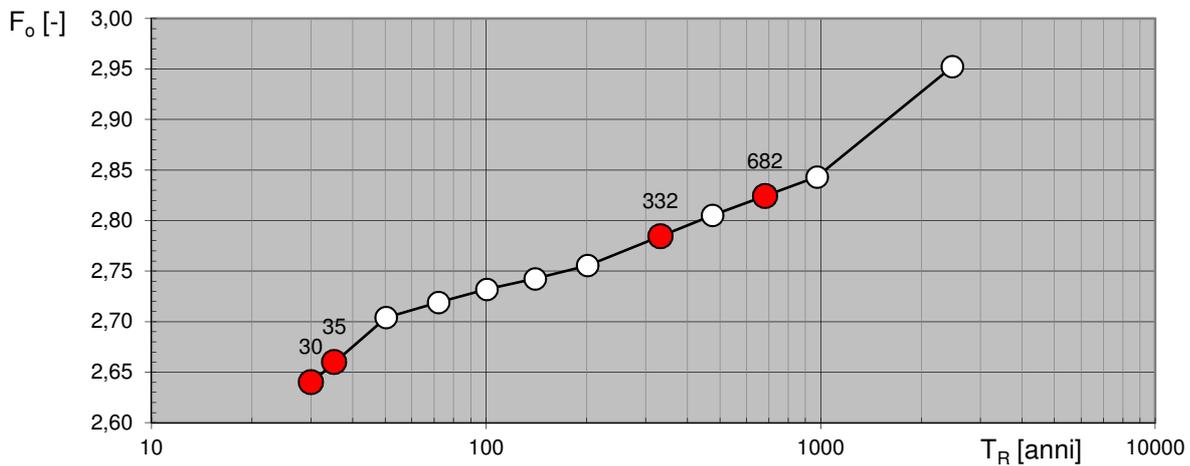
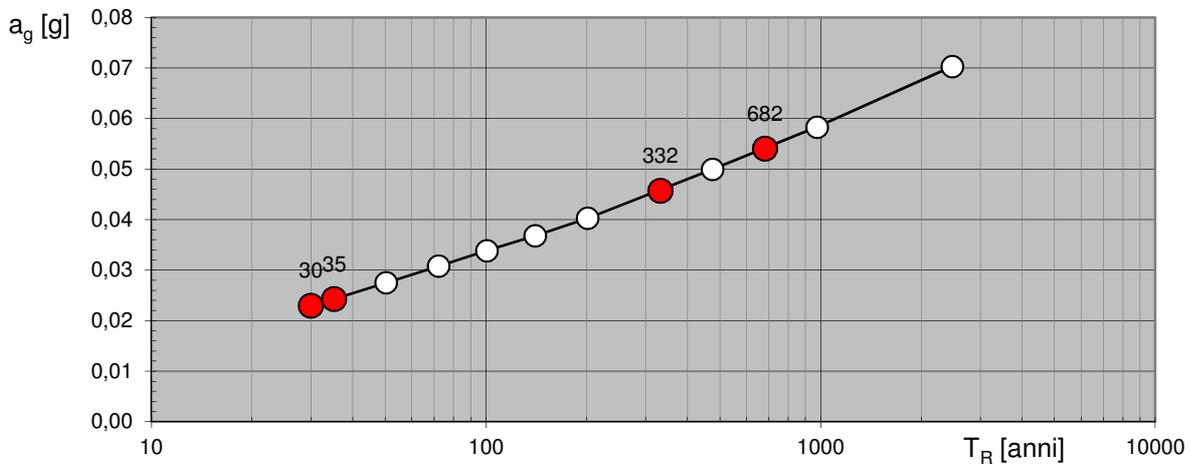
INTRO

FASE 1

FASE 2

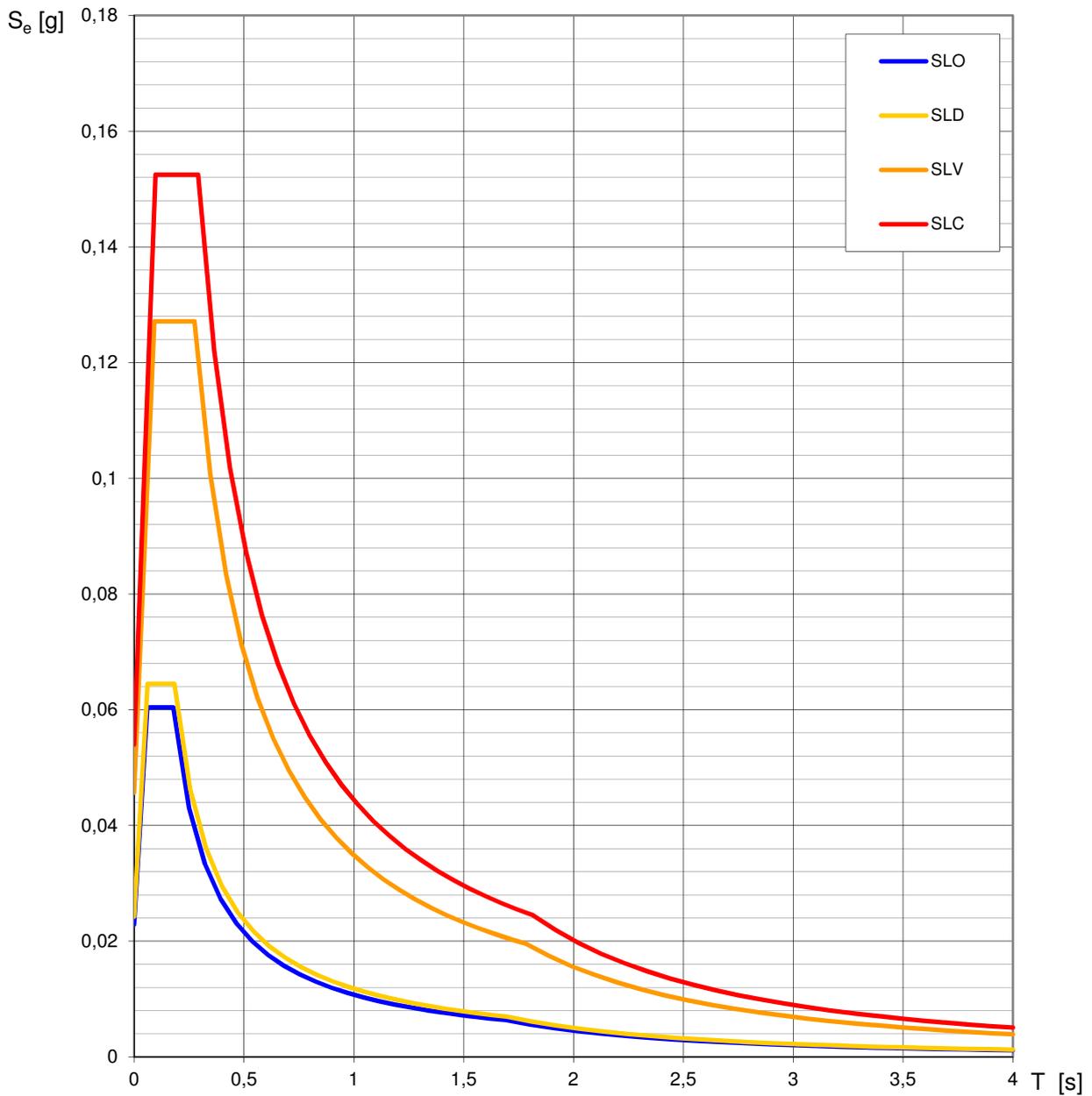
FASE 3

Valori di progetto dei parametri a_g , F_o , T_C^* in funzione del periodo di ritorno T_R



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

Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite



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

Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno SL

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	30	0,023	2,640	0,178
SLD	35	0,024	2,660	0,183
SLV	332	0,046	2,784	0,274
SLC	682	0,054	2,824	0,291

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

FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite

Stato Limite considerato **SLO** info

Risposta sismica locale

Categoria di sottosuolo **B** info

$S_S =$ **1,200** $C_C =$ **1,554** info

Categoria topografica **T1** info

$h/H =$ **1,000** $S_T =$ **1,000** info

(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

Compon. orizzontale

Spettro di progetto elastico (SLE)

Smorzamento ξ (%) **5** $\eta =$ **1,000** info

Spettro di progetto inelastico (SLU)

Fattore q_o **3** Regol. in altezza **sì** info

Compon. verticale

Spettro di progetto

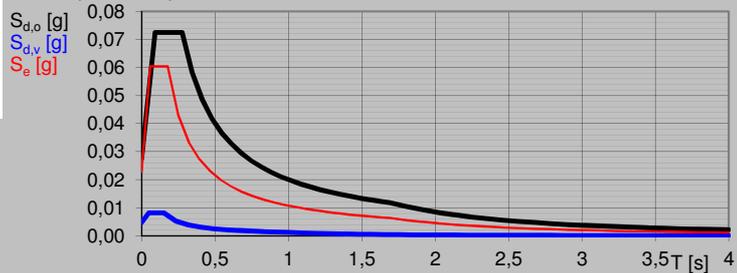
Fattore q **1,5** $\eta =$ **0,667** info

Elaborazioni

Grafici spettri di risposta

Parametri e punti spettri di risposta

Spettri di risposta



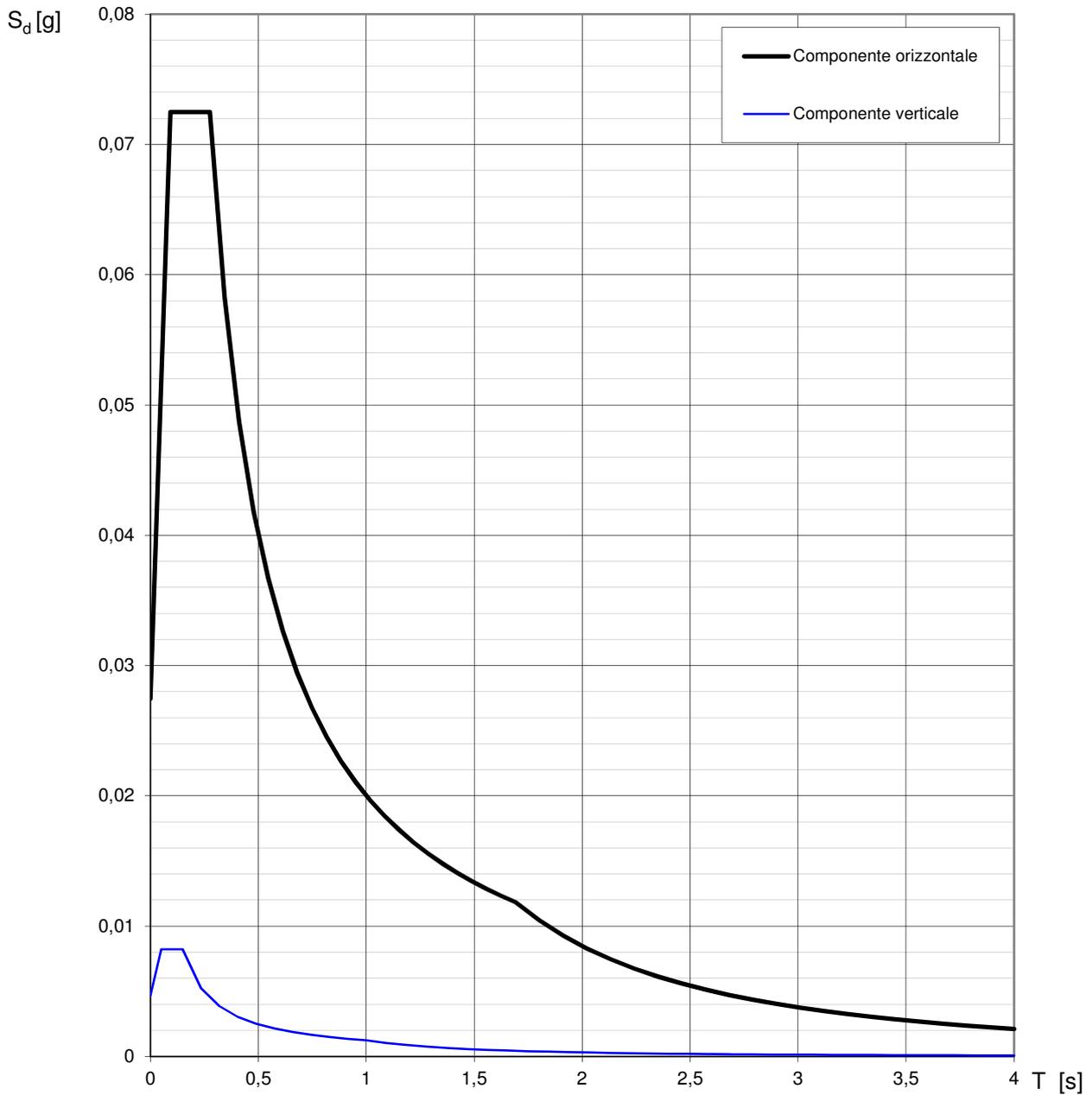
- Spettro di progetto - componente orizzontale
- Spettro di progetto - componente verticale
- Spettro elastico di riferimento (Cat. A-T1, $\xi = 5\%$)

INTRO

FASE 1

FASE 2

FASE 3

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLO

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

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite: SLO

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLO
a_g	0,023 g
F_o	2,640
T_C	0,178 s
S_S	1,200
C_C	1,554
S_T	1,000
q	1,000

Parametri dipendenti

S	1,200
η	1,000
T_B	0,092 s
T_C	0,276 s
T_D	1,692 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,027
$T_B \leftarrow$	0,092	0,072
$T_C \leftarrow$	0,276	0,072
	0,344	0,058
	0,411	0,049
	0,478	0,042
	0,546	0,037
	0,613	0,033
	0,681	0,029
	0,748	0,027
	0,815	0,025
	0,883	0,023
	0,950	0,021
	1,018	0,020
	1,085	0,018
	1,152	0,017
	1,220	0,016
	1,287	0,016
	1,355	0,015
	1,422	0,014
	1,489	0,013
	1,557	0,013
	1,624	0,012
$T_D \leftarrow$	1,692	0,012
	1,801	0,010
	1,911	0,009
	2,021	0,008
	2,131	0,007
	2,241	0,007
	2,351	0,006
	2,461	0,006
	2,571	0,005
	2,681	0,005
	2,791	0,004
	2,901	0,004
	3,011	0,004
	3,121	0,003
	3,231	0,003
	3,340	0,003
	3,450	0,003
	3,560	0,003
	3,670	0,003
	3,780	0,002
	3,890	0,002
	4,000	0,002

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

Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite: SLO

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLO
a_{gv}	0,005 g
S_S	1,000
S_T	1,000
q	1,500
T_B	0,050 s
T_C	0,150 s
T_D	1,000 s

Parametri dipendenti

F_v	0,539
S	1,000
η	0,667

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 §. 3.2.3.5})$$

$$F_v = 1,35 \cdot F_o \cdot \left(\frac{a_g}{g} \right)^{0,5} \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.11})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.10)

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,005
$T_B \leftarrow$	0,050	0,008
$T_C \leftarrow$	0,150	0,008
	0,235	0,005
	0,320	0,004
	0,405	0,003
	0,490	0,003
	0,575	0,002
	0,660	0,002
	0,745	0,002
	0,830	0,001
	0,915	0,001
$T_D \leftarrow$	1,000	0,001
	1,094	0,001
	1,188	0,001
	1,281	0,001
	1,375	0,001
	1,469	0,001
	1,563	0,001
	1,656	0,000
	1,750	0,000
	1,844	0,000
	1,938	0,000
	2,031	0,000
	2,125	0,000
	2,219	0,000
	2,313	0,000
	2,406	0,000
	2,500	0,000
	2,594	0,000
	2,688	0,000
	2,781	0,000
	2,875	0,000
	2,969	0,000
	3,063	0,000
	3,156	0,000
	3,250	0,000
	3,344	0,000
	3,438	0,000
	3,531	0,000
	3,625	0,000
	3,719	0,000
	3,813	0,000
	3,906	0,000
	4,000	0,000

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

FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite

Stato Limite considerato **SLD**

Risposta sismica locale

Categoria di sottosuolo **B**

$S_S = 1,200$ $C_C = 1,545$

Categoria topografica **T1**

$h/H = 1,000$ $S_T = 1,000$

(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

Compon. orizzontale

Spettro di progetto elastico (SLE)

Smorzamento ξ (%) **5** $\eta = 1,000$

Spettro di progetto inelastico (SLU)

Fattore q_o **3** Regol. in altezza **sì**

Compon. verticale

Spettro di progetto

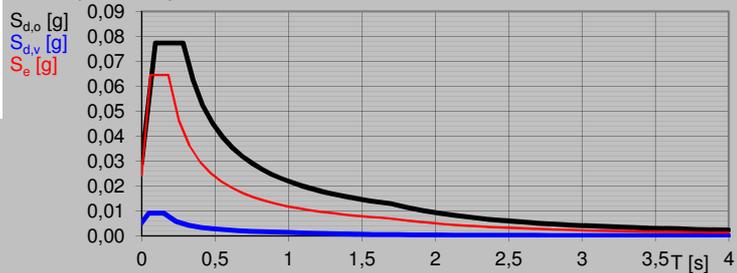
Fattore q **1,5** $\eta = 0,667$

Elaborazioni

Grafici spettri di risposta

Parametri e punti spettri di risposta

Spettri di risposta



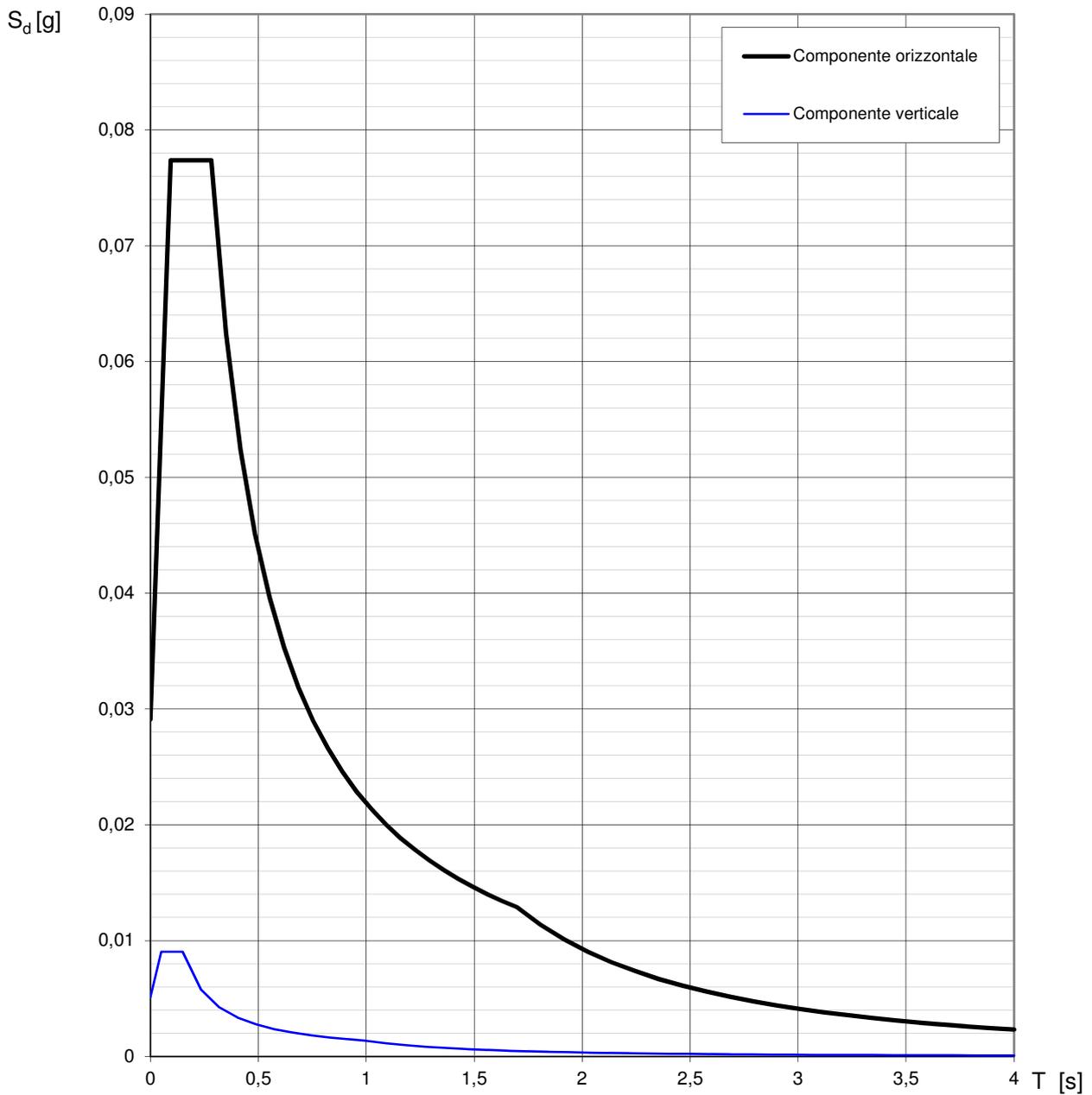
- Spettro di progetto - componente orizzontale
- Spettro di progetto - componente verticale
- Spettro elastico di riferimento (Cat. A-T1, $\xi = 5\%$)

INTRO

FASE 1

FASE 2

FASE 3

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLD

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

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite: SLD

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
a_g	0,024 g
F_o	2,660
T_C	0,183 s
S_S	1,200
C_C	1,545
S_T	1,000
q	1,000

Parametri dipendenti

S	1,200
η	1,000
T_B	0,094 s
T_C	0,283 s
T_D	1,697 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,029
T_B ←	0,094	0,077
T_C ←	0,283	0,077
	0,350	0,062
	0,417	0,052
	0,485	0,045
	0,552	0,040
	0,619	0,035
	0,687	0,032
	0,754	0,029
	0,821	0,027
	0,889	0,025
	0,956	0,023
	1,023	0,021
	1,091	0,020
	1,158	0,019
	1,225	0,018
	1,293	0,017
	1,360	0,016
	1,428	0,015
	1,495	0,015
	1,562	0,014
	1,630	0,013
T_D ←	1,697	0,013
	1,807	0,011
	1,916	0,010
	2,026	0,009
	2,136	0,008
	2,245	0,007
	2,355	0,007
	2,465	0,006
	2,574	0,006
	2,684	0,005
	2,794	0,005
	2,903	0,004
	3,013	0,004
	3,123	0,004
	3,232	0,004
	3,342	0,003
	3,452	0,003
	3,561	0,003
	3,671	0,003
	3,781	0,003
	3,890	0,002
	4,000	0,002

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

Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite: SLD

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
a_{gv}	0,005 g
S_S	1,000
S_T	1,000
q	1,500
T_B	0,050 s
T_C	0,150 s
T_D	1,000 s

Parametri dipendenti

F_v	0,559
S	1,000
η	0,667

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 §. 3.2.3.5})$$

$$F_v = 1,35 \cdot F_o \cdot \left(\frac{a_g}{g} \right)^{0,5} \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.11})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.10)

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,005
$T_B \leftarrow$	0,050	0,009
$T_C \leftarrow$	0,150	0,009
	0,235	0,006
	0,320	0,004
	0,405	0,003
	0,490	0,003
	0,575	0,002
	0,660	0,002
	0,745	0,002
	0,830	0,002
	0,915	0,001
$T_D \leftarrow$	1,000	0,001
	1,094	0,001
	1,188	0,001
	1,281	0,001
	1,375	0,001
	1,469	0,001
	1,563	0,001
	1,656	0,000
	1,750	0,000
	1,844	0,000
	1,938	0,000
	2,031	0,000
	2,125	0,000
	2,219	0,000
	2,313	0,000
	2,406	0,000
	2,500	0,000
	2,594	0,000
	2,688	0,000
	2,781	0,000
	2,875	0,000
	2,969	0,000
	3,063	0,000
	3,156	0,000
	3,250	0,000
	3,344	0,000
	3,438	0,000
	3,531	0,000
	3,625	0,000
	3,719	0,000
	3,813	0,000
	3,906	0,000
	4,000	0,000

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

FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite

Stato Limite considerato **SLV** info

Risposta sismica locale

Categoria di sottosuolo **B** info

$S_S =$ **1,200**

$C_C =$ **1,425** info

Categoria topografica **T1** info

$h/H =$ **1,000**

$S_T =$ **1,000** info

(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

Compon. orizzontale

Spettro di progetto elastico (SLE)

Smorzamento ξ (%) **5**

$\eta =$ **1,000** info

Spettro di progetto inelastico (SLU)

Fattore q_o **3**

Regol. in altezza **sì** info

Compon. verticale

Spettro di progetto

Fattore q **1,5**

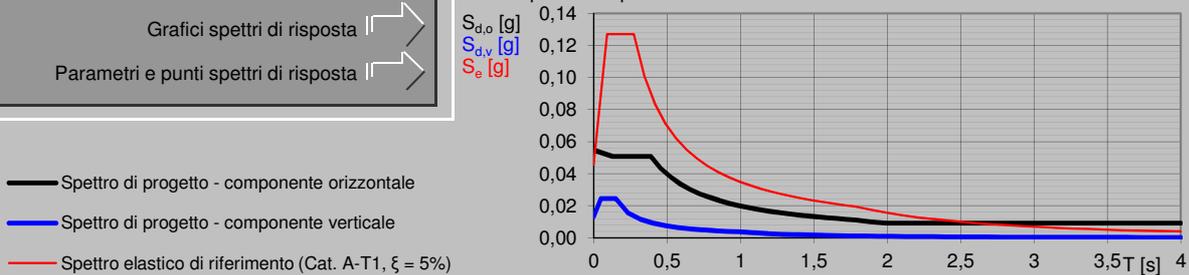
$\eta =$ **0,667** info

Elaborazioni

Grafici spettri di risposta

Parametri e punti spettri di risposta

Spettri di risposta

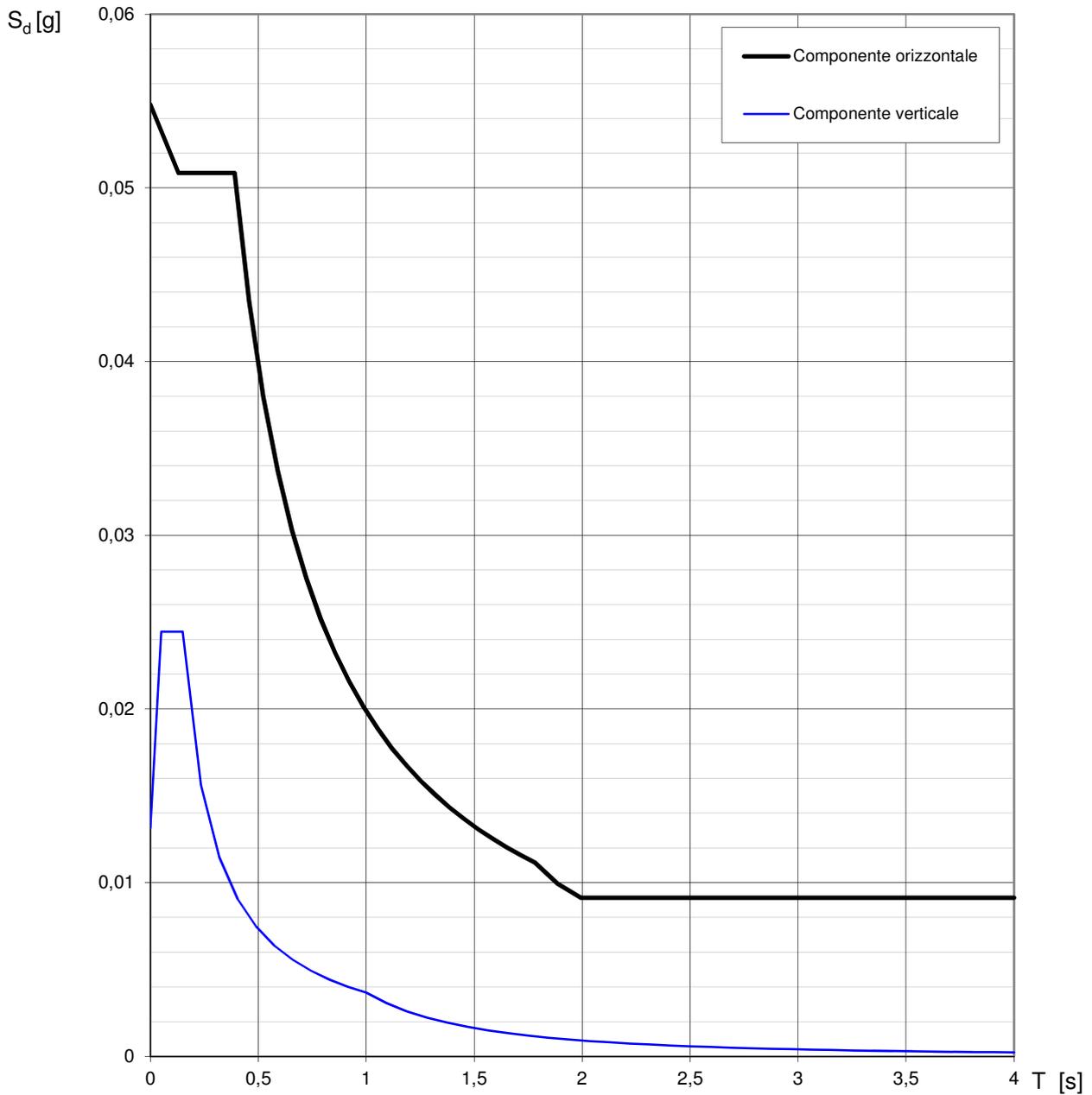


INTRO

FASE 1

FASE 2

FASE 3

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLV

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

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite: SLV

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0,046 g
F_o	2,784
T_C	0,274 s
S_S	1,200
C_C	1,425
S_T	1,000
q	3,000

Parametri dipendenti

S	1,200
η	0,333
T_B	0,130 s
T_C	0,391 s
T_D	1,783 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,055
T_B ←	0,130	0,051
T_C ←	0,391	0,051
	0,457	0,043
	0,523	0,038
	0,589	0,034
	0,656	0,030
	0,722	0,028
	0,788	0,025
	0,855	0,023
	0,921	0,022
	0,987	0,020
	1,054	0,019
	1,120	0,018
	1,186	0,017
	1,252	0,016
	1,319	0,015
	1,385	0,014
	1,451	0,014
	1,518	0,013
	1,584	0,013
	1,650	0,012
	1,716	0,012
T_D ←	1,783	0,011
	1,888	0,010
	1,994	0,009
	2,099	0,009
	2,205	0,009
	2,311	0,009
	2,416	0,009
	2,522	0,009
	2,627	0,009
	2,733	0,009
	2,839	0,009
	2,944	0,009
	3,050	0,009
	3,155	0,009
	3,261	0,009
	3,366	0,009
	3,472	0,009
	3,578	0,009
	3,683	0,009
	3,789	0,009
	3,894	0,009
	4,000	0,009

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

Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite: SLV

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_{gv}	0,013 g
S_S	1,000
S_T	1,000
q	1,500
T_B	0,050 s
T_C	0,150 s
T_D	1,000 s

Parametri dipendenti

F_v	0,803
S	1,000
η	0,667

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 §. 3.2.3.5})$$

$$F_v = 1,35 \cdot F_o \cdot \left(\frac{a_g}{g} \right)^{0,5} \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.11})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.10)

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,013
$T_B \leftarrow$	0,050	0,024
$T_C \leftarrow$	0,150	0,024
	0,235	0,016
	0,320	0,011
	0,405	0,009
	0,490	0,007
	0,575	0,006
	0,660	0,006
	0,745	0,005
	0,830	0,004
	0,915	0,004
$T_D \leftarrow$	1,000	0,004
	1,094	0,003
	1,188	0,003
	1,281	0,002
	1,375	0,002
	1,469	0,002
	1,563	0,002
	1,656	0,001
	1,750	0,001
	1,844	0,001
	1,938	0,001
	2,031	0,001
	2,125	0,001
	2,219	0,001
	2,313	0,001
	2,406	0,001
	2,500	0,001
	2,594	0,001
	2,688	0,001
	2,781	0,000
	2,875	0,000
	2,969	0,000
	3,063	0,000
	3,156	0,000
	3,250	0,000
	3,344	0,000
	3,438	0,000
	3,531	0,000
	3,625	0,000
	3,719	0,000
	3,813	0,000
	3,906	0,000
	4,000	0,000

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

FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite

Stato Limite considerato **SLC** info

Risposta sismica locale

Categoria di sottosuolo **B** info

$S_S =$ **1,200** $C_C =$ **1,408** info

Categoria topografica **T1** info

$h/H =$ **1,000** $S_T =$ **1,000** info

(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

Compon. orizzontale

Spettro di progetto elastico (SLE)

Smorzamento ξ (%) **5** $\eta =$ **1,000** info

Spettro di progetto inelastico (SLU)

Fattore q_o **3** Regol. in altezza **sì** info

Compon. verticale

Spettro di progetto

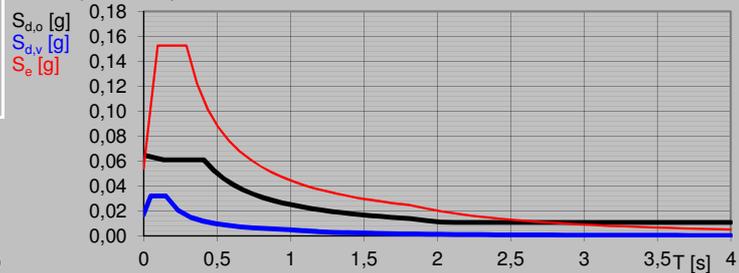
Fattore q **1,5** $\eta =$ **0,667** info

Elaborazioni

Grafici spettri di risposta

Parametri e punti spettri di risposta

Spettri di risposta



- Spettro di progetto - componente orizzontale
- Spettro di progetto - componente verticale
- Spettro elastico di riferimento (Cat. A-T1, $\xi = 5\%$)

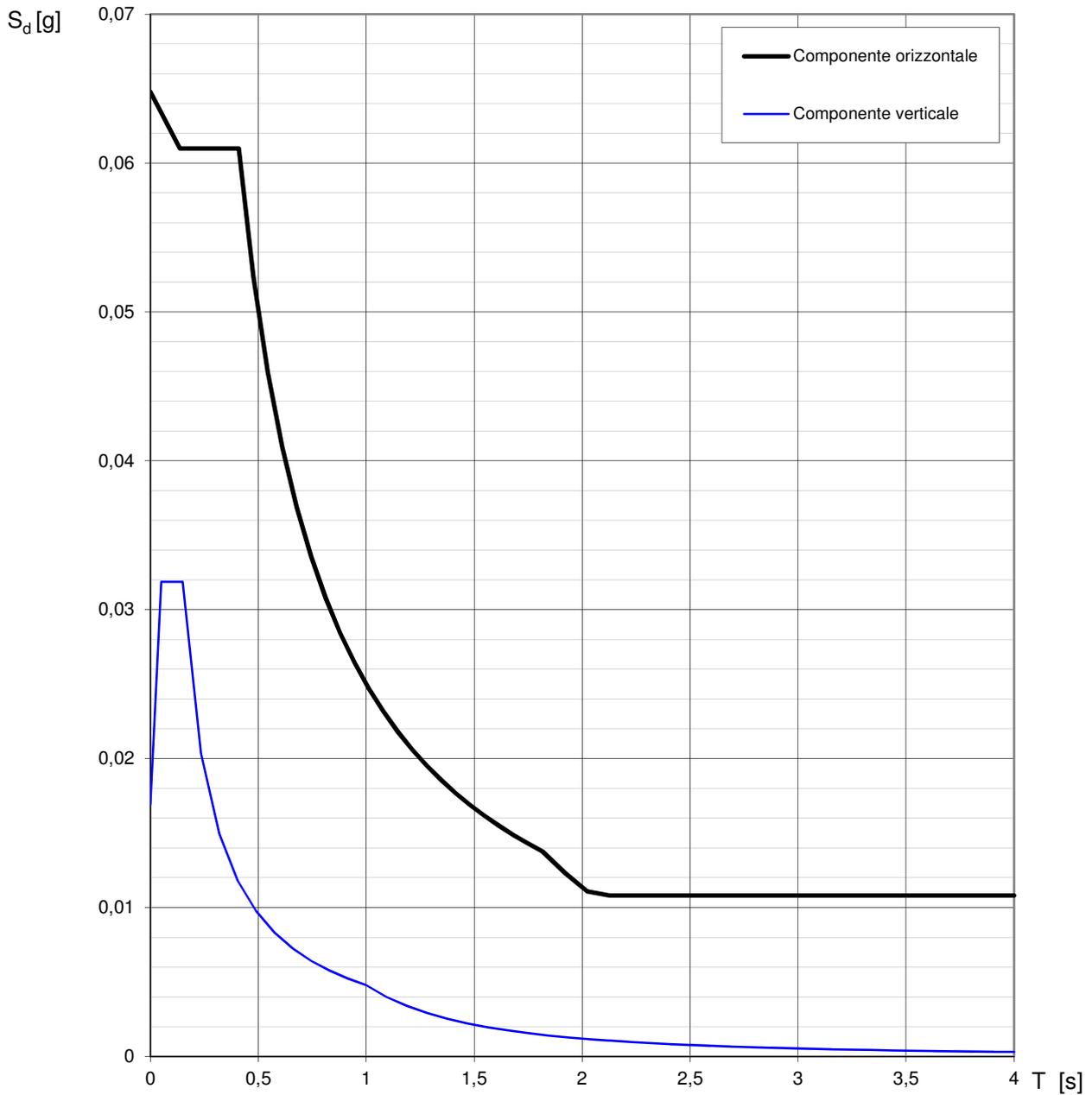
INTRO

FASE 1

FASE 2

FASE 3

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLC



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

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite: SLC

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLC
a_g	0,054 g
F_o	2,824
T_C	0,291 s
S_S	1,200
C_C	1,408
S_T	1,000
q	3,000

Parametri dipendenti

S	1,200
η	0,333
T_B	0,137 s
T_C	0,410 s
T_D	1,816 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,065
$T_B \leftarrow$	0,137	0,061
$T_C \leftarrow$	0,410	0,061
	0,477	0,052
	0,544	0,046
	0,611	0,041
	0,678	0,037
	0,745	0,034
	0,812	0,031
	0,879	0,028
	0,946	0,026
	1,013	0,025
	1,079	0,023
	1,146	0,022
	1,213	0,021
	1,280	0,020
	1,347	0,019
	1,414	0,018
	1,481	0,017
	1,548	0,016
	1,615	0,015
	1,682	0,015
	1,749	0,014
$T_D \leftarrow$	1,816	0,014
	1,920	0,012
	2,024	0,011
	2,128	0,011
	2,232	0,011
	2,336	0,011
	2,440	0,011
	2,544	0,011
	2,648	0,011
	2,752	0,011
	2,856	0,011
	2,960	0,011
	3,064	0,011
	3,168	0,011
	3,272	0,011
	3,376	0,011
	3,480	0,011
	3,584	0,011
	3,688	0,011
	3,792	0,011
	3,896	0,011
	4,000	0,011

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

Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite: SLC

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	
a_{gv}	0,017 g
S_S	1,000
S_T	1,000
q	1,500
T_B	0,050 s
T_C	0,150 s
T_D	1,000 s

Parametri dipendenti

F_v	0,886
S	1,000
η	0,667

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 §. 3.2.3.5})$$

$$F_v = 1,35 \cdot F_o \cdot \left(\frac{a_g}{g} \right)^{0,5} \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.11})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.10)

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,017
$T_B \leftarrow$	0,050	0,032
$T_C \leftarrow$	0,150	0,032
	0,235	0,020
	0,320	0,015
	0,405	0,012
	0,490	0,010
	0,575	0,008
	0,660	0,007
	0,745	0,006
	0,830	0,006
	0,915	0,005
$T_D \leftarrow$	1,000	0,005
	1,094	0,004
	1,188	0,003
	1,281	0,003
	1,375	0,003
	1,469	0,002
	1,563	0,002
	1,656	0,002
	1,750	0,002
	1,844	0,001
	1,938	0,001
	2,031	0,001
	2,125	0,001
	2,219	0,001
	2,313	0,001
	2,406	0,001
	2,500	0,001
	2,594	0,001
	2,688	0,001
	2,781	0,001
	2,875	0,001
	2,969	0,001
	3,063	0,001
	3,156	0,000
	3,250	0,000
	3,344	0,000
	3,438	0,000
	3,531	0,000
	3,625	0,000
	3,719	0,000
	3,813	0,000
	3,906	0,000
	4,000	0,000

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

ALLEGATI

ALLEGATI GRAFICI

- T1 *“Corografia, Carta geologica, Carta propensione al dissesto, Carta tutela del territorio, Pericolosità aree urbanizzate P.S. ”*
- T2 *“Planimetria di dettaglio, Sezione geologico-tecnica”.*

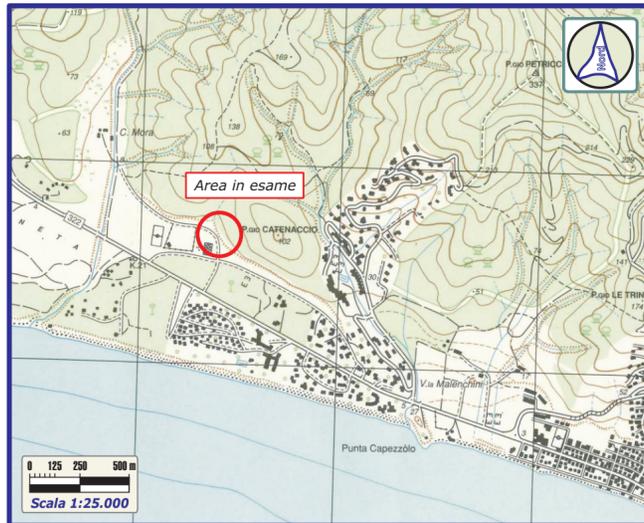
ALLEGATI DOCUMENTALI

- *Certificato prova penetrometrica dinamica pregressa (DL1);*
- *Certificato prova penetrometrica dinamica (DPSH1);*
- *Rapporto indagine sismica di tipo Masw.*

ALLEGATI GRAFICI

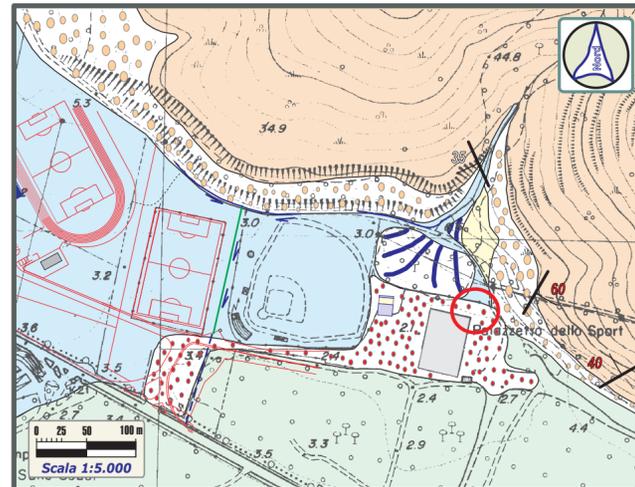
-T1 "Corografia, Carta geologica, Carta propensione al dissesto, Carta tutela del territorio, Pericolosità aree urbanizzate P.S."

COROGRAFIA DEI LUOGHI



Estratto dalla Carta Topografica d'Italia Foglio n° 330 Sezione I° "Castiglione della Pescaia"; in evidenza la zona in esame.

CARTA GEOLOGICA



Da rilevamenti geologici inediti dello scrivente

LEGENDA carta geologica

DEPOSITI CONTINENTALI QUATERNARI

Depositi a forte controllo antropico (Attuali)
Aree caratterizzate da pesante rimaneggiamento dei terreni affioranti e/o consistenti riporti di materiali granulari non autoctoni (sabbie, ghiaia e ghiaietto carbonatico di cava ecc). In dettaglio nell'area oggetto d'interesse lungo la viabilità d'accesso ai vari impianti sportivi e nelle aree contermini ai fabbricati sportivi è stato riportato uno spessore variabile di 20-30 cm di ghiaia e ghiaietto carbonatico di cava talora frammisto a ciottolame di fiume con pezzature da minute a grossolane ($\phi_{90} = 20-30/50-60$ mm). Localmente la componente detritica carbonatica di fondo stradale è accompagnata da sfridi edili (aree ad Est palazzetto dello Sport) che si rinvergono anche in modesti depositi lungo i margini delle strade.

(aa) Detriti di versante (Attuali e subattuali)
Sabbie fini-molto fini ghiaiose limose, ghiaie e blocchi (soprattutto alla base delle scarpate prive di vegetazione arborea arbustiva) originate dal disfacimento del Macigno.

(da) Depositi eolici (Olocene)
Sabbie a grana medio-fine e/o fine-molto fine ben cernite di color marrone-grigio, con addensamento variabile da sciolte a molto sciolte. Si tratta di terreni in parte eteropici (porzione medio-inferiore) con i depositi alluvionali retroduali, depositi prevalentemente dal F.so di C.sa Mora, ai quali passano lateralmente verso l'entroterra con un contatto per interdigitazione progredante.

(bn1) Depositi alluvionali (Olocene)
Depositi alluvionali costituiti prevalentemente da sabbie eterometriche a grana medio fine, ciottolame medio-grossolano e minuto, color marrone bruno ocreo. Nelle aree oggetto d'intervento affiorano superficialmente sabbie a grana fine color marrone rossastro talora limose contenenti locali ciottolotti di arenarie di mg di $\phi_{90} < 10-15$ mm.

(bn2) Depositi alluvionali terrazzati (Pleistocene sup.)
Sedimenti alluvionali formati da limi sabbioso-ciottolosi e sabbie limose cui s'intercalano, a luoghi, lenti e/o livelli di sabbie ciottolose, ciottolami sabbiosi embriciati e ciottolami di arenaria. Affiorano estesamente sulle fasce pedecollinari dei principali rilievi montuosi (per gran parte ricoperti dai terreni sabbioso-ghiaiosi di disfacimento del Macigno) a quote sopraelevate rispetto alle alluvioni più recenti. All'intersezione delle valli secondarie sulla pianura sono evidenti fenomeni di sovralluvionamento (conoidi alluvionali antiche inattive) in parte obliterati dall'azione di rimaneggiamento antropico (attività agricole, urbanizzazioni). Questa unità affiorante in sinistra della vallecola del F.so Catenaccio è costituita da limi sabbioso-ghiaioso-ciottolosi color marrone aranciato e giallo oca.

DOMINIO TOSCANO

(MAC) Macigno (Oligocene inf.-Aquitano)
Arenarie torbiditiche quarzoso-feldspatico-micacee gradate, in strati di potenza variabile, con livelli più sottili di argilliti silteose.

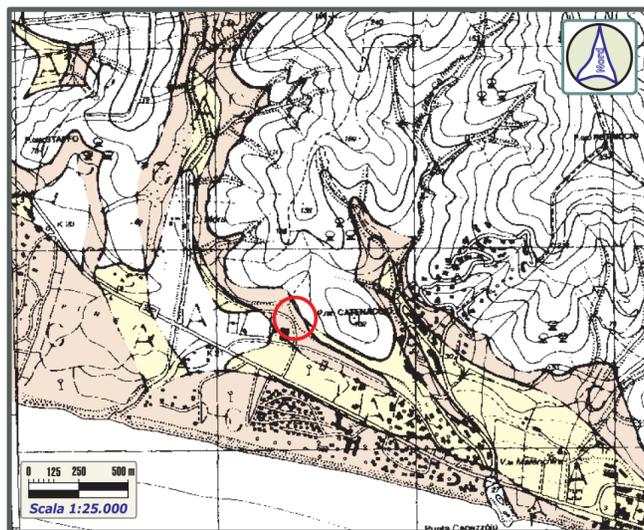
Simboli

Contatti stratigrafici | Giacitura degli strati a polarità indistinta

Elementi idrografico-idraulici:

Scoline e/o capofossi con fondo e sponde rivestite con soletta di cls
Canale in cls. armato a sez. rettangolare (larghezza 1.0 m, altezza 0.4 m), che raccoglie le acque provenienti da monte (F.so Catenaccio ed aree ad Ovest).
Tratti tombati

CARTA PROPENSIONE AL DISSESTO



Estratto dagli elaborati allegati alla Del. C.P. n°58/99 dell'Amm. Provinciale di Grosseto - Foglio 330 Sezione I°.

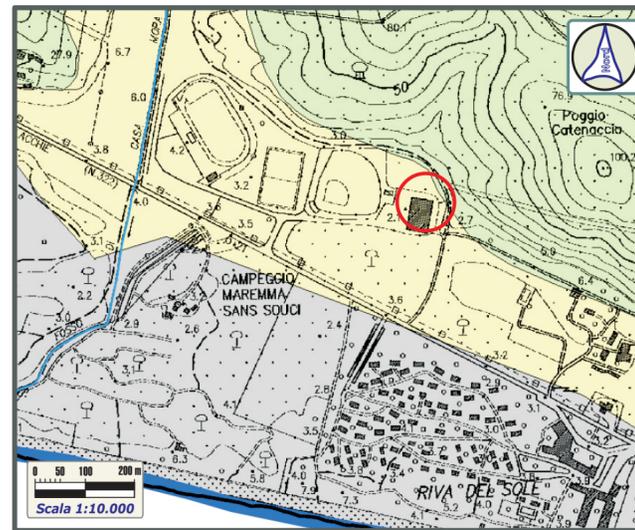
LEGENDA carta propensione al dissesto

Aree non perimetrate
Vulnerabilità idrogeologica e pericolosità geomorfologica irrilevanti

Aree A
Vulnerabilità idrogeologica media

Aree C
Pericolosità geomorfologica media

CARTA DI TUTELA DEL TERRITORIO



Estratto dalla Tav. 8 n°71 "Carta di tutela del territorio" del Bacino Regionale Ombrone

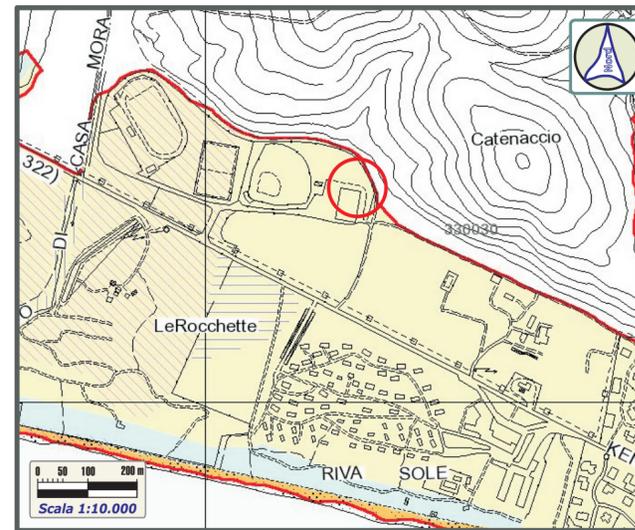
LEGENDA carta tutela del territorio

Dominio geomorfologico e idraulico-forestale | Aree di particolare attenzione per l'equilibrio costiero

Dominio idraulico | Reticolo acque superficiali di riferimento

Dominio costiero | Limite Bacino

PERICOLOSITA' AREE URBANIZZATE



Estratto dalla Tav. 10 "Pericolosità aree urbanizzate" del Piano Strutturale del Comune di Castiglione della Pescaia

LEGENDA carta pericolosità

Pericolosità idraulica

Classe 3 (D.C.R. 12/2000)

Classe 4 (D.C.R. 12/2000)

Pericolosità elevata (D.C.R. 12/2005)

Pericolosità molto elevata (D.C.R. 12/2005)

Pericolosità geologica

Classe 2

Classe 3

Pericolosità elevata (D.C.R. 12/2005)

Aree urbanizzate

Dott. Geol. Fabio Martellini



Comune di Castiglione della Pescaia
Loc. Casa Mora
Provincia di Grosseto

Committente
Comune di Castiglione della Pescaia

Titolo del progetto
Adeguamento di impianto anticendio Palazzetto dello Sport

RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA SULLE INDAGINI

Corografia, Carta geologica, Carta propensione al dissesto, Carta tutela del territorio, Pericolosità aree urbanizzate PS

LORENZINI & MARTELLINI
Studio Associato di Consulenze Geologiche e Ambientali
Via Davide Lazzaretti n°2/b 58100 Grosseto
Tel. 0564/413895 Fax 0564/543116 e.mail: lorenzini_martellini@virgilio.it

File
478_2012_Comune di Castiglione d.P./T1.cdr

Data
Dicembre 2012

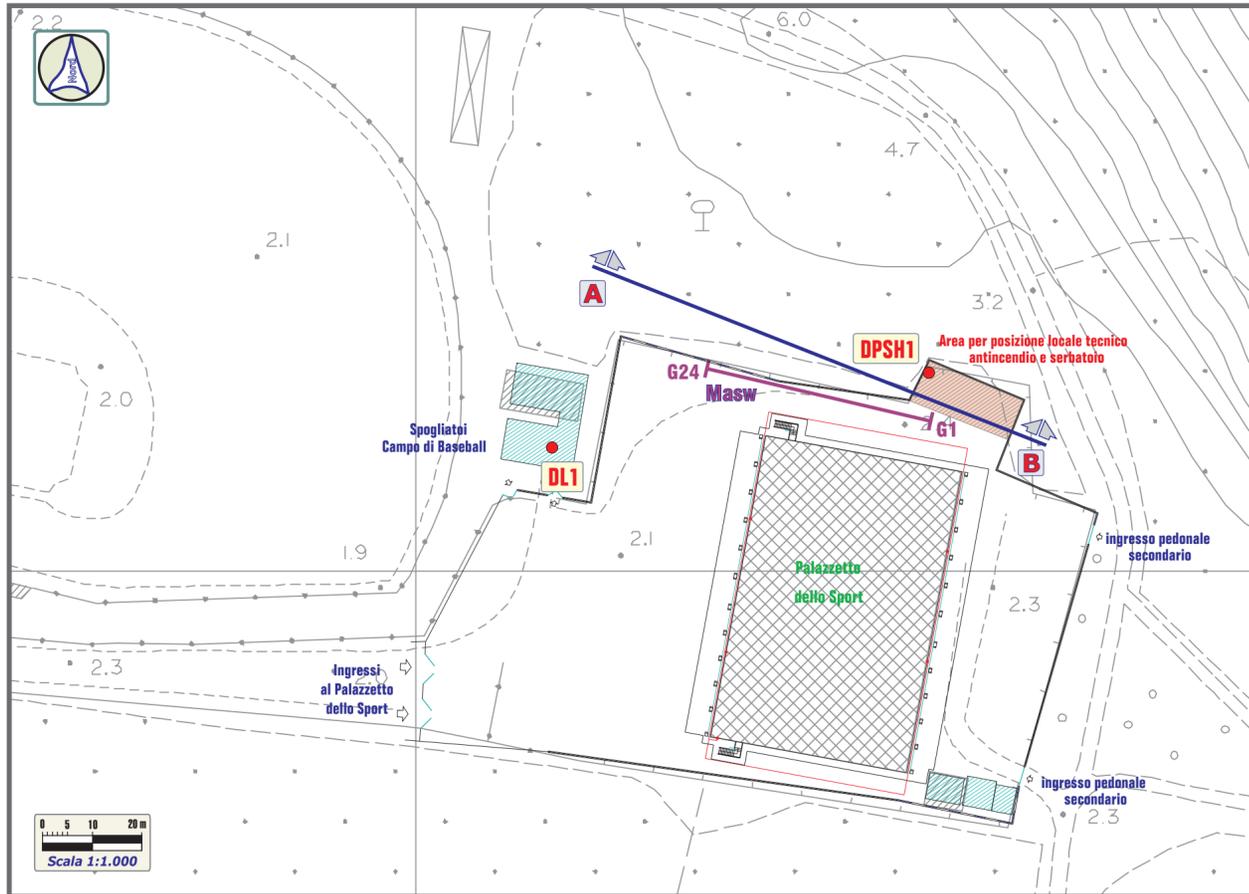
Tavola
T1

A termine di legge ci riserviamo la proprietà di questo elaborato con divieto di riprodurlo o di renderlo comunque noto a terzi o a studi o società di consulenza senza nostra autorizzazione scritta.

ALLEGATI GRAFICI

-T2 "Planimetria di dettaglio, Sezione geologico-tecnica"

PLANIMETRIA DI DETTAGLIO con ubicazione indagini in sito



LEGENDA planimetria

INDAGINI GEOGNOSTICHE

- DL1** Prova penetrometrica dinamica medio leggera pregressa
- DPSH1** Prova penetrometrica dinamica pesante attuale
- G24** Profilo sismico tipo Masw
- Masw** G_1

INTERVENTI IN PROGETTO

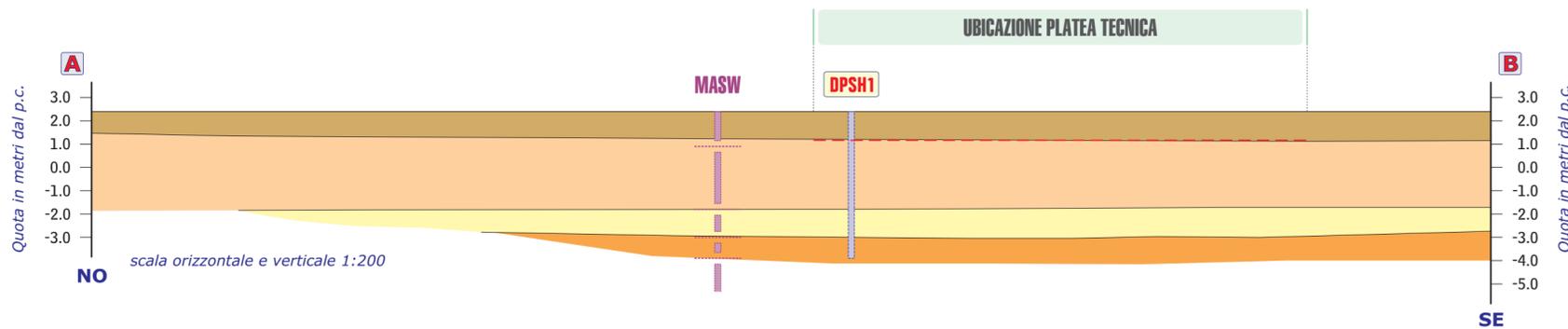
- Area di realizzazione della platea tecnica per posizionare l'impianto antincendio

Simboli:

- Traccia della sezione geologico-tecnica

Sovrapposto CTR in scala 1:2.000 (Elemento n° D30612) e progetto a cura Ing. Angelo Lupo

SEZIONE GEOLOGICO-TECNICA A-B



LEGENDA sezione

UNITÀ GEOLOGICO TECNICHE

- Suolo e riporto - Sabbie sciolte con associato ghiaietto di riporto
(Parametri geotecnici medi sabbie: $N_{sp1}=7$; $Dr=30\%$; $\phi=29^\circ$; $\gamma_{secco}=15,8 \text{ kN/m}^3$; $\gamma_{saturo}=18,6 \text{ kN/m}^3$;
Parametri geotecnici medi sabbie e ghiaie: $N_{sp1}=34$; $Dr=73\%$; $\phi=36,8^\circ$; $\gamma_{secco}=21,3 \text{ kN/m}^3$; $\gamma_{saturo}=24,5 \text{ kN/m}^3$)
- Depositi alluvionali - Sabbie medio fini sciolte
(Parametri geotecnici medi: $N_{sp1}=7-10$; $Dr=30-34\%$; $\phi=28,9-29,7^\circ$; $\gamma_{secco}=15,8-16,9 \text{ kN/m}^3$; $\gamma_{saturo}=18,6-18,8 \text{ kN/m}^3$)
- Depositi alluvionali - Sabbie medio fini da sciolte a mediamente addensate
(Parametri geotecnici medi: $N_{sp1}=14-17$; $Dr=39-55\%$; $\phi=31-32^\circ$; $\gamma_{secco}=18,1-19,0 \text{ kN/m}^3$; $\gamma_{saturo}=19,0-19,2 \text{ kN/m}^3$)
- Sabbie e ghiaie
(Parametri geotecnici medi: $N_{sp1}>50$; $Dr=64\%$; $\phi=43^\circ$; $\gamma_{secco}=22,2 \text{ kN/m}^3$; $\gamma_{saturo}=24,5 \text{ kN/m}^3$)

INDAGINI GEOGNOSTICHE

- DL1** **DPSH1** Prove penetrometriche dinamiche
- MASW** Profilo sismico tipo MASW con indicazione del passaggio fra sismostrati

INTERVENTI IN PROGETTO

- Profondità indicativa del piano di posa delle fondazioni

Dott. Geol.
Fabio Martellini



Comune di Castiglione della Pescaia
Loc. Casa Mora
Provincia di Grosseto

Committente
Comune di Castiglione della Pescaia

Titolo del progetto
Adeguamento di impianto antincendio Palazzetto dello Sport

RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA SULLE INDAGINI

Planimetria di dettaglio, Sezione geologico-tecnica

LORENZINI & MARTELLINI
Studio Associato di Consulenze Geologiche e Ambientali
Via Davide Lazzaretti n°2/b 58100 Grosseto
Tel. 0564/413895 Fax 0564/543116 e.mail: lorenzini_martellini@virgilio.it

File
47B_2012_Comune di Castiglione d.P./T1.cdr

Tavola
T2

Data
Dicembre 2012

A termine di legge ci riserviamo la proprietà di questo elaborato con divieto di riprodurlo o di renderlo comunque noto a terzi o a studi o società di consulenza senza nostra autorizzazione scritta.

ALLEGATI DOCUMENTALI

- Certificato prova penetrometrica dinamica pregressa (DL1)

Dicembre 2012

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA (DL1)

Geo Environmental Engineering

di Lorenzini & Martellini s.n.c.

Indagini geognostiche, geofisiche
ed opere nel sottosuolo

P.za S. Michele, 3 - 58100 Grosseto

Committente:

St. Ass. Lorenzini & Martellini

Loc: Campo Baseball

Castiglione d. Pescaia

Data:

11.09.1999

Penetrometro dinamico medio leggero DL30: Maglio M = 30 Kg - Altezza di caduta maglio H = 0,2 m
passo di infissione = 0,1 m - diametro base punta conica = 35,7 mm - Rivestimento: no - Fanghi: no

Quote relative al p.c.	F a / d a	RESTITUZIONE GRAFICA		VALORI DI RESISTENZA						
		Numero dei colpi (N ₁₀)		N ₁₀ (n)	Rpd(Kg/cmq)	Qa (Kg/cmq)	Asta (n)			
0,0		10	20	30	40	50				
							33	131,85	6,6	1
							50	199,77	10,0	1
							50	199,77	10,0	1
							44	175,80	8,8	1
							38	151,83	7,6	1
							37	147,83	7,4	1
							50	191,07	9,6	2
							37	141,40	7,1	2
							26	99,36	5,0	2
							28	107,00	5,4	2
							26	99,36	5,0	2
							30	114,64	5,7	2
							23	87,89	4,4	2
							20	73,24	3,7	3
							19	69,58	3,5	3
							17	62,25	3,1	3
							16	58,59	2,9	3
							16	58,59	2,9	3
							13	47,61	2,4	3
							14	51,27	2,6	3
							16	56,25	2,8	4
							18	63,28	3,2	4
							18	63,28	3,2	4
							15	52,73	2,6	4
							14	49,21	2,5	4
							7	24,61	1,2	4
							10	35,15	1,8	4
							22	74,36	3,7	5
							22	74,36	3,7	5
							21	70,98	3,5	5
							23	77,74	3,9	5
							22	74,36	3,7	5
							19	64,22	3,2	5
							18	60,84	3,0	5
							15	48,82	2,4	6
							18	58,58	2,9	6
							21	68,35	3,4	6
							25	81,37	4,1	6
							25	81,37	4,1	6
							26	84,62	4,2	6
							36	117,17	5,9	6
							29	91,01	4,6	7
							31	97,29	4,9	7
							35	109,84	5,5	7
							43	134,94	6,7	7
1,0										
2,0										
3,0										
4,0										
5,0										
6,0										

tracce d'acqua

ALLEGATI DOCUMENTALI

- Certificato prova penetrometrica dinamica (DPSH1)

Dicembre 2012



Via Davide Lazerretti, 2b 58100 Grosseto (GR)
 Tel. +39.0564.413895 Fax +39.0564.543116
 info@geo-ee.it www.geo-ee.it
 P.I. 01158190536 - REA di Grosseto: 99763

Attestazione SOA Cat 0521 Class. 1 n°6006/18/00 rilasciata il 13.05.2011
 Prodotto realizzato secondo le regole del sistema di gestione qualità conforme ai requisiti ISO 9001:2008
 valutato da Bureau Veritas Italia S.p.A. e coperto da certificato n° IT241777
 Conc. Min. LL. PP. richiesta Settore C: Prove in sito (ai sensi ex art. 2 Parte I Circ. n.349/STC del 16.12.99)

Prova penetrometrica dinamica DPSH

Committente: St. Ass. Lorenzini & Martellini	Ubicazione indagine: Loc. Casa Mora, Comune di Castiglione della Pescaia (GR)	Data esecuzione: 19.12.2012
--	---	---------------------------------------

Penetrometro dinamico super pesante DPSH: maglio M=63,5 Kg, altezza di caduta maglio H=0,75 m, passo di infissione δ=0,3 m diametro base punta conica=50,1 mm - Rivestimento: no.

PROVA DPSH I

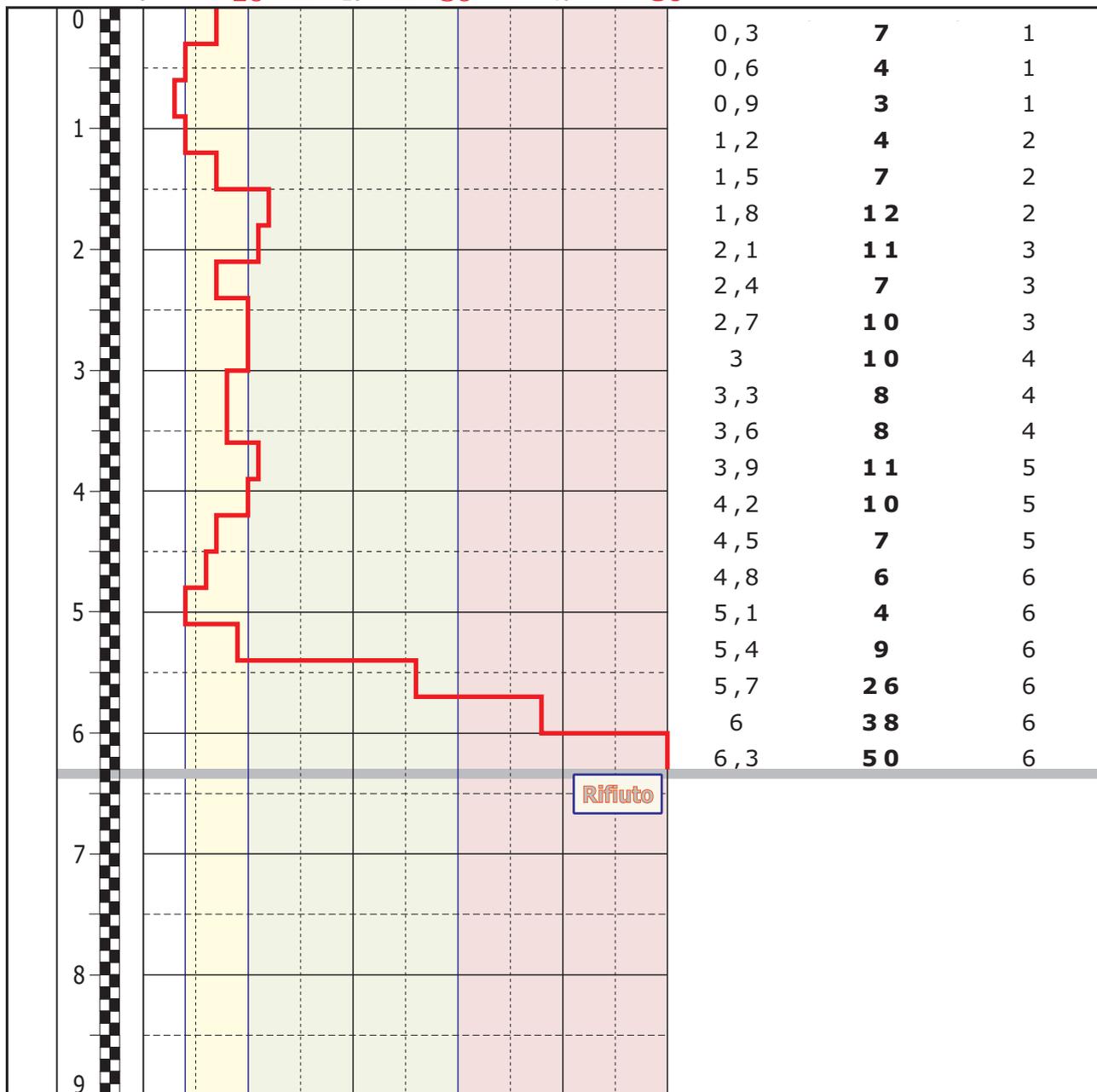
Valutazione addensamento (secondo norme A.G.I.):

molto sciolto
 sciolto
 medio
 denso

Falda: no si
 Soggiacenza dal p.c.: _____
 Note sperimentatore: _____
 foro franato a -1.40 m da p.c.

Schema costruttivo piezometro	Profondità dal piano campagna	RESTITUZIONE GRAFICA	VALORI DI RESISTENZA		
		Numero dei colpi (N₃₀)	Prof. (m)	N₃₀ (n)	Asta (n)

0 2 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50



Caratteristiche piezometro installato

Diametro tubo: _____
 Riempimento: _____

Tratto finestrato: _____
 Cementazione: _____

Operatore *Maurizio Seppia*

Direttore *[Signature]*



Via Davide Lazeretti, 2b 58100 Grosseto (GR)
 Tel. +39.0564.413895 Fax +39.0564.543116
 info@geo-ee.it www.geo-ee.it
 P.I. 01158190536 - REA di Grosseto: 99763
 Attestazione SOA Cat 0521 Class. 1 n°6006/18/00 rilasciata il 13.05.2011
 Prodotto realizzato secondo le regole eal sistema di gestione qualità conforme ai requisiti ISO 9001:2008
 valutato da Bureau Veritas Italia S.p.A. e coperto da certificato n° IT241777
 Conc. Min. LL. PP. richiesta Settore C: Prove in sito (ai sensi ex art. 2 Parte I Circ. n.349/STC del 16.12.99)

Prova penetrometrica dinamica DPSH

Committente: St. Ass. Lorenzini & Martellini	Ubicazione indagine: Loc. Casa Mora, Comune di Castiglione della Pescaia (GR)	Data esecuzione: 19.12.2012
PROVA DPSH 1		

UBICAZIONE INDAGINE



Coordinate GAUSS-BOAGA:
x: 1.651.205 Est
y: 4.737.226 Nord

Estratto da Bing Maps

Operatore
Maurizio Seppini

Direttore
[Signature]



Servizi indagini geognostiche

Via Davide Lazeretti, 2b 58100 Grosseto (GR)
 Tel. +39.0564.413895 Fax +39.0564.543116
 info@geo-ee.it www.geo-ee.it
 P.I. 01158190536 - REA di Grosseto: 99763

Attestazione SOA Cat 0521 Class. 1 n°6006/18/00 rilasciata il 13.05.2011
 Prodotto realizzato secondo le regole del sistema di gestione qualità conforme ai requisiti ISO 9001:2008
 valutato da Bureau Veritas Italia S.p.A. e coperto da certificato n° IT241777
 Conc. Min. LL. PP. richiesta Settore C: Prove in sito (ai sensi ex art. 2 Parte I Circ. n.349/STC del 16.12.99)

Prova penetrometrica dinamica DPSH

Committente: St. Ass. Lorenzini & Martellini	Ubicazione indagine: Loc. Casa Mora, Comune di Castiglione della Pescaia (GR)	Data esecuzione: 19.12.2012
PROVA DPSH 1		

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Operatore
Maurizio Seppini

Direttore
[Signature]

ALLEGATI DOCUMENTALI

- Rapporto indagine sismica di tipo Masw

Dicembre 2012

Indice generale

1 – PREMESSA.....	1
2 – INDAGINE MASW.....	2
2.1 – Descrizione del metodo.....	2
2.2 – Strumentazione utilizzata.....	3
3 – MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLA PROSPEZIONE	4
3.1 – Logistica della prospezione	4
3.2 – Acquisizione onde rayleigh.....	5
3.3 – Elaborazione dati sismici.....	6
4 – RISULTATI.....	8
5 – CONCLUSIONI.....	10

Figure nel testo

- Fig. 1: Tracce sperimentali
- Fig. 2: Spettro f-k relativa alla traccia esaminata
- Fig. 3: Curva di dispersione
- Fig. 4: Velocità numeriche-punti sperimentali
- Fig. 5: Profilo velocità Vs/profondità

Allegati alla relazione

- Fig. 1: Corografia dei luoghi
- Fig. 2: Ubicazione della prospezione
- Fig. 3: Foto dello stendimento eseguito

1 – PREMESSA

Su incarico dello **Studio Associato Lorenzini & Martellini** e per conto del **Comune di Castiglione della Pescaia**, in località Casa Mora nel Comune di Castiglione della Pescaia (GR), è stata eseguita in data 5 dicembre 2012 una prospezione sismica superficiale con il metodo di analisi spettrale delle onde di superficie (Rayleigh) con tecnica MASW.

Scopo dell'indagine sismica è quello di ricostruire, per l'area in esame, l'andamento della velocità delle onde sismiche di taglio con la profondità (Vs-z).

Il modello sismico monodimensionale costituisce, infatti, l'aspetto principale sia nella stima degli effetti sismici di sito che nella definizione dell'azione sismica di progetto, in quanto consente di conoscere l'incidenza delle locali condizioni stratigrafiche nella modifica della pericolosità sismica di base (amplificazioni di natura litologica).

Nei paragrafi successivi sono descritte le modalità d'esecuzione delle misure sperimentali e l'interpretazione geofisica delle stesse.

In Fig.1 (*Corografia dei luoghi*) è riportata l'area dove è stata effettuata la prospezione.

2 – INDAGINE MASW

2.1 – Descrizione del metodo

Il metodo MASW (*Multichannel Analysis of Surface Waves*) è una tecnica di indagine non invasiva che permette di individuare il profilo di velocità delle onde di taglio V_s , sulla base della misura delle onde superficiali eseguita in corrispondenza di diversi sensori (geofoni nel caso specifico) posti sulla superficie del suolo.

Il contributo predominante delle onde superficiali è dato dalle onde di Rayleigh, che viaggiano con una velocità correlata alla rigidità della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde.

In un mezzo stratificato le onde di Rayleigh sono dispersive (fenomeno della dispersione geometrica), cioè onde con diversa lunghezza d'onda si propagano con diverse velocità di fase e velocità di gruppo o detto in maniera equivalente la velocità di fase (o di gruppo) apparente delle onde di Rayleigh dipende dalla frequenza di propagazione.

La natura dispersiva delle onde superficiali è correlabile al fatto che le onde ad alta frequenza con lunghezza d'onda corta si propagano negli strati più superficiali e quindi danno

informazione sulla parte più superficiale de suolo, invece onde a bassa frequenza si propagano negli strati più profondi e quindi interessano gli strati più profondi del suolo.

Il metodo di indagine MASW utilizzato è di tipo attivo in quanto le onde superficiali sono generate in un punto sulla superficie del suolo (tramite energizzazione con mazza battente parallelamente all'array) e misurate da uno stendimento lineare di sensori.

Il metodo attivo generalmente consente di ottenere una velocità di fase (o curva di dispersione) sperimentale nel range di frequenze comprese tra 5-10 Hz e 70-100Hz, quindi fornisce informazioni sulla parte più superficiale del suolo, generalmente compresa nei primi 30 m - 50 m, in funzione della rigidità del suolo, della lunghezza della stesa e dalle caratteristiche della sorgente.

I fondamenti teorici del metodo MASW fanno riferimento ad un semispazio stratificato con strati piano paralleli e orizzontali, quindi una limitazione alla sua applicabilità potrebbe essere rappresentata dalla presenza di pendenze significative superiori a 20 gradi della topografia.

La metodologia utilizzata consiste in tre fasi:

- ✓ Calcolo della curva di dispersione sperimentale del campo di moto acquisito nel dominio spazio-tempo lungo lo stendimento, energizzando o da un lato dello stendimento (configurazione off-end), oppure da entrambi i lati della stessa;
- ✓ Calcolo della curva di dispersione effettiva numerica da modello;
- ✓ Individuazione del profilo di velocità delle onde di taglio verticali V_{sv} , modificando opportunamente lo spessore h , le velocità delle onde di taglio verticali V_{sv} e di compressione V_p (o in alternativa il coefficiente di Poisson ν) la densità di massa ρ degli strati che costituiscono il modello del suolo, fino a raggiungere una sovrapposizione ottimale tra la curva di dispersione sperimentale e la curva di dispersione numerica corrispondente al modello di suolo assegnato; l'affidabilità del profilo di velocità V_s trovato durante il processo di inversione è valutata tramite la definizione dell'errore relativo tra le due curve.

2.2 – Strumentazione utilizzata

L'attrezzatura e la strumentazione utilizzata è costituita da:

- **un sistema di energizzazione per le onde sismiche:** la sorgente è costituita da una mazza del peso di 8 Kg battente verticalmente su una piastra quadrata di lato 25 cm posta direttamente sul piano di campagna, per la generazione prevalentemente di onde P e

secondariamente di onde SV, in grado di generare onde elastiche ad alta frequenza ricche di energia, con forme d'onda ripetibili e direzionali;

- **un sistema di ricezione:** costituito da 24 geofoni verticali con frequenza di 4,5 Hz, i quali altro non sono che dei trasduttori di velocità che trasformano il movimento del terreno sollecitato da azioni naturali o artificiali in variazioni di corrente acquisite ed elaborate dal sismografo in dati digitali;
- **un sistema di acquisizione dati:** acquisitore digitale multicanale, ovvero sismografo Seismic Source DAQLinkII con risoluzione a 24 bit collegato con un cavo ethernet ad un notebook PC Windows 7 con software di acquisizione Vscope;
- **un sistema di trigger:** consiste in un circuito elettrico che si chiude nell'istante in cui il grave colpisce la base di battuta e permette di far iniziare l'acquisizione dei dati; in questo modo, è possibile individuare e visualizzare l'esatto istante in cui la sorgente viene attivata e fissare l'inizio della registrazione.

3 – MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLA PROSPEZIONE

3.1 – Logistica della prospezione

La stesa sismica, disposta secondo la direzione 260° Nord, presenta uno sviluppo in lunghezza di 46 metri, infatti, sono stati utilizzati 24 geofoni a componente verticale 4,5 Hz con spaziatura di 2 metri (*Fig. 2 – Ubicazione delle indagini*); la lunghezza e l'orientamento della stesa sismica sono state scelte in funzione della finalità della prospezione, del contesto geomorfologico del sito d'intervento nonché dell'effettiva accessibilità del sito.

La topografia della superficie del terreno dove è stata effettuata la prospezione sismica è risultata essere sub-pianeggiante di conseguenza non ci sono state variazioni altimetriche tra il G1 e il G24.

Il posizionamento dei geofoni lungo la stesa sismica è stato effettuato con precisione utilizzando una bindella metrica della lunghezza complessiva di 50 metri, posta con l'origine a partire dal punto di scoppio più lontano.

3.2 – Acquisizione onde Rayleigh

Preso atto della strumentazione utilizzata e della disposizione logistica della stesa sismica, l'acquisizione dei dati è stata effettuata impostando il sismografo con una durata di registrazione **T** (finestra temporale) pari a **2048 msec.** ed un intervallo di campionamento **dt** di **1,0 msec.**

Con queste impostazioni, si ottiene una frequenza di campionamento $f_{\text{camp.}} = 1/\text{dt} = 1000 \text{ Hz}$, conseguentemente, la frequenza massima dei segnali (frequenza di Nyquist) è data da $f_{\text{Nyquist}} = 1/2\text{dt} = 500 \text{ Hz}$; la frequenza minima dei segnali è data da $f_{\text{min.}} = 1/T = 0,488 \text{ Hz}$.

La sorgente sismica è stata posizionata esternamente all'array (configurazione off-end), in asse con esso, come indicato nella sottostante tabella:

STR051212B (onde R _46,0 m)	
Shot 1= 4 metri da G1	Shot 2 = 8 metri da G1

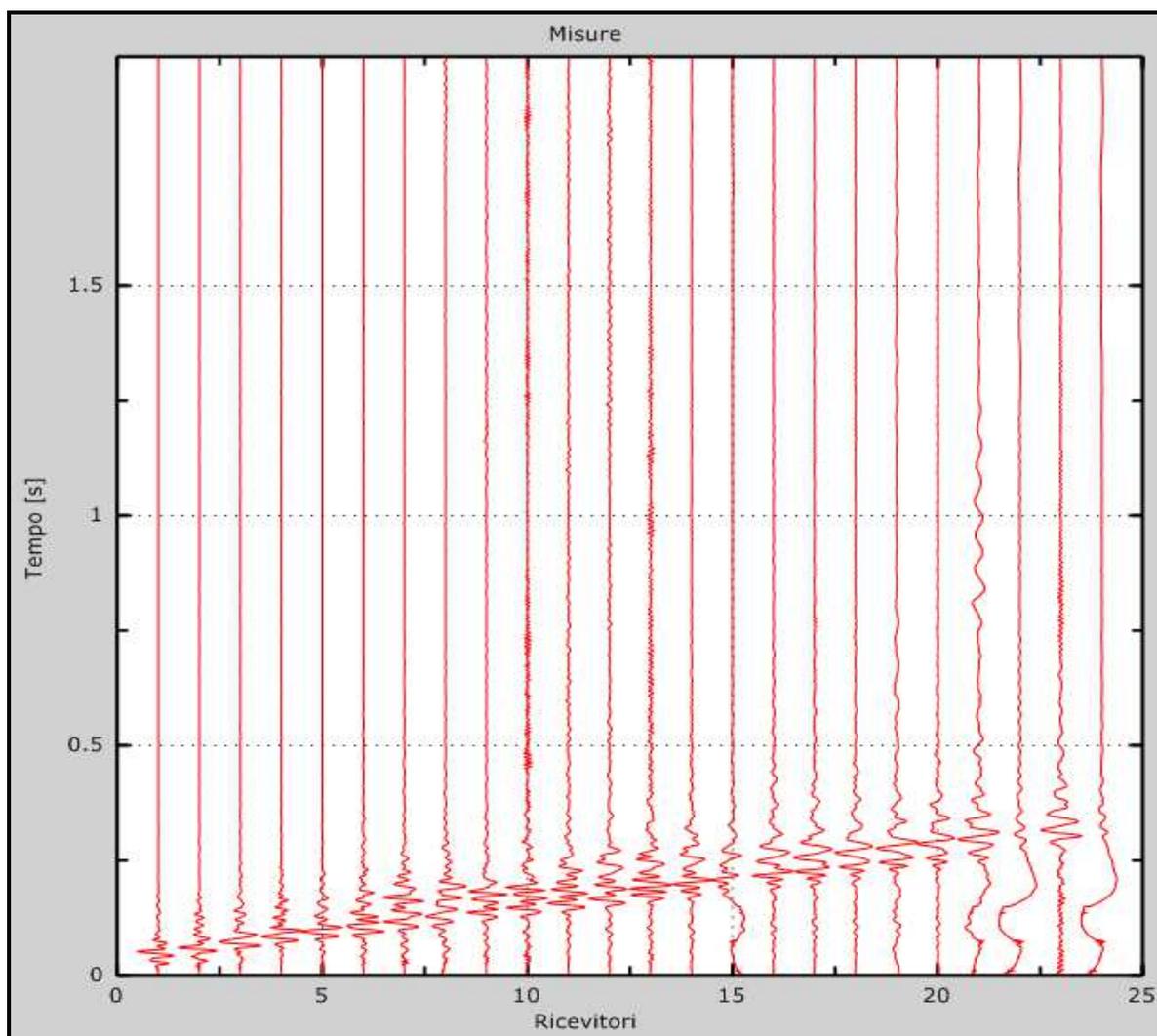


Figura 1: Tracce sperimentali

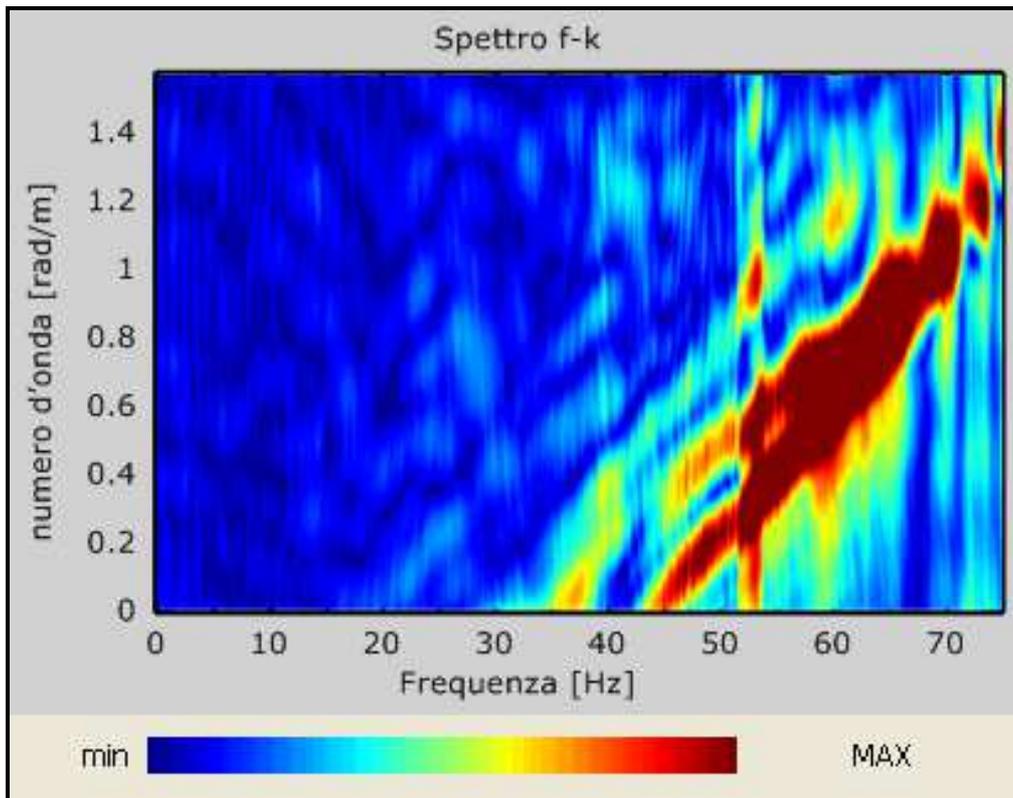


Figura 2: Spettro f-k relativa alla traccia esaminata. L'energia maggiore del segnale si trova tra i 30Hz e i 70Hz

3.3 – Elaborazione dati sismici

I dati acquisiti in campagna sono stati salvati in formato sorgente Vscope direttamente sul notebook, successivamente, convertiti in formato *.sg2, sono stati trasferiti sul personal computer in ufficio ed elaborati tramite lo specifico software MASW 2.0.0.9 (Autore: Ing. V. Roma).

Per gli spessori della copertura abbiamo fatto riferimento alla prova svolta nel medesimo sito con penetrometro pesante DPSH la cui punta è stata infissa fino alla profondità di -6,3 metri da p.c.

Freq. [Hz]	V. fase [m/s]	V. fase min [m/s]	V. fase Max [m/s]
11.1041	421.216	404.118	438.315
13.6249	370.927	347.794	394.06
16.9129	284.43	267.331	301.528
18.8857	240.175	233.134	247.215
20.6393	238.163	229.111	247.215
23.2697	215.03	210.001	220.059
27.8729	202.961	196.926	208.996
32.0377	192.903	186.868	198.938
38.0657	182.845	173.793	191.897
43.4361	185.863	178.822	192.903
46.3953	222.071	190.891	253.25
50.9985	223.077	214.025	232.129
53.7385	219.053	213.019	225.088

Tabella 1: Curva di dispersione

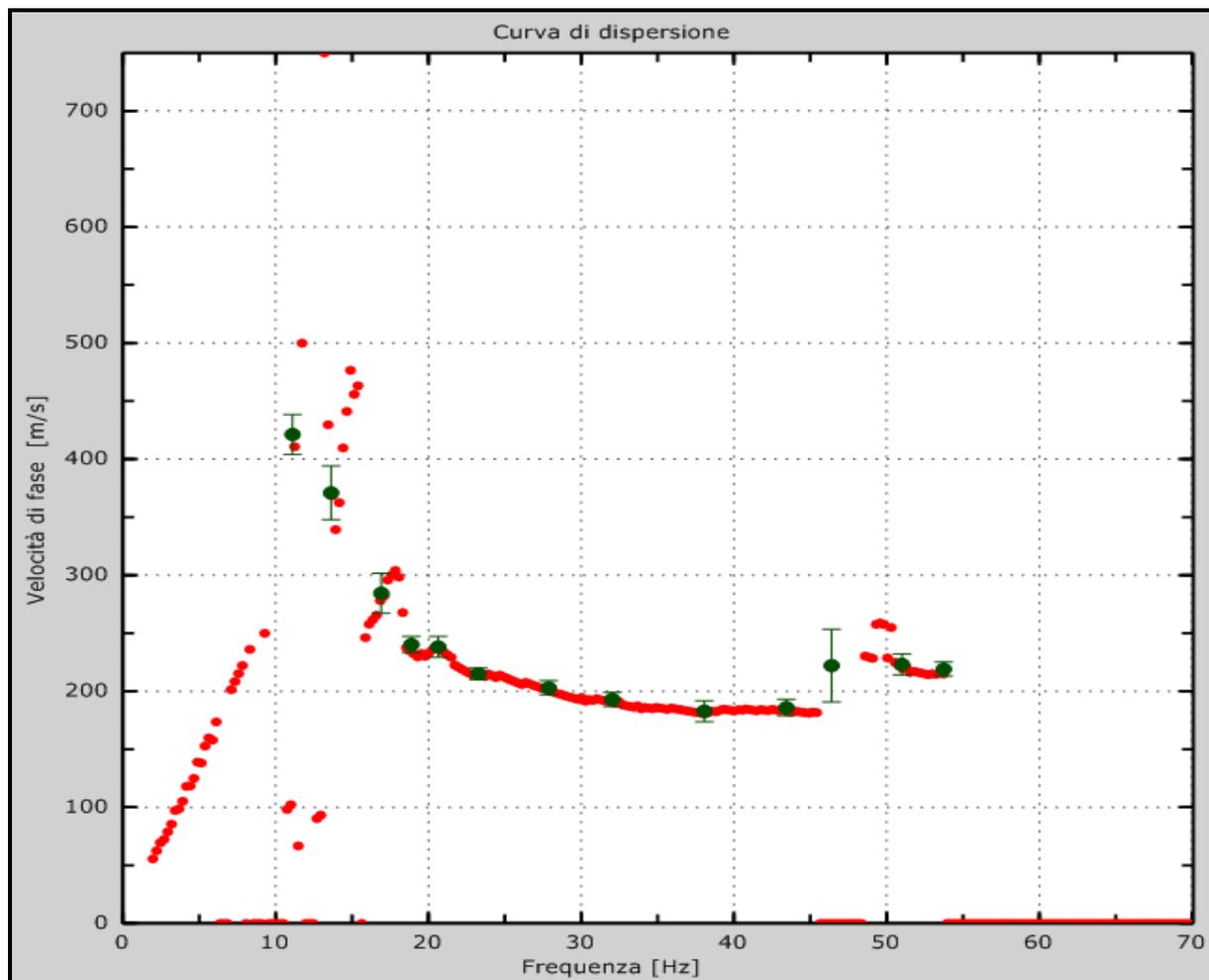


Figura 3: Curva di dispersione

4 – RISULTATI

L'acquisizione delle onde superficiali tramite indagine MASW ha permesso di valutare la velocità delle onde di Rayleigh V_R e quindi di ricavare il profilo 1-D della velocità delle onde di taglio V_s fino alla profondità di almeno 30 metri dal piano di campagna tramite la relazione:

$$V_s = 1,1 V_R$$

Quanto sopra ha consentito di calcolare il parametro V_{s30} tramite la formula:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1}^n \frac{h_i}{V_i}} \quad (1)$$

dove:

h_i è lo spessore, in metri, dell' i -esimo strato

V_i è la velocità, in m/s, delle onde S nell' i -esimo strato

n è il numero di strati individuati all'interno di uno spessore di terreno di 30 metri

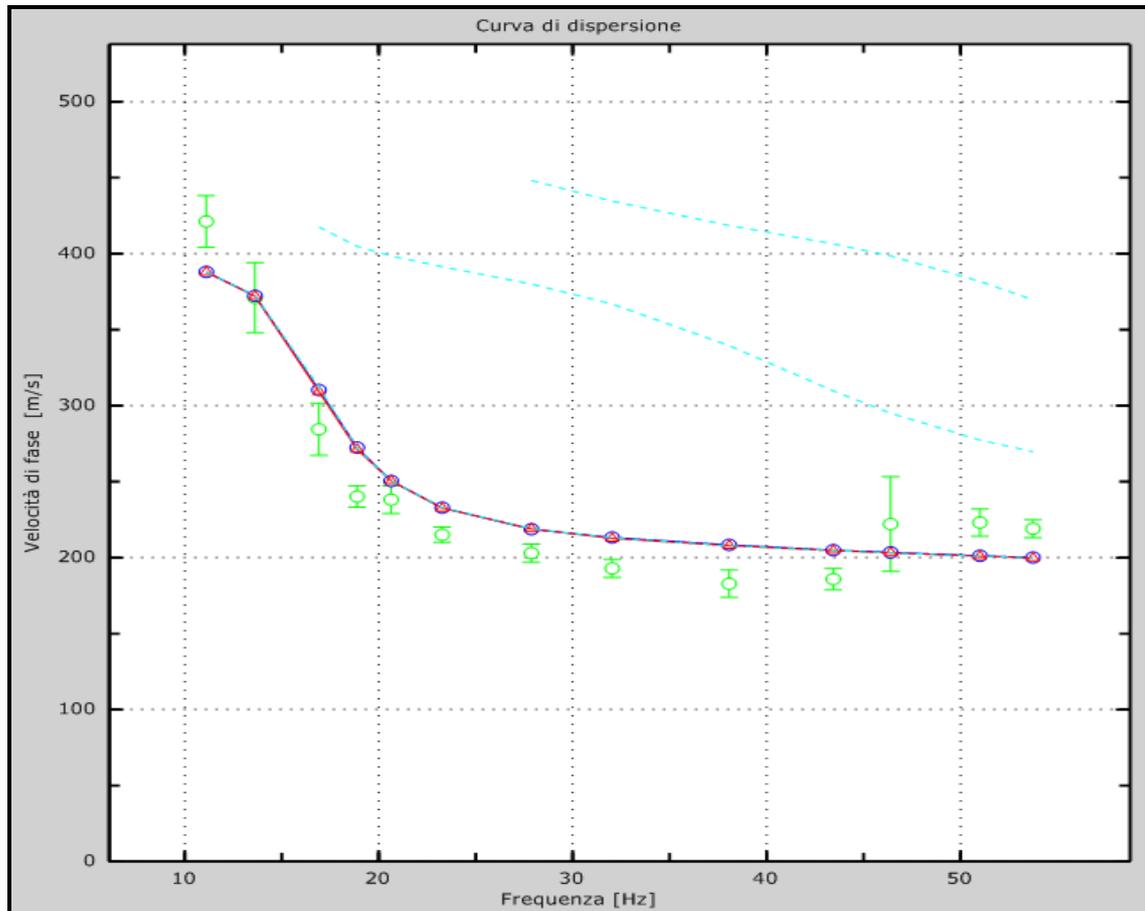


Figura 4: Velocità numeriche – punti sperimentali (verde), modi di Rayleigh (ciano), curva apparente (blu), curva numerica (rosso).

Il valore del parametro V_{s30} (riferito al piano di campagna), calcolato secondo la formula prevista dalla normativa vigente, nella la zona investigata dal profilo MASW, è stimato in **372 metri/secondo**.

Dati	Strato 1	Strato 2	Strato 3	Strato 4	Strato 5
h (m)	1.5	2.7	1.2	0.9	0
z (m)	-1.5	-4.2	-5.4	-6.3	-∞
Densità (Kg/m ³)	1800	1900	2000	2100	2100
Poisson	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
Vs (m/s)	200	230	240	250	450
Vp (m/s)	416	478	1223	1274	2294

Tabella 2: Dati modello sottosuolo da inversione

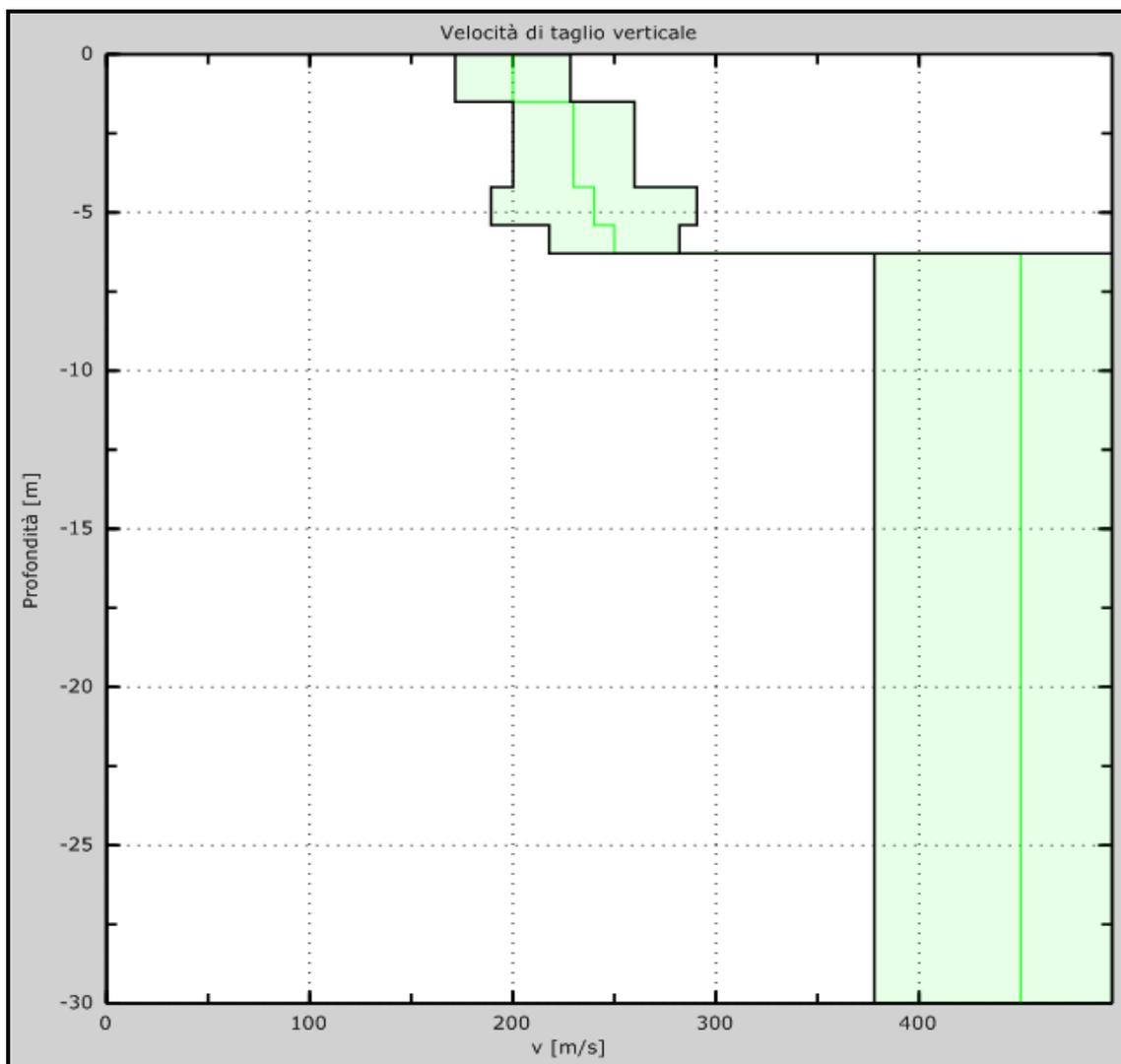


Figura 5: Profilo di velocità Vs / profondità. La linea verde rappresenta il profilo Vs/Prof. del modello.

5 – CONCLUSIONI

La prospezione sismica realizzata ha permesso di studiare l'andamento delle velocità delle onde superficiali nei terreni presenti tramite tecnica MASW-1D (analisi spettrale multicanale delle onde superficiali monodimensionale).

Il parametro V_{s30} , è stato calcolato tramite l'analisi MASW-1D, secondo la formula prevista dalla normativa vigente riguardo al rischio sismico, lungo la zona investigata, con riferimento al piano di campagna attuale.

Si ricorda che, in base alle N.T.C. (DM 14 gennaio 2008), la V_{s30} deve essere calcolata nei 30 metri sottostanti il piano di fondazione dell'opera edilizia o infrastruttura considerata, pertanto, utilizzando la formula (1) ed i dati presenti nella Tabella 2, si può agevolmente procedere alla stima della V_{s30} per profondità dal piano di campagna differenti.

Dott. Geol. Ferruccio Lorenzini



Tipo di suolo

Tipo A: Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di V_{s30} superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.

Tipo 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 $cu_{30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).

Tipo C: Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o di 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 V_{s30} compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < NSPT_{30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < cu_{30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).

Tipo D: Depositati 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 V_{s30} inferiori a 180 m/s (ovvero $NSPT_{30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $cu_{30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).

Tipo E: Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

Tipo S1: Depositati costituiti da, o contenenti uno strato di almeno 10m di spessore, argille/limi soffici con un alto indice di plasticità ($PI > 40$) e contenuto d'acqua

Tipo S2: Depositati di terreno liquefacibile o argille sensitive o altri profili di terreno non inclusi nei tipi A, B, C, D, E o S1. Attenzione: la nuova norma classifica come S2 una serie di siti che prima erano classificati come B, C, D, E