



Comune di Santa Maria del Cedro

Provincia di Cosenza

Progetto Esecutivo

REALIZZAZIONE DEGLI INTERVENTI DIRETTI ALL'AMPLIAMENTO DELLA
SCUOLA ELEMENTARE UBICATA IN VIA ORSOMARSO DEL COMUNE DI
SANTA MARIA DEL CEDRO FRAZIONE MARCELLINA



Regione Calabria

Elenco elaborati Art. 23 del D.Lgs. n. 50 del 18/04/2016 - Linee Guida ANAC -

- **ELABORATO A**
 - A1. Relazione Generale
- **ELABORATO B**
 - B1. Relazione Geologica, Geomorfologica e Geotecnica
 - B2. Relazione Sismica di base
 - B3. Relazione Paesaggistica per l'ottenimento dell'Autorizzazione Paesaggistica
 - B4. Relazione Tecnica Antincendio per l'ottenimento Parere di conformità Antincendio
- **ELABORATO C**
 - C1. Rilievo topografico- Stralcio CTR_5K- Ortofoto- P.R.G. - Estratto Catastale; C. doc.ne Fotografica
 - C2. Planimetria Particolareggiata _ Stato dei Luoghi dell'opera
 - C3. Piante; Prospetti e Sezioni_ Stato dei Luoghi dell'opera
 - C4. Planimetria Particolareggiata _ Stato di Progetto dell'opera
 - C5. Piante; Prospetti e Sezioni_ Stato di Progetto dell'opera
 - C6. Elaborati Grafici_ Particolari Costruttivi
 - C7. Elaborati Grafici_Impianti
- **ELABORATO D**
 - D1. Relazione geotecnica e sulle fondazioni
 - D2. Relazione sulle caratteristiche dei materiali
 - D3. Relazione di calcolo strutturale
 - D3.1 Analisi dei carichi
 - D4. Fascicolo dei calcoli strutturali
 - D4.1 Verifica agli stati limite di danno
 - D4.2 Verifica agli stati limite di operatività
 - D5. Disegni esecutivi delle strutture-carpenterie (1:50)
 - D6. Particolari costruttivi delle strutture
 - D7. Dimensionamento del giunto tecnico
 - D8. Verifica della piastra di ancoraggio di base pilastro - cls
 - D9. Piano di manutenzione delle strutture
 - D10. Verifica di Resistenza al Fuoco delle strutture
- **ELABORATO E**
 - E1. Piano di manutenzione dell'opera e delle sue parti
- **ELABORATO F**
 - F1. Piano di Sicurezza e di Coordinamento D.lgs. 81/2008 e s.m.i.
 - F2. Quadro di Incidenza della Manodopera
- **ELABORATO G**
 - G1. Computo metrico estimativo
- **ELABORATO H**
 - H1. Quadro economico
- **ELABORATO I**
 - I1. Elenco dei prezzi unitari
 - I2. Analisi dei prezzi
- **ELABORATO L**
 - L1. Cronoprogramma
- **ELABORATO M**
 - M1. Schema di Contratto
 - M2. Capitolato Speciale di appalto

RELAZIONE GENERALE

- PROGETTO ESECUTIVO -

PREMESSA

La presente relazione tecnica è stata redatta in ottemperanza all'esigenza dell'Ente Comunale, il quale intende migliorare ed implementare i livelli di servizi infrastrutturali ed urbani del proprio territorio, attraverso la realizzazione di opere che mirano ad eliminare l'officiosità di carenze attraverso il loro potenziamento e la loro implementazione.

Gli interventi descritti nella presente relazione riguardano due immobili di proprietà comunale il primo adibito a scuola primaria composto ad un unico piano fuori terra, mentre il secondo prospiciente la prima scuola, è composto da due piani fuori terra al cui primo piano risiede la scuola dell'infanzia. Gli interventi da attuare su quest'ultimo immobile sono al solo piano terra, ad oggi allo stato rustico privo di qualsiasi finitura ed impiantistica.

Gli immobili sono ubicati in località Marcellina in Via Orsomarso e Via della fibula.

Le opere in progetto riguarderanno la realizzazione dei seguenti interventi:

- 1.** Ampliamento della scuola elementare, mediante un nuovo corpo con struttura portante in legno lamellare;
- 2.** Ultimazione del piano terra scuola dell'infanzia;

Le opere mirano a soddisfare i bisogni crescenti della popolazione che dal punto di vista demografico fanno segnare un incremento di bambini.

La finalità del progetto è dunque quella di aumentare il numero dei posti disponibili per la scuola primaria e soddisfare le continue richieste di nuove iscrizioni.

ANALISI DEL SITO

L'intervento di ampliamento e completamento della scuola primaria di Via Orsomarso è situato in zona centrale dell'abitato di Marcellina che conta la frazione più grande del comune di Santa Maria del Cedro (CS).

La stessa zona è classificata secondo il piano di governo della città come area **F2 - ATTREZZATURE SCOLASTICHE**; di fatti l'area è composta da due edifici scolastici.

Nelle immediate vicinanze ed intorno ad essa si sviluppano molteplici attività rivolte alla comunità, strutture di interesse pubblico quali scuole, servizio postale, chiese, piazze e verde pubblico, che rendono tali edifici strategici e d'interesse collettivo.

L'area dei lavori è caratterizzata dalla presenza di due scuole parallele l'una all'altra, il primo corpo di fabbrica denominato "scuola dell'infanzia" ha struttura portante in cemento armato, il piano terra che non è comunicante sempre in cemento armato con il piano primo costituirà l'ampliamento della scuola primaria. Il secondo corpo di fabbrica denominata "scuola primaria" distanziato di circa 14 metri dal primo è composta da un unico piano terra a pianta pressoché regolare.



Vista dei due corpi di Fabbrica



Vista del corpo di fabbrica - Scuola Primaria



Vista del corpo di fabbrica - Scuola dell'infanzia

DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI

1. Nuova Struttura in legno lamellare - Ampliamento

Come si è già avuto modo di anticipare, l'intervento ha l'obiettivo di ampliare, ridistribuire e razionalizzare gli spazi della scuola primaria al fine di poter evadere le richieste di nuove iscrizioni.

Il progetto prevede la realizzazione di una nuova struttura in ampliamento di circa 115 mq ad unico piano fuori terra che si colloca tra i due fabbricati esistenti così da poter renderli comunicanti e creare un unico edificio scolastico sviluppato su lo stesso livello.

Il nuovo corpo avente struttura portante in legno lamellare sarà composto da due aule per attività didattiche normali e da un corridoio che si collegherà al piano terra del primo corpo di fabbrica superando così un dislivello tra le due strutture di circa un metro.

Le due aule didattiche del nuovo corpo, ciascuna con superficie pari a circa 34,00 mq. sono state pensate per ospitare 38 alunni così da rispettare il parametro di 1/8 mq/alunni dettato dal D.M. 18.12.1975 - "Norme tecniche aggiornate relative all'edilizia scolastica, ivi compresi gli indici di funzionalità didattica, edilizia ed urbanistica, da osservarsi nella esecuzione di opere di edilizia scolastica".

Il piano di calpestio della scuola elementare rispetto il piano terra del fabbricato antistante è posto a una quota più alta di circa ml. 1,00, per superare il dislivello tra i due piani di calpestii è prevista la realizzazione di una rampa con pendenza massima pari a 8%, che sarà dotata di un pianerottolo in modo da garantire un accesso a raso alle due aule.

Per quanto riguarda la verifica delle superfici interne, i rapporti aereo-illuminanti e altezze degli ambienti si è fatto riferimento a quanto previsto dal D.M. 18.12.1975.

1.a Descrizione della Struttura e dei Materiali.

Opere di Fondazioni:

- E' prevista la realizzazione di uno strato di sottofondazione con ciottoli per uno spessore di circa 30/40 cm.
- Fondazione del tipo a platea in calcestruzzo armato con ferri di armatura di diametro 14mm e passo 30 cm a doppia maglia quadrata, viste le caratteristiche litologiche e geotecniche del sito, riportate nella relazione geologica, al fine di evitare indesiderati fenomeni di cedimento assoluto e/o differenziale. Le caratteristiche dei materiali, i dati dimensionali e le distinte dei ferri d'armatura sono meglio espletati negli elaborati progettuali allegati alla presente relazione ed i quelli depositati presso l'ex Genio Civile di Cosenza per l'ottenimento delle necessarie autorizzazioni.

Opere in Elevazione:

- Le strutture verticali e orizzontali saranno in legno lamellare GLh24 con sezione di cm 16*32 e classe di resistenza al fuoco almeno R60.
- La copertura è prevista ad un'unica falda inclinata con struttura in legno lamellare GLh24 con sezione di cm 16*32 e 20*40 e classe di resistenza al fuoco almeno R60.

1.b Descrizione dei Materiali

- Il piano di calpestio delle aule sarà sollevato rispetto allo spiccato della platea di circa 65cm mediante l'uso di vespaio areato di cupole a perdere "cupolex", al fine di ottenere un accesso a raso al pianerottolo previsto nella rampa sopra indicata.
- Le pavimentazioni e i battiscopa sono previsti in gres porcellanato.
- Gli infissi saranno in alluminio a taglio termico con colori a scelta della DD.LL., dotati di doppio vetro camera di sicurezza antinfortunistico.

- Le pareti di tamponamento esterno con spessore di cm 35,00 avranno orditura metallica doppia e parallela con rivestimento in lastre in cartongesso per esterno e internamente a doppia lastra in gesso rivestita, con interposto idoneo strato isolante in lana minerale dovrà avere una trasmittanza di circa 0,179 - 0,21 W/mqK e garantire una resistenza al fuoco almeno pari ad EI 60.
- Le pareti divisorie interne saranno dotate di orditura metallica singola, rivestimento in lastre di gesso, dello spessore totale di 12,5 cm in grado di garantire un potere fonoisolante pari a 56 dB ed una resistenza al fuoco EI 60.
- L'intradosso del solaio di copertura sarà rivestito con controsoffitto antincendio ribassato ad orditura metallica doppia e doppio rivestimento in lastre di gesso, atto a garantire una classe di resistenza al fuoco EI 60 indipendentemente dal solaio sovrastante.
- Il solaio di copertura sarà dotato di idonea coibentazione termica in lana di roccia, mentre il manto di copertura, a posare su una doppia orditura metallica, sarà realizzato con lastre grecate coibentate con schiuma poliuretanic a cellule chiuse, applicata all'intradosso della lastra con spessore costante 10 mm a seguire la superficie geometrica della greca da posare e sormontare con sovrapposizione laterale pari ad una greca e mezzo.
- Le opere di lattoneria saranno in acciaio zincato preverniciato da 8/10 mm idoneamente sagomate e montate come da disegni tecnici e indicazioni impartite dalla DD.LL.
- Le porte d'uscita verso l'esterno fungeranno anche da uscita di sicurezza per cui dotate di maniglioni antipanico con apertura nel senso dell'esodo e larghezza almeno 1,20 metri pardi a due moduli. Le stesse dovranno essere fornite con battente doppio, in acciaio a doppia lamiera zincata a caldo con rinforzo interno e isolamento in lana

minerale, dotata di vetrate termoisolanti, composti da due lastre di vetro antinfortunistico, intercapedine lastre 16 mm (4+16+4).

- Le porte interne sono previste a uno o a più battenti costituiti da controtelaio a murare completo di zanche per fissaggio a muro realizzato in lamiera d'acciaio. Con pannelli doppi di alluminio e poliuretano con colori a scelta della DD.LL.

2. Completamento Piano Terra - struttura esistente (scuola dell'infanzia)

L'intervento riguarderà l'ultimazione dei locali posti al piano terra del fabbricato che ospita al primo piano la scuola dell'infanzia, si precisa che i due piani non sono comunicanti tra loro.

Attualmente gli spazi interni risultano privi di qualsiasi rifinitura, impiantistica e servizi igienici. Le opere da realizzare hanno come obiettivo quello di implementare i servizi e le attività didattiche normali e collettive connesse alla scuola primaria.

In particolare saranno realizzate le seguenti opere:

- un aula da destinare ad attività didattica normale avente superficie pari a circa 30 metri quadri;
- aula da destinare ad attività collettive integrative e della comunità educativa con superficie di circa 30 metri quadrati;
- aula da destinare ad attività collettive integrative e della comunità educativa con superficie di circa 168 metri quadrati;
- infine a corredo delle attività sopra descritte saranno realizzati quattro nuovi moduli destinati a servizi igienici distinti per sesso e per categoria di utente (persone con disabilità, bambine, bambini, personale docente, ATA e utenti esterni).
- Demolizione della pavimentazione su terrazzo esistente che funge da piazzale di ingresso per la scuola dell'infanzia. Successiva realizzazione di massetto delle

pendenze e impermeabilizzazione con malta bi componente elastica a base cementizia, con rinforzi perimetrali in corrispondenza tra i piani verticale e orizzontali. Posa in opera di pavimento industriale eseguito a spolvero con miscela di cemento e di quarzo sferoidale, con calcestruzzo a resistenza Rck 25N/mm² per uno spessore finito di circa 10,00 cm, con superficie lisce omogenea con coloritura finale a scelta della DD.LL., o secondo quanto indicato nei schemi esecutivi di progetto

L'adeguamento del piano terra sopra descritto e il nuovo corpo in progetto formeranno con la scuola esistente un unico edificio scolastico che si sviluppa su uno stesso livello.

2.a Descrizione della Struttura e dei Materiali

- La struttura portante esistente è in calcestruzzo armato, mentre il solaio che separa il piano terra dal primo è in latero - cemento.
- Attualmente le pignatte del solaio del primo livello, mostrano evidenti lesioni tipiche dello "sfondellamento", pertanto su tutta la superficie è previsto un controsoffitto in cartongesso con sistema anti-sfondellamento realizzato con lastre in gesso su orditura metallica doppia, atto a garantire il contenimento per solai in latero-cemento, soggetti a fenomeno di "sfondellamento", inoltre avrà una resistenza al fuoco REI 120.
- Le pareti perimetrali realizzate in blocchi di calcestruzzo internamente sono prive di intonaco e finiture, anche in questo caso per migliorare l'efficienza della struttura sarà utilizzata un rivestimento a "secco" con controparte interna ad orditura metallica



autoportante e doppio rivestimento in lastre di gesso, dello spessore totale di cm 10,00.

- Le pareti divisorie interne saranno dotate di orditura metallica singola, rivestimento in lastre di gesso, dello spessore totale di 12,5 cm in grado di garantire un potere fonoisolante pari a 56 dB ed una resistenza al fuoco EI 60.
- Le pareti sanitari per i servizi igienici saranno del tipo modulari realizzate in laminato plastico stratificato (HPL), spessore di mm 14 con bordi smussati ed angoli arrotondati. Le porte nel medesimo materiale con profili di battuta ammortizzanti in coestruso di PVC rigido (lato battuta) e morbido antinfortunistico (lato cerniere), che consentono l'assoluta complanarità frontale della struttura. Fissaggio a pavimento tramite piedini di sollevamento interamente in nylon e collegamento superiore mediante tubolare in alluminio anodizzato argento di diametro 35 mm.
- Le pavimentazioni, i rivestimenti e i battiscopa sono previsti in gres porcellanato, per il corridoio e i servizi igienici. Per l'attività collettiva n° 2 è previsto un pavimento industriale eseguito a spolvero con miscela di cemento e di quarzo sferoidale, con calcestruzzo a resistenza Rck 25N/mm² per uno spessore finito di circa 10,00 cm, con superficie lisce omogenea con coloritura finale a scelta della DD.LL., o secondo quanto indicato nei schemi esecutivi di progetto, previa posa in opera di uno strato isolante in fogli di polietilene, avente funzione di separazione tra il sottofondo e la gettata del pavimento industriale. A completamento delle pavimentazioni industriali saranno posti in opera zoccolini/battiscopa in gomma con altezza di cm. 10,00.
- Gli infissi saranno in alluminio a taglio termico e dotati di vetrate termoisolanti, composti da due lastre di vetro antinfortunistico, intercapedine lastre 16 mm (4+16+4), a completamento saranno installati avvolgibili con guide in ferro ad "U" ed avvolgitore incassato di ferro in PVC pesante e cinghia di nailon o plastica armata.

- Sono previste due porte di sicurezza per esterni con battente, singolo e doppio, in acciaio a doppia lamiera zincata a caldo con rinforzo interno e isolamento in lana minerale, dotati di vetrate termoisolanti, composti da due lastre di vetro antinfortunistico, intercapedine lastre 16 mm (4+16+4), corredate di maniglioni antipanico.

2.b Descrizione dei Servizi Igienici

I servizi igienico sanitario sono stati ideati per dare un confort sanitario di elevate caratteristiche, sono tutti dotati di finestre che garantiscono un'adeguata areazione e illuminazione naturale. Ogni sezione di bagno, è stata progettata per contenere tre moduli indipendenti di wc, e un antibagno dove saranno collocati i lavabi. Sono stati dimensionati in modo da garantire un normale deflusso delle utenze senza alcuna sovrapposizione e affollamento. Nello specifico i servizi igienico sanitari sono stati suddivisi nelle seguenti classi di utenze:

- bagni per persone con disabilità;
- bagni alunni di sesso femminile;
- bagni alunni di sesso maschile;
- bagni per personale docente, ATA ed esterni.

3. Impianto Antincendio

Per quanto attiene l'impianto antincendio si precisa che all'interno della predetta progettazione è stata computata la sola predisposizione degli impianti elettrici per le luci di emergenza, mentre invece restano da computare con altra progettazione integrativa tutte le altre opere previste al fine di garantire i livelli indispensabili di prevenzione incendi per come specificato nel parere di conformità antincendio di valutazione del progetto

rilasciato dal comando Provinciale dei Vigili del Fuoco di Cosenza con nota prot. n° 13867 del 14/03/2017, che per mera completezza di seguito viene sinteticamente descritto.

La rete antincendio, indispensabile e propedeutica al funzionamento della struttura, dovrà essere alimentata dall'acquedotto municipale e qualora l'acquedotto non garantisca le condizioni necessari dovrà essere installata una idonea riserva idrica alimentata da acquedotto pubblico e/o da altre fonti, avente una capacità idrica adeguatamente dimensionata in base al numero di utenti presenti all'interno dei due plessi scolastici (scuola dell'infanzia, scuola primaria).

Dall'acquedotto comunale si congiungeranno le tubazioni che alimenteranno l'attacco motopompa VV.FF. e le cassette antincendio. Dette tubazioni saranno in acciaio zincato nel tratto fuori pavimento. Gli idranti saranno disposti in quantità idonea per assicurare un'adeguata copertura dell'area in relazione alla lunghezza delle manichette estensibili a corredo, o comunque applicabili, e del getto delle lance terminali. Le rete di idranti, per livello rischio 1, dovranno avere una rete di tubazioni realizzata preferibilmente ad anello e alimentazione idrica deve essere in grado di assicurare l'erogazione di almeno due idranti di 120 l/min cad., con una pressione residua al bocchello non minore di 2 bar per un tempo di almeno 30 min (UNI 10779).

Gli idranti a muro saranno posizionati in modo che ogni parte dell'attività, e dei materiali pericolosi ai fini dell'incendio in essa presenti, sia raggiungibile con il getto d'acqua di almeno un idrante in modo che ogni apparecchio protegga non più di 1000 metri quadrati ed ogni punto dell'area protetta distanti al massimo 20 metri da essi oltre getto d'acqua con lunghezza di riferimento di 5 m.

Devono essere installati estintori portatili di capacità estinguente non inferiore 13 A, 89 B, C di tipo approvato dal Ministero dell'interno in ragione di almeno un estintore per ogni 200 mq di pavimento o frazione di detta superficie, con un minimo di due estintori per piano.

La scuola dovrà essere munita di un sistema di allarme in grado di avvertire gli alunni ed il personale presenti in caso di pericolo. Il sistema di allarme deve avere caratteristiche atte a segnalare il pericolo a tutti gli occupanti il complesso scolastico ed il suo comando deve essere posto in locale costantemente presidiato durante il funzionamento della scuola.

La scuola dovrà essere dotata di un impianto di sicurezza alimentato da apposita sorgente, distinta da quella ordinaria. L'impianto elettrico di sicurezza, dovrà alimentare le seguenti utilizzazioni, strettamente connesse con la sicurezza delle persone:

- a) illuminazione di sicurezza secondo normativa, compresa quella indicante i passaggi, le uscite ed i percorsi delle vie di esodo che garantisca un livello di illuminazione non inferiore a 5 lux;
- b) impianto di diffusione sonora e/o impianto di allarme.

Il dispositivo di carica degli accumulatori sarà di tipo automatico e tale da consentire la ricarica completa entro 12 ore. L'autonomia dell'alimentazione di sicurezza consentirà lo svolgimento in sicurezza del soccorso e dello spegnimento per il tempo necessario.

4. Rete di Scarico Fognario e Acque Meteoriche.

La rete di scarico fognario, avrà origine dai sifoni dei singoli apparecchi serviti e si concluderà al pozzetto di ispezione prima dell'immissione nella fognatura pubblica.

Il materiale utilizzato per dette reti sarà il polietilene completo di guarnizioni. All'esterno del complesso verranno raccolte due tipologie di scarichi: acque meteoriche e nere. Le acque nere verranno condotte alla rete fognaria comunale. La rete di raccolta degli scarichi dei pluviali all'esterno degli edifici sarà interrata e realizzata in pvc per fognature conforme alla norme vigenti e verrà convogliata nella rete di raccolta delle acque meteoriche comunale.

5. Impianto Elettrico

L'impianto elettrico sarà realizzato in conformità alle normative vigenti. In particolare, al fine della prevenzione degli incendi, l'impianto:

- avrà caratteristiche strutturali, tensione di alimentazione e possibilità di intervento tali da non costituire pericolo durante le operazioni di spegnimento;
- non costituirà causa primaria di incendio o di esplosione;
- non fornirà alimento o via privilegiata di propagazione degli incendi.

Il comportamento al fuoco della membratura sarà compatibile con la specifica destinazione d'uso dei singoli locali e:

- sarà suddiviso in modo che un eventuale guasto non provochi la messa fuori servizio dell'intero sistema;
- disporrà di apparecchi di manovra ubicati in posizioni "protette" e riporteranno chiare indicazioni dei circuiti/linee cui si riferiscono.
- I copri illuminanti per aule didattiche e aule per attività collettive saranno in pannelli LED ad alta luminosità delle dimensioni di 600x600x10mm con potenza della lampada 42 Watt - 3900 lumen, colore luce 4000k e voltaggio 200-240V 50/60Hz montati al controsoffitto con kit di sospensione composto da cavi cm 100 e viterie in acciaio inox e/o montati a soffitto con apposita cornice perimetrale.
- I seguenti sistemi di utenza disporranno d'impianti di sicurezza:

a) illuminazione;

b) impianto di segnalazione allarme a campanelli.

L'alimentazione di sicurezza sarà automatica ad interruzione breve (< 0,5 sec) per gli impianti di allarme e illuminazione.

7. Impianto Termico -Criteri Generali di Progettazione

Le soluzioni proposte, nel rispetto della normativa e legislazione vigente, sono caratterizzate dall'affidabilità, dalla economicità di gestione e dal contenimento dei consumi energetici. Nelle

scelte progettuali sono stati considerati i seguenti fattori:

- semplicità di funzionamento per ottenere una notevole affidabilità del sistema e dei suoi componenti;
- massima standardizzazione dei componenti per avere la garanzia di una futura facile reperibilità sia in caso di modifiche che di sostituzione in fase manutentiva o per invecchiamento;
- frazionabilità di ogni sezione del sistema per ottenere una gestione flessibile, economica e di facile controllo;
- adattabilità degli impianti alle strutture dell'edificio, soprattutto nell'ottica di garantire una facile accessibilità durante le operazioni di manutenzione e controllo;
- sicurezza degli impianti nei confronti degli utenti e delle condizioni di utilizzo.
- E' previsto un impianto di climatizzazione caldo/freddo garantito da elementi termoconvettori per le aule e elementi radianti in alluminio per i servizi igienici. Sia i termoconvettori che gli elementi radianti sono alimentati da una pompa di calore "Chiller" e da una caldaia a condensazione.
- a scelta della DD.LL., o secondo quanto indicato nei schemi esecutivi di progetto,

CONCLUSIONI

L'intero progetto ha l'obiettivo di ampliare, ridistribuire e razionalizzare gli spazi della scuola primaria al fine di poter evadere le richieste di nuove iscrizioni.

Inoltre, la progettazione è volta alla riduzione dell'impatto ambientale del fabbricato, al risparmio energetico ed al miglioramenti degli elementi costruttivi in modo da rispettare le prescrizioni di legge in materia di abbattimento acustico, risparmio energetico e norme tecniche sulle costruzioni.

Per quanto non specificato nella presente relazione generale si rimanda agli elaborati di progetto allegati alla presente che ne fanno parte integrante.

Santa Maria del Cedro

Febbraio 2017

I Progettisti e DD.LL.

Dott. Geom. Giuseppe Riccetti

Geom. Carmine Covucci



COMUNE DI
SANTA MARIA DEL CEDRO
PROVINCIA DI COSENZA



PROGETTO: REALIZZAZIONE NUOVO EDIFICIO PUBBLICO, DESTINATO A SCUOLA
CON STRUTTURA IN LEGNO NEL COMUNE DI SANTA MARIA DEL CEDRO (CS).
CLASSE D'USO DELLA COSTRUZIONE III

PRATICA: REALIZZAZIONE DEGLI INTERVENTI DIRETTI ALL'AMPLIAMENTO DELLA SCUOLA
ELEMENTARE UBICATA IN VIA ORSOMARSO DEL COMUNE DI SANTA MARIA DEL CEDRO
FRAZIONE MARCELLINA

PROGETTO DEFINITIVO ESECUTIVO

Elaborato
RELAZIONE GEOLOGICA

VISTI

Tav.

Committente

Amministrazione Comunale
di Santa Maria del Cedro

Geologo

Vincenzo LUCIA



Progettisti

Dott. Geom. Giuseppe RICCETTI

Geom. Carmine COVICCI

Dott. Geol. Vincenzo LUCIA
Corso del Pollino, 147
87020 - Santa Maria del Cedro CS
Cell. 328 13 43 267
E-mail vincenzo.lucia@yahoo.it

OTTOBRE 2016

SOMMARIO

SOMMARIO	1
NOTE RIEPILOGATIVE	2
PREMESSA	3
INQUADRAMENTO GEOGRAFICO.....	5
INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE.....	6
CARATTERISTICHE GEOLOGICHE E GEOMORFOLOGICHE	10
CARATTERISTICHE IDROLOGICHE ED IDROGEOLOGICHE	13
INQUADRAMENTO P.A.I.	14
INDAGINI GEOGNOSTICHE	14
<i>Prova penetrometrica DPM 30</i>	15
<i>Indagine MASW</i>	25
CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA.....	33
VERIFICA DI STABILITA' DEL PENDIO	33
POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE.....	33
CONCLUSIONI	35

ELABORATI CARTOGRAFICI

- ✓ Stralcio Carta Geologica - scala 1:5.000
- ✓ Stralcio Carta Tecnica Regionale - scala 1:5.000
- ✓ Stralcio Cartografia PAI - scala 1:10.000
- ✓ Planimetria Ubicazione Indagini
- ✓ Documentazione Fotografica Indagini
- ✓ Tabella di sintesi dati geologici

NOTE RIEPILOGATIVE

DATI IDENTIFICATIVI:

POSIZIONE TERRENO
COORDINATE GEOGRAFICHE (Gauss Boaga WGS 84)
<i>Longitudine E</i> 15.826823°
<i>Latitudine N</i> 39.767911°

DATI GEOMORFOLOGICI SEMPLIFICATIVI:

MORFOLOGIA DEL SITO:	SUB PIANEGGIANTE
	<i>PENDENZA < 15°</i>

FENOMENI FRANOSI (PAI):	<i>ASSENTI</i>
--------------------------------	----------------

PERIMETRAZIONE PAI:	<i>NO</i>
----------------------------	-----------

CLASSIFICAZIONE SISMICA:

ZONA SISMICA	<i>2</i>
CATEGORIA TOPOGRAFICA	<i>T1</i>
CATEGORIA SUOLO FONDAZIONE	<i>B</i>

INDAGINI EFFETTUATE:

N° 1 PROVA <i>PENETROMETRICA DPM 30</i>
N° 1 PROVA <i>SISMICA MASW</i>

ANOMALIE:	<i>ASSENTI</i>
------------------	----------------

VELOCITA' MEDIA ONDA DI TAGLIO V_{s30}:	<i>457.70</i> m/sec
---	----------------------------

FALDA FREATICA RILEVATA	<i>NON RILEVATA</i>
FALDA ARTESIANA:	<i>NON RILEVATA</i>

PREMESSA

Su incarico dell'Amministrazione Comunale di Santa Maria del Cedro, con determina di incarico n° 322 del 20 settembre 2016, il sottoscritto geologo Vincenzo LUCIA, iscritto all'ordine dei Geologi della Calabria al n° 1128, ha effettuato uno studio GEOLOGICO-GEOMORFOLOGICO-GEOTECNICO-SISMICO, al fine di definire le condizioni di un'area interessata al progetto: **“Realizzazione nuovo edificio pubblico, destinato a scuola con struttura in legno nel comune di Santa Maria del Cedro (Cs) - Classe d'uso della costruzione III”**.

Lo studio è stato condotto secondo i dettami delle seguenti normative tecniche:

- **D.M. 14/01/2008** “Norme Tecniche sulle Costruzioni”;
- **D.M. 11/3/88** “Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”;
- **D.P.R. 380/2001 parte II capo II** “Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica”;
- **D.P.R. 380/2001 parte II capo IV** “Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche”;
- **D.P.R. 5/10/2010, n. 207** “Regolamento di esecuzione ed attuazione del decreto legislativo 12 aprile 2006, n°163 recante “Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE”;
- **Legge regionale 19/10/2009, n. 35.** “Procedure per la denuncia, il deposito e l'autorizzazione di interventi di carattere strutturale e per la pianificazione territoriale in prospettiva sismica”;
- **Regolamento Reg. 28.06.2012 n. 7** “Regolamento di attuazione procedure L.R. n.35/2009”;
- **Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI)** con riferimento alle NORME DI ATTUAZIONE E DELLE MISURE DI SALVAGUARDIA approvate dal C.R. Calabria con delib. n. 115 del 28/12/2001 (aggiornate dal C.T. il 15/07/2002) e alle linee guida licenziate dal comitato tecnico - seduta del 15.07.2002 e approvate dal comitato istituzionale - seduta del 31.07.2002.

Le finalità che si vogliono raggiungere con il presente studio, si esplicano nella definizione geologica/geomorfologica, geotecnica e sismica del sito esaminato. A tal fine è stato predisposto, nell'area in esame, un programma di indagini di ampiezza commisurata al contesto delle opere previste in progetto, costituito da:

- esame della cartografia ufficiale, unitamente a ricerche bibliografiche atte al reperimento di notizie (storiche, morfologiche, tettoniche, sismiche, idrologiche, idrogeologiche, ecc.) e dati tecnici riguardanti l'area in oggetto;
- caratterizzazione geologica ed esame delle condizioni geomorfologiche con il rilievo diretto di superficie esteso anche alle aree limitrofe per acquisire i dati necessari alla valutazione delle caratteristiche morfologiche, idrologiche, climatiche ed ambientali più evidenti, relative al territorio in oggetto;
- esecuzione di n°1 prove penetrometrica DPM 30;
- esecuzione di n°1 prospezione sismica MASW.

L'area investigata è stata altresì studiata in relazione al *Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)*, che ha valore di piano sovraordinato, e prevale quindi sullo strumento urbanistico.

Il modello geologico rilevato, gli studi e le analisi effettuate hanno consentito di definire:

Il quadro geologico/geomorfologico:

L'inquadramento geologico, con riferimento alla bibliografia geologica esistente, alla cartografia acquisita e alle indagini stratigrafiche svolte, consente di definire i caratteri litostratigrafici, l'origine e la natura dei litotipi, lo stato di alterazione e di aggregazione, i caratteri strutturali generali, la descrizione dei lineamenti geomorfologici della zona in generale e infine la descrizione delle forme naturali ed antropiche e degli elementi morfo-strutturali significativi ai fini geomorfologici e sismici.

Il quadro geotecnico:

Il modello geologico/tecnico di riferimento ha altresì consentito di determinare gli spessori e le caratteristiche geotecniche dei terreni affioranti al di sotto del piano di posa delle fondazioni, di valutare l'effetto della presenza di falde idriche sotterranee che potrebbero influenzare la stabilità dell'area e dei futuri manufatti e infine di valutare gli eventuali processi morfologici ed le azioni di dissesto potenziali o in atto nell'area in studio ed in quella circostante.

Il quadro sismico di riferimento:

La definizione del quadro sismico locale, specificatamente riferita al suolo di fondazione è connessa alla misura delle onde di taglio (V_{s30}) secondo il D.M. 14/01/2008: azione sismica per il sito esaminato.

INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

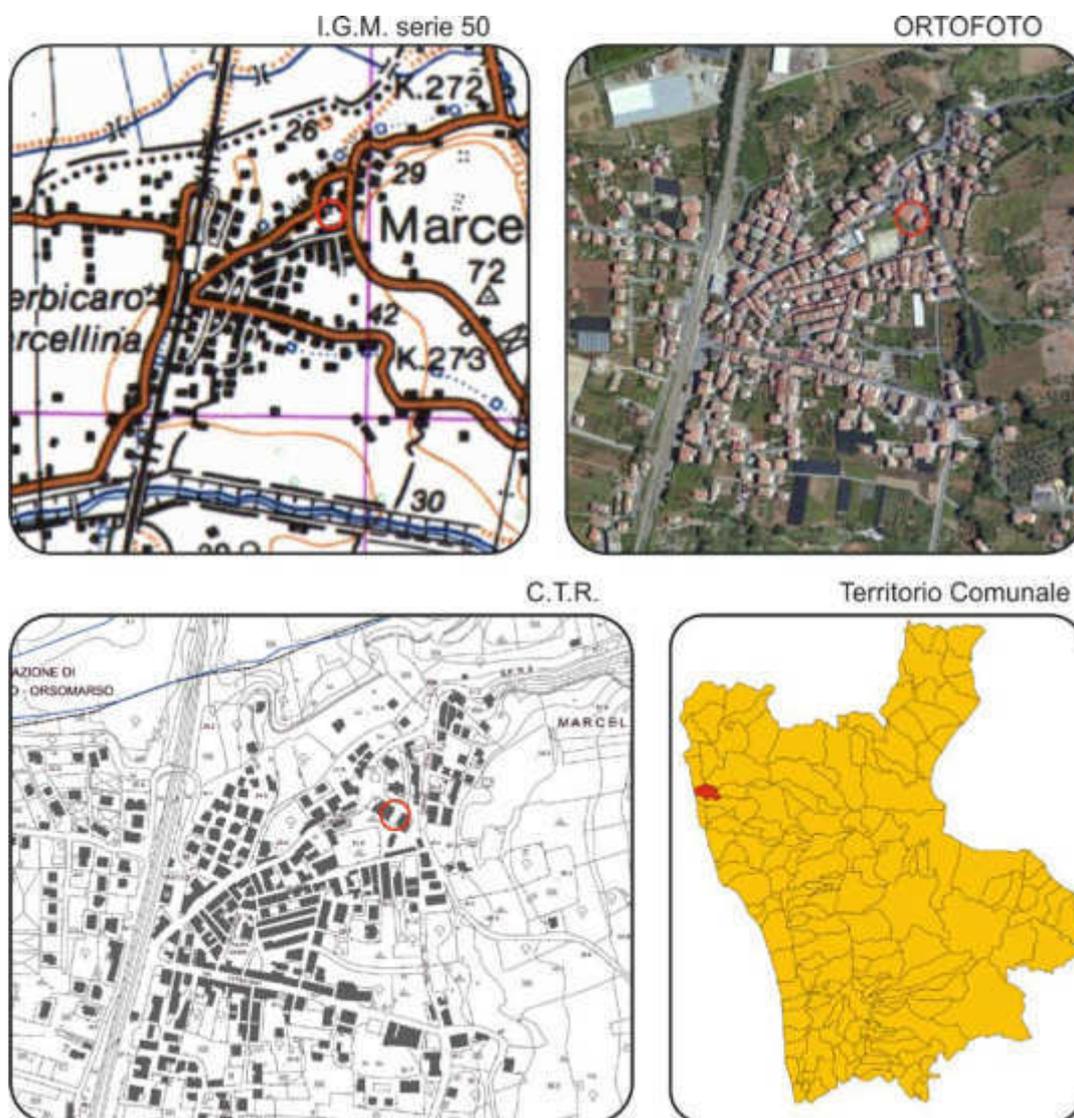
Il sito oggetto di studio ricade all'interno del Comune di Santa Maria del Cedro, in provincia di Cosenza e più precisamente nella frazione Marcellina, in Via Orsomarso. Il comune di Santa Maria del Cedro è situato all'estremità inferiore della Piana del Lao, vicino ai fiumi Lao e Abatemarco, sulla riva del Tirreno, tra i comuni costieri di Scalea e Diamante, e vanta una popolazione di circa 4.940 abitanti.

Da un punto di vista cartografico, il sito di studio, ricade nel **Foglio 220 II NO** della Carta Geologica d'Italia dell'I.G.M. a scala 1:25.000, denominato **Scalea**, nella Carta Tecnica Regionale in scala 1:5.000, elemento n°542022 denominato **GRANATA**.

Le coordinate geografiche, relative al sito investigato, sono le seguenti:

Latitudine: N 39,767911°

Longitudine: E 15.826823°



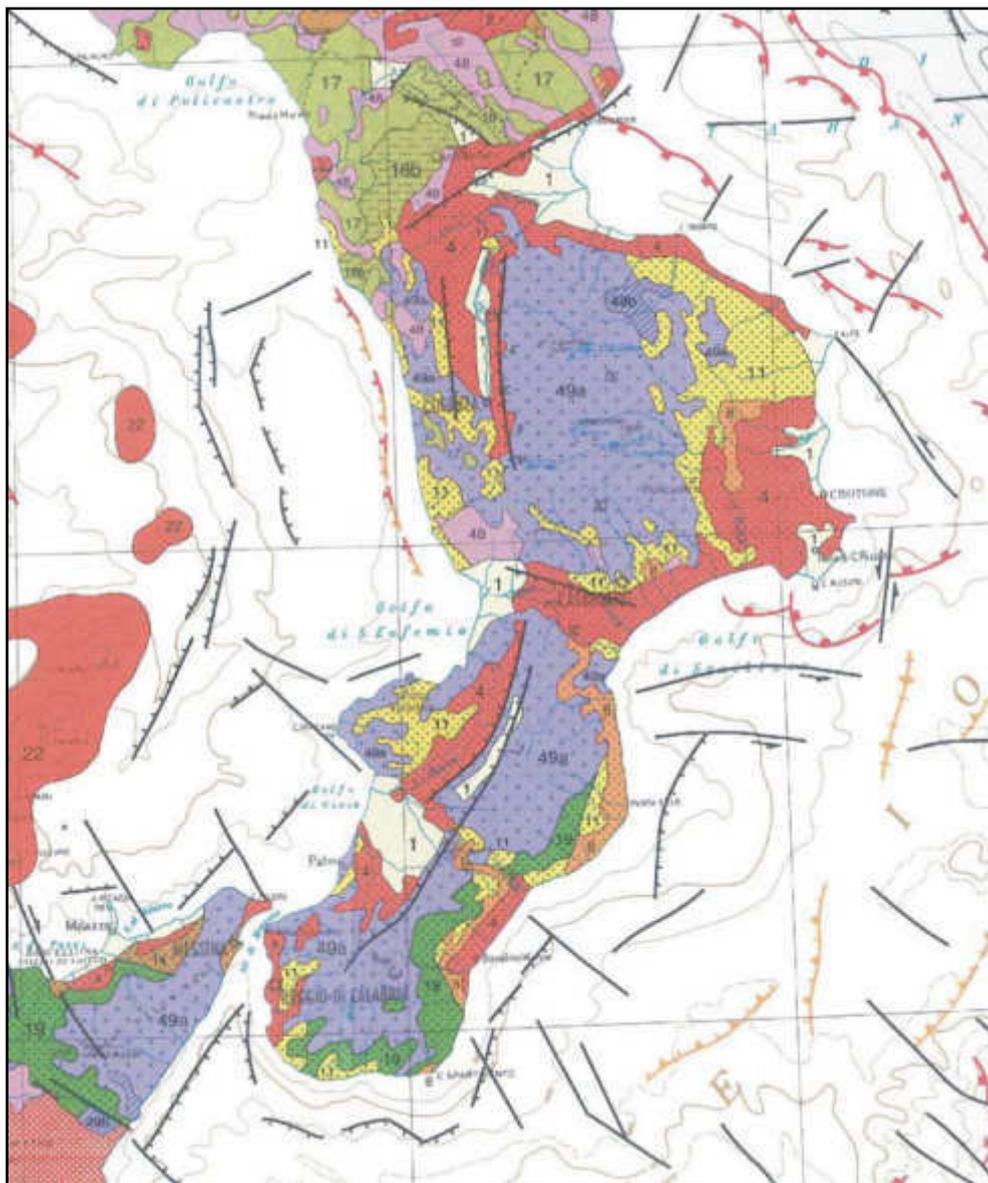
INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE

L'area oggetto di studio della presente relazione è situata nella parte settentrionale di un elemento crostale noto in letteratura come Arco Calabro-Peloritano (ACP). Con il termine Arco Calabro-Peloritano si indica la porzione di territorio che dal punto di vista geografico comprende la parte di Calabria a sud di Castrovillari e, in Sicilia, la catena dei Monti Peloritani. Le formazioni che vi affiorano sono costituite in massima parte da rocce metamorfiche e cristalline di età paleozoica, analoghe a quelle che costituiscono buona parte della catena delle Alpi, la Corsica e la Sardegna. Il resto della catena appenninica è invece costituito prevalentemente da rocce sedimentarie di età molto più giovane, la cui continuità litologica in superficie si interrompe con il gruppo del Pollino. Queste stesse unità sedimentarie nell'Arco Calabro-Peloritano sono sepolte da quelle metamorfiche e cristalline, dalle quali emergono solo in alcune "finestre tettoniche". La situazione descritta può essere interpretata, almeno nelle sue linee generali, come conseguenza dell'interazione nelle ultime decine di milioni di anni tra la massa continentale africana e quella euro-asiatica, che inizialmente erano separate da un oceano, la Tetide. Nella fase di moto convergente tra i due continenti verificatasi tra 65 e 14 milioni di anni orsono, i complessi cristallini calabridi che costituivano il margine meridionale europeo si accavallarono, insieme a relitti oceanici provenienti dal fondo della Tetide, sul margine continentale africano costituente oggi l'ossatura dell'Appennino Meridionale. Secondo le interpretazioni geologiche più accreditate, i complessi cristallini e metamorfici calabresi rappresentano quindi un segmento della catena alpina vera e propria, sovrascorsi per molte decine di km sull'edificio appenninico come "falda di ricoprimento" (AMODIO-MORELLI et al., 1976; BONARDI et al., 1982; TORTORICI, 1982). I fenomeni di sovrascorrimento nell'attuale area calabro-peloritana si conclusero sostanzialmente nel Tortoniano superiore, mentre nelle catene alpina ed appenninica continuarono fino ad età più recenti. Infatti l'instaurarsi di un campo locale di sforzi distensivi portò la Calabria a staccarsi dal blocco sardo-corso con l'apertura del Mar Tirreno, così come in precedenza l'apertura del Bacino Provenzale aveva provocato il distacco dello stesso blocco sardo-corso dall'Europa. (GUERRA & MORETTI, 1994). Alla fine della fase di compressione, la distribuzione delle masse continentali era diversa da quella attuale: il Mar Tirreno non esisteva ancora, mentre i mari Adriatico e Ionio avevano un'estensione notevolmente maggiore. La Calabria, la Corsica e la Sardegna facevano parte di una zolla unica, su cui si espandevano grandi effusioni vulcaniche basaltiche, testimonianza della presenza di una placca oceanica in subduzione sotto la massa continentale (GUERRA & MORETTI, 1994). Questa placca oceanica, originata dalla consunzione dell'antico Mar Ionio, ha svolto con ogni probabilità un ruolo fondamentale nell'evoluzione geodinamica. Al suo progressivo approfondimento nel sottostante mantello terrestre, devono infatti essere attribuiti il

distacco della Calabria dal blocco sardo-corso e la conseguente apertura del M. Tirreno; alla sua perdurante presenza viene comunemente attribuita anche la sismicità che tuttora interessa il bacino tirrenico fino a profondità di oltre 500 km. Le diverse età delle espansioni vulcaniche nel Tirreno e in Sardegna scandiscono le tappe della progressiva traslazione verso SE dell'Arco Calabro. Oltre che per le età, i prodotti del vulcanismo differiscono anche per tipo: si passa infatti dai materiali calcarei della Sardegna Occidentale, caratteristici delle fasi geodinamiche compressive, ai basalti tholeitici della piana abissale tirrenica, tipici delle fasi di espansione oceanica (GUERRA & MORETTI, 1994).

Allo stato attuale la regione è animata da un'intensa attività geodinamica testimoniata oltre che dagli intensi e diffusi fenomeni erosivi e dall'elevata franosità, anche dai violenti terremoti che l'hanno ripetutamente colpita in epoca storica. In meno di quattro secoli, infatti, quasi la metà del territorio calabrese è stato colpito almeno una volta da un terremoto di intensità del grado X (MCS) o superiore, mentre i tre quarti dello stesso territorio hanno subito almeno un evento del grado IX (MCS). Il progredire della migrazione verso est dell'Arco Calabro Peloritano (velocità di spostamento di circa 5 cm/anno-GUERRA & MORETTI, 1994), implica la progressiva chiusura del bacino dello Ionio con la subduzione della sua litosfera sotto il margine continentale calabro in sovrascorrimento (GVIRTZMAN & NUR, 1999; BUITER, 2000, 2002; WORTEL & SPAKMAN, 2000). I terremoti profondi che caratterizzano il basso Tirreno, sono considerati come una dimostrazione dell'attività del fenomeno (GUERRA & MORETTI, 1994).

BONARDI *et al.* (1982) e TORTORICI (1982) suddividono l'ACP in due settori, uno settentrionale (dove ricade l'area di studio) e uno meridionale, che vengono a contatto lungo un allineamento orientato grossomodo in direzione ENE-WSW che da Capo Vaticano si estende fino a Soverato. Il settore settentrionale si estende a N dell'allineamento Capo Vaticano-Soverato e comprende parte della Catena Costiera, la Sila e le Serre settentrionali. In esso TORTORICI (1982) ha individuato cinque unità (caratterizzate da un grado metamorfico crescente verso l'alto) di cui, le due più profonde sono rappresentate da unità ofiolitifere (porzioni di crosta oceanica) mentre le rimanenti sono riconducibili a porzioni di crosta continentale.



Schema geologico della Calabria. 1) Depositi continentali (alluvioni, sedimenti lacustri e lagunari) e, subordinatamente, marini (spiagge) – Pleistocene superiore-Olocene; 4, 8) Depositi terrigeni marini – Pliocene inferiore p.p. -Pleistocene inferiore; 11, 16) Depositi terrigeni marini – Miocene sup.-Pliocene inferiore p.p.; 17, 18)Unità carbonatiche e terrigene della catena Appenninica – Triassico-Oligocene; 19) Sabbie e conglomerati – Oligocene-Miocene; 48) Sedimenti oceanici con ofioliti – Cretacico-Oligocene; 49) Unità metamorfiche e graniti (da Bigi et al., 1989).

L'unità più profonda è rappresentata dall'Unità del Frido che affiora in tutto il settore settentrionale ed in Lucania. È costituita da una successione di metapeliti con intercalazioni di metacalcari e quarziti cui sono strettamente associate ofioliti rappresentate da prevalenti metabasalti, serpentiniti ed occasionalmente da Fe-gabbri come elementi di metabrecce. Questa unità così come definita da LANZAFAME et.al. (1979) comprende l'Unità di Diamante-Terranova (DIETRICH et al., 1976). Al di sopra giace un'Unità Ofiolitica, comprensiva delle Unità di Malvito e di Gimigliano (DIETRICH et al., 1976), costituita prevalentemente da lave a *pillow* e brecce di *pillow* con rari Mg-gabbri associati, su cui poggiano coperture di età Titonico-Neocomiana estremamente variabili, le quali assumono caratteri sempre più terrigeni procedendo da N verso S. Tettonicamente sovrastante alle Unità Ofiolitifere giace l'unità di

Bagni, che rappresenta l'unità di derivazione continentale geometricamente più bassa (affiora prevalentemente in Sila Piccola e nell'alta valle del Fiume Crati). È costituita da un basamento filladico contenente intercalazioni di micascisti, metareniti e porfiroidi e sopporta una copertura mesozoica, visibile nei dintorni di Guardia Piemontese (SCANDONE, 1971; DIETRICH, 1976). In posizione ancora più elevata abbiamo l'unità di Castagna, affiora prevalentemente in Sila Piccola, lungo il bordo orientale della valle del Fiume Crati e lungo il settore settentrionale delle Serre (PAGLIONICO & PICCARRETA, 1977). È costituita da micascisti a granato, paragneiss biotitici e gneiss occhiadini con frequenti associazioni di masse pegmatitiche e granitoidi. L'unità cristallina tettonicamente più elevata è rappresentata dall'Unità Polia-Copanello che affiora diffusamente in tutto il settore considerato. È costituita da gneiss kinzigitici con intercalate masse di anfiboliti e di metaperidotiti. Le metamorfite sono intruse da masse granitiche e tonalitiche. In questa unità potrebbe essere compresa anche l'Unità di Monte Gariglione (AMODIO-MORELLI et al., 1976; ZANETTIN-LORENZONI, 1982). Lungo la parte orientale del massiccio Silano le unità descritte ricoprono l'Unità di Longobucco. Essa è costituita da un basamento di filladi con intercalazioni di quarziti e porfiroidi contenenti intrusioni granitiche, su cui riposano trasgressive due sequenze sedimentarie di età Meso-Cenozoica (LANZAFAME & TORTORICI, 1980). Nel complesso le varie unità cristalline si sovrappongono tettonicamente su unità carbonatiche che costituiscono i domini più interni della catena appenninica (SCANDONE et al., 1974; AMODIO-MORELLI et al., 1976). In Calabria settentrionale i lembi relitti dell'Arco Calabro possono essere divisi in tre distinte unità tettonostratigrafiche. La più bassa è composta principalmente da rocce carbonatiche mesozoiche, originariamente deposte sul margine continentale adriatico e successivamente assemblate nella catena a falde e pieghe appenninica. L'unità intermedia è formata da due falde (Diamante-Terranova e Malvito) di metasedimenti ed ofioliti mesozoiche interpretate come il residuo dell'oceano neotetideo. L'unità tettonica più elevata è formata da rocce ignee e metamorfiche (Unità di Bagni e della Sila) e da sedimenti mesozoici (Gruppo di Longobucco). Le falde di Diamante-Terranova e di Malvito sovrascorrono sull'avampaese adriatico, ed entrambe sono sottoposte all'insieme delle Unità Bagni e della Sila, che rappresentano l'elemento più elevato dell'Arco Calabro.

Altri autori considerano i terreni del basamento calabro come parte di un dominio Austroalpino della placca africana, mentre in altre alternative interpretazioni, le falde dell'Arco Calabro sono considerate appartenenti ad un microcontinente situato tra Africa ed Europa o come risultato dell'assemblaggio di tre "microblocchi crostali". Lungo il limite settentrionale dell'arco affiora una successione sedimentaria appartenente all'Unità del Cilento. Tali terreni sono costituiti da successioni flyschoidi, nei cui livelli basali si ritrovano una serie di blocchi costituiti da elementi derivanti dalle unità cristalline calabresi.

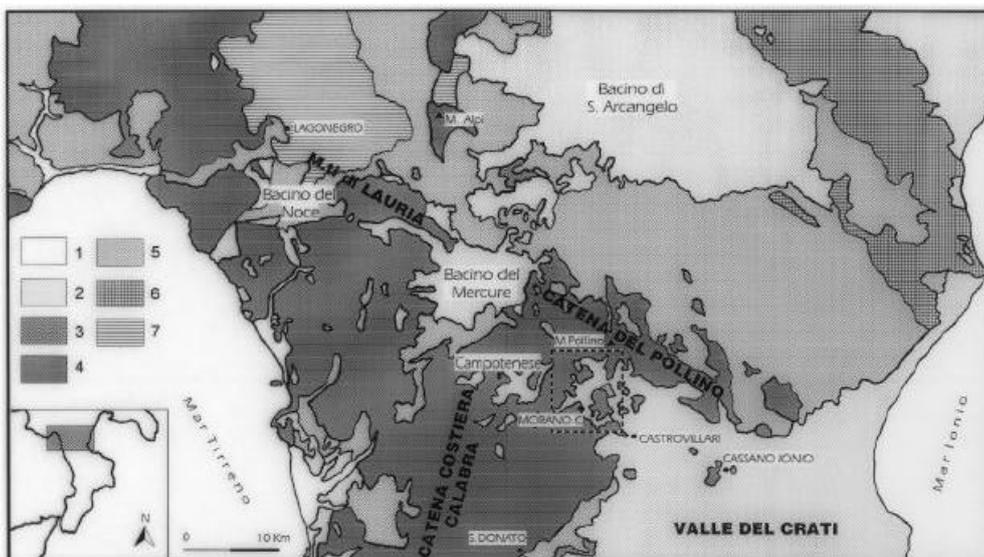
Il contesto morfostrutturale dell'area di studio all'interno dell'Arco Calabro è quello della parte settentrionale dell'Arco, laddove esso viene in contatto con le Unità Appenniniche.

CARATTERISTICHE GEOLOGICHE E GEOMORFOLOGICHE

L'assetto geomorfologico del territorio comunale di Santa Maria del Cedro è il risultato combinato dell'attività tettonica, che ha interessato la Catena Costiera Tirrenica e la Catena del Pollino in generale, e delle azioni degli elementi morfo-dinamici attivi che hanno sollecitato una rapida evoluzione dei versanti, determinando l'assetto dei terreni in affioramento che sono stati successivamente modellati per opera di una rapida erosione ed eventi franosi.

L'unità fisiografica principale di tale settore è rappresentata dal Massiccio del Pollino che si sviluppa in direzione est-ovest e la cui continuità è interrotta da un'ampia depressione tettonica che corrisponde al bacino imbrifero del Fiume Mercure (Bacino del Mercure).

I lineamenti stratigrafici principali sono riassunti nello schema geologico riportato di seguito:



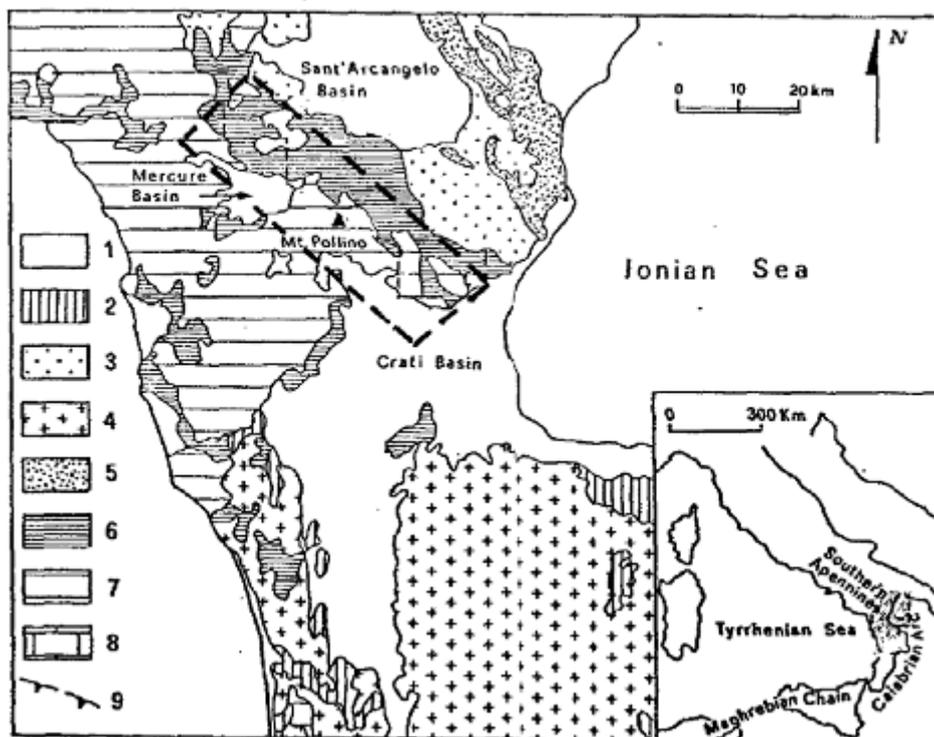
Schema geologico del confine calabro-lucano. Legenda: 1) Alluvioni e sedimenti di piana costiera attuali; 2) Depositi marini e continentali plio-quadernari; 3) Terreni clastici tortoniano- messiniani della Catena Costiera Calabro; 4) carbonati di piattaforma meso-cenozoici; 5) Complesso Liguride; 6) Unità Sicilidi; 7) Successioni bacinali meso-cenozoiche della "Serie calcareo-silico- marnosa" Auct. (Unità Lagonegresi). (Da Perri e Schiattarella, 1997).

Nell'area del massiccio del Pollino le unità carbonatiche rappresentano i termini più profondi. I complessi geologici più antichi sono rappresentati da calcari, calcari dolomitici e dolomie ben stratificate. Verso l'alto la successione è costituita da calcareniti e calcilutiti organogene con intercalazioni di calcari dolomitici del Cretaceo superiore.

I sedimenti carbonatici mesozoici sono ricoperti in discordanza dai terreni della trasgressione miocenica che nell'area del Massiccio del Pollino sono rappresentati da calcareniti organogene grigiastre a grana medio-grossolana.

Le rocce cristalline d'origine continentale (gneiss granatiferi, gneiss biotitici) poggiano tettonicamente, sui terreni della sub-unità argillo-scistosa.

Lungo la fascia pedemontana del Pollino si ritrovano i depositi pleistocenici, costituiti da una successione marina di argille, sabbie e conglomerati e da sedimenti continentali quaternari.

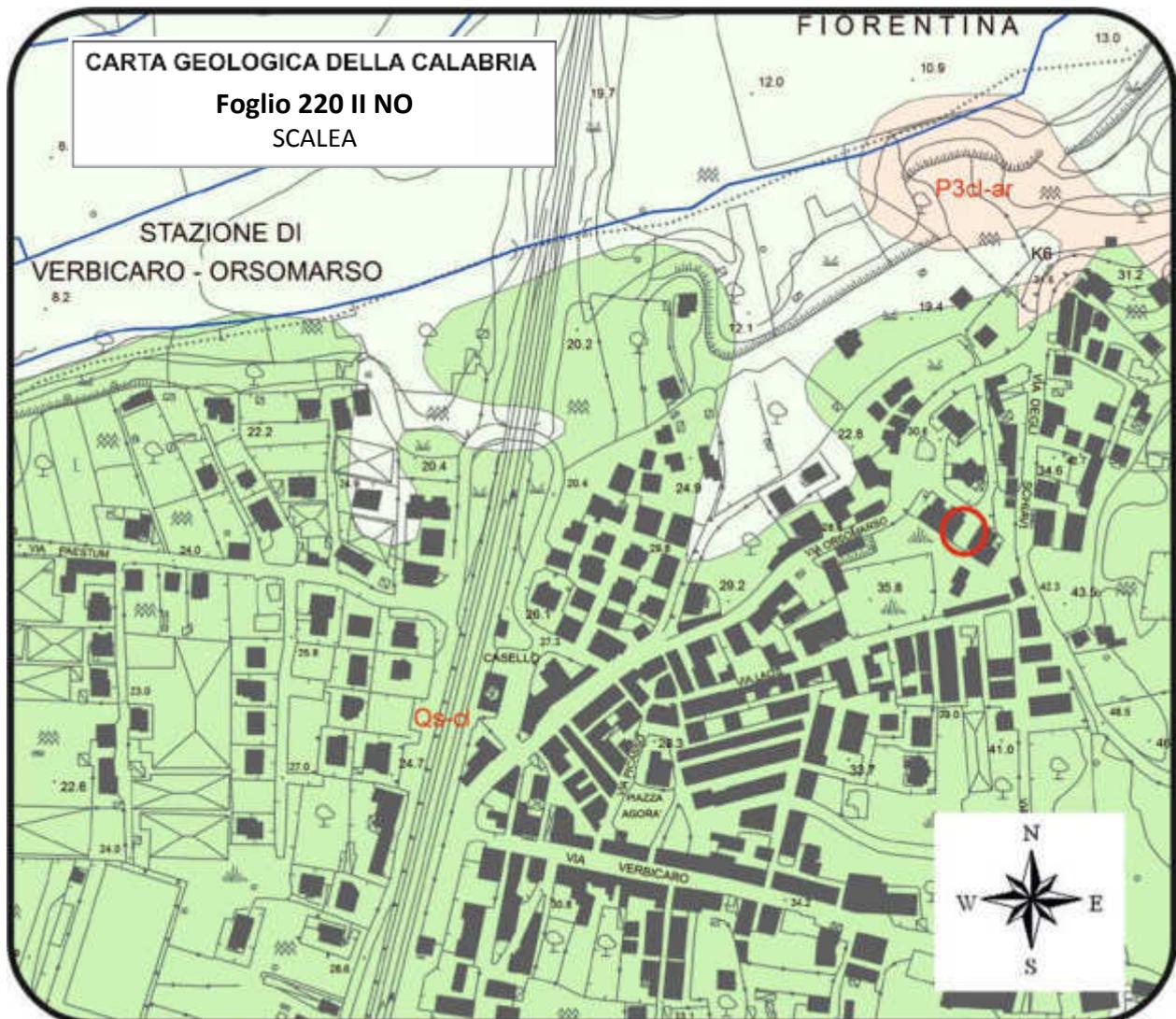


Schema tettonico del Confine calabro-lucano. La linea tratteggiata racchiude l'area del Massiccio del Pollino. Legenda: 1) depositi plioleistici; 2) depositi del Miocene superiore; 3) torbiditi dell'Oligocene superiore-Miocene; 4) unità cristalline; 5) Unità Sicilidi; 6) unità ofiolitifere liguridi; 7) unità appenniniche; 8) successioni carbonatiche dell'Avanpaese Apulo; 9) fronte d'accavallamento della catena. (da Tortorici et al., 1995, modificato). tratto da : Microzonazione speditiva dei capoluoghi dei 4 comuni e frazioni più significative della Regione Calabria colpiti dagli eventi sismici del 9 settembre 1998: Laino Castello, Laino Borgo, Mormanno e Tortora

Lungo tutto il settore e parallelamente alla linea di costa affiorano con una certa continuità, salvo qualche locale interruzione, i conglomerati sabbiosi di origine marina e di età pleistocenica formanti dei terrazzi dislocati a varie altezze. Al piedi di questi, dove la costa è bassa e sabbiosa, si osservano invece depositi alluvionali fissati dalla vegetazione, e localmente dune sabbiose stabilizzate di origine eolica. Nelle zone più interne di quest'area sono presenti anche affioramenti filladici. Tra Scalea e Cirella, per la presenza delle foci del fiume Lao e Abatemarco, si hanno estesi affioramenti della copertura sedimentaria costituita dalle alluvioni più recenti. Più a sud, verso l'interno si osservano filladi e locali affioramenti di calcari cretacei, come in prossimità di Diamante, dove si osserva anche un piccolo affioramento di gneiss granitoidi. In prossimità del fiume Sanginetto si osserva il limite tra catena appenninica e arco calabro, quest'ultimo qui rappresentato dalla Catena Costiera.

In quest'area la Catena Costiera è costituita prevalentemente da scisti verdi e rossi che affiorano fino a Fuscaldo e da graniti e gneiss paleozoici.

Da un rilievo di campagna si è verificata la presenza in affioramento di depositi costituiti da sabbie e conglomerati subordinati (Q^{s-cl}), generalmente bruni o bruni-rossastri, non fossiliferi ma comunque di origine marina; tali rocce sono poco consolidate e facilmente disgregabili. Presentano elevata permeabilità. L'età della formazione è Pleistocenica.



Stralcio Carta Geologica della Calabria

Il territorio comunale di Santa Maria del Cedro presenta dei passaggi graduali a partire dalla zona montuosa alle zone di collina fino alla pianura costiera. La geomorfologia è caratterizzata da una netta distinzione tra le aree montane (dove affiorano i terreni calcareo-dolomitici), le zone collinari (costituite in prevalenza da terreni detritici) e le zone di pianura (dove prevalgono depositi alluvionali).

In dettaglio il sito oggetto di studio si trova ad una quota di circa 36 m s.l.m e presenta una morfologia di tipo sub-pianeggiante, influenzata dall'attività antropica, con pendenza media di circa 3 - 4°.

Il rilievo geomorfologico di superficie e le indagini eseguite permettono di escludere la presenza di movimenti significativi del suolo, quindi in conclusione si può affermare che l'area in esame possiede un grado di equilibrio geomorfologico tale da non compromettere la fattibilità dell'opera in progetto.

CARATTERISTICHE IDROLOGICHE E IDROGEOLOGICHE

Sulla base delle conoscenze e dei dati acquisiti attraverso le osservazioni di campagna e mediante l'esame delle stratigrafie ricavate dalle indagini storiche e da quelle *in situ*, è stato possibile schematizzare i lineamenti idrologici ed idrogeologici dei terreni indagati al fine di stabilire la tipologia degli acquiferi sotterranei, attribuendo, nel contempo, un particolare riguardo alla circolazione idrica superficiale per meglio ricavare un quadro esauriente circa il possibile verificarsi di dissesti idrogeologici.

Considerata la morfologia, la natura del terreno e il suo grado di fratturazione, si ritiene che per le profondità di interesse delle opere di progetto non ci sia circolazione idrica rilevante e che le rare manifestazioni locali rappresentano fenomeni di scolo delle acque piovane, che trovano sfogo in corrispondenza di incisioni più o meno profonde.

Il sito in esame si trova tra i due maggiori corsi d'acqua della zona: circa 1,5 km a Nord scorre il fiume *Lao*, mentre l'*Abatemarco* è ubicato qualche centinaio di metri in direzione sud. Entrambi le aste fluviali sono orientate in direzione Est- Ovest e sfociano nel mar Tirreno.

Dal sito in esame, in direzione Nord, prima di raggiungere il Fiume Lao, si segnala la presenza del Canale *La Varchera*, piccolo torrente a carattere stagionale.

Per il corretto inserimento dell'opera in progetto nel contesto esistente, sono importanti le opere basilari di sistemazione, raccolta e incanalamento delle acque di ruscellamento onde evitare lo scorrimento disordinato lungo il sito in esame. Non occorre prevedere opere di particolare impegno, ma realizzare strutture atte al mantenimento dell'equilibrio presente, mediante soluzioni che preservano il corretto deflusso idrico di superficie e non vadano a creare sbarramenti e/o situazioni di rischio per la stabilità complessiva dell'area.

INQUADRAMENTO P.A.I.

Si ritiene necessario evidenziare che, con riferimento al Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (che rappresenta lo strumento conoscitivo, normativo "L.356/00-L.267/98" e di pianificazione mediante il quale l'Autorità di Bacino Regionale della Calabria, pianifica e programma le azioni e le norme d'uso finalizzate alla salvaguardia delle popolazioni, degli insediamenti, delle infrastrutture e del suolo), l'area oggetto della presente indagine non è sottoposta ad alcun vincolo idrogeologico, in particolare non ricade in zone a rischio geomorfologico ed idraulico R1, R2, R3 ed R4 (vedi allegato).

L'area che ospiterà l'intervento in progetto, presenta un accettabile grado di equilibrio. Dal rilevamento effettuato, non sono state rilevate forme di disequilibrio o compromissioni nelle strutture preesistenti collocate in prossimità dell'area che ospiterà gli interventi previsti dal progetto.

Pertanto, si attesta che l'area di progetto è compatibile dal punto di vista idraulico, geologico e ambientale con le prescrizioni contenute nelle Norme di Attuazione del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico.

INDAGINI GEOGNOSTICHE

Per caratterizzare il sito in esame è stato predisposto un programma di indagini di ampiezza commisurata al contesto delle opere previste in progetto, raffrontato con indagini e studi geologici preesistenti.

La campagna di indagini è stata strutturata in modo tale da ricavare:

- ✓ numero di strati presenti e relativi spessori;
- ✓ parametri geotecnici;
- ✓ categoria di sottosuolo tramite valutazione del **Vs₃₀**;
- ✓ stima della profondità del substrato.

Sono state eseguite:

- n° 01 prova penetrometrica DPM30;
- n° 01 sismica di tipo M.A.S.W.

Prova penetrometrica DPM 30

Committente: Comune di Santa Maria del Cedro
Cantiere: Marcellina

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DPM (DL030 10) (Medium)

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	30 Kg
Altezza di caduta libera	0,20 m
Peso sistema di battuta	21 Kg
Diametro punta conica	35,68 mm
Area di base punta	10 cm ²
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	2,9 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0,80 m
Avanzamento punta	0,10 m
Numero colpi per punta	N(10)
Coeff. Correlazione	0,761
Rivestimento/fanghi	Si
Angolo di apertura punta	60 °

PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE **DPSH – DPM (... scpt ecc.)**

Note illustrative - Diverse tipologie di penetrometri dinamici

La prova penetrometrica dinamica consiste nell'ingaggiare nel terreno una punta conica (per tratti consecutivi δ) misurando il numero di colpi N necessari.

Le Prove Penetrometriche Dinamiche sono molto diffuse ed utilizzate nel territorio da geologi e geotecnici, data la loro semplicità esecutiva, economicità e rapidità di esecuzione.

La loro elaborazione, interpretazione e visualizzazione grafica consente di "catalogare e parametrizzare" il suolo attraversato con un'immagine in continuo, che permette anche di avere un raffronto sulle consistenze dei vari livelli attraversati e una correlazione diretta con sondaggi geognostici per la caratterizzazione stratigrafica.

La sonda penetrometrica permette inoltre di riconoscere abbastanza precisamente lo spessore delle coltri sul substrato, la quota di eventuali falde e superfici di rottura sui pendii, e la consistenza in generale del terreno.

L'utilizzo dei dati, ricavati da correlazioni indirette e facendo riferimento a vari autori, dovrà comunque essere trattato con le opportune cautele e, possibilmente, dopo esperienze geologiche acquisite in zona.

Elementi caratteristici del penetrometro dinamico sono i seguenti:

- peso massa battente M
- altezza libera caduta H
- punta conica: diametro base cono D, area base A (angolo di apertura α)
- avanzamento (penetrazione) δ
- presenza o meno del rivestimento esterno (fanghi bentonitici).

Con riferimento alla classificazione ISSMFE (1988) dei diversi tipi di penetrometri dinamici (vedi tabella sotto riportata) si rileva una prima suddivisione in quattro classi (in base al peso M della massa battente) :

- tipo LEGGERO (DPL)
- tipo MEDIO (DPM)
- tipo PESANTE (DPH)
- tipo SUPERPESANTE (DPSH)

Classificazione ISSMFE dei penetrometri dinamici:

Tipo	Sigla di riferimento	peso della massa M (kg)	prof.max indagine battente (m)
Leggero	DPL (Light)	$M \leq 10$	8
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$	20-25
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$	25
Super pesante (Super Heavy)	DPSH	$M \geq 60$	25

penetrometri in uso in Italia

In Italia risultano attualmente in uso i seguenti tipi di penetrometri dinamici (non rientranti però nello Standard ISSMFE):

- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-30) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)
massa battente M = 30 kg, altezza di caduta H = 0.20 m, avanzamento $\delta = 10$ cm, punta conica ($\alpha=60-90^\circ$), diametro D 35.7 mm, area base cono A=10 cm² rivestimento / fango bentonitico : talora previsto;
- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-20) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)
massa battente M = 20 kg, altezza di caduta H=0.20 m, avanzamento $\delta = 10$ cm, punta conica ($\alpha= 60-90^\circ$), diametro D 35.7 mm, area base cono A=10 cm² rivestimento / fango bentonitico : talora previsto;
- DINAMICO PESANTE ITALIANO (SUPERPESANTE secondo la classifica ISSMFE)
massa battente M = 73 kg, altezza di caduta H=0.75 m, avanzamento $\delta=30$ cm, punta conica ($\alpha = 60^\circ$), diametro D = 50.8 mm, area base cono A=20.27 cm² rivestimento: previsto secondo precise indicazioni;
- DINAMICO SUPERPESANTE (Tipo EMILIA)
massa battente M=63.5 kg, altezza caduta H=0.75 m, avanzamento $\delta=20-30$ cm, punta conica conica ($\alpha = 60^\circ-90^\circ$) diametro D = 50.5 mm, area base cono A = 20 cm², rivestimento / fango bentonitico : talora previsto.

Correlazione con N_{spt}

Poiché la prova penetrometrica standard (SPT) rappresenta, ad oggi, uno dei mezzi più diffusi ed economici per ricavare informazioni dal sottosuolo, la maggior parte delle correlazioni esistenti riguardano i valori del numero di colpi N_{spt} ottenuto con la suddetta prova, pertanto si presenta la necessità di rapportare il numero di colpi di una prova dinamica con N_{spt}. Il passaggio viene dato da:

$$N_{spt} = \beta_t N$$

Dove:

$$\beta_t = \frac{Q}{Q_{SPT}}$$

in cui Q è l'energia specifica per colpo e Q_{spt} è quella riferita alla prova SPT.

L'energia specifica per colpo viene calcolata come segue:

$$Q = \frac{M^2 \cdot H}{A \cdot \delta \cdot (M + M')}$$

in cui

- M = peso massa battente;
M' = peso aste;
H = altezza di caduta;
A = area base punta conica;
 δ = passo di avanzamento.

Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd

Formula Olandesi

$$Rpd = \frac{M^2 \cdot H}{[A \cdot e \cdot (M + P)]} = \frac{M^2 \cdot H \cdot N}{[A \cdot \delta \cdot (M + P)]}$$

- Rpd = resistenza dinamica punta (area A);
e = infissione media per colpo (δ/N);
M = peso massa battente (altezza caduta H);
P = peso totale aste e sistema battuta.

Calcolo di $(N_1)_{60}$

$(N_1)_{60}$ è il numero di colpi normalizzato definito come segue:

$$(N_1)_{60} = C_N \times N_{60} \text{ con } C_N = \sqrt{(Pa/\sigma'_{vo})} \quad C_N < 1.7 \quad Pa = 101.32 \text{ kPa (Liao e Whitman 1986)}$$

$$N_{60} = N_{SPT} \times (ER/60) \times C_s \times C_f \times C_d$$

ER/60: Rendimento del sistema di infissione normalizzato al 60%.

- C_s : Parametro funzione della controcamicia (1.2 se assente).
 C_d : Funzione del diametro del foro (1 se compreso tra 65-115mm).
 C_f : Parametro di correzione funzione della lunghezza delle aste.

Metodologia di Elaborazione.

Le elaborazioni sono state effettuate mediante un programma di calcolo automatico.

Il programma calcola il rapporto delle energie trasmesse (coefficiente di correlazione con SPT) tramite le elaborazioni proposte da Pasqualini 1983 - Meyerhof 1956 - Desai 1968 - Borowczyk-Frankowsky 1981.

Permette inoltre di utilizzare i dati ottenuti dall'effettuazione di prove penetrometriche per estrapolare utili informazioni geotecniche e geologiche.

Una vasta esperienza acquisita, unitamente ad una buona interpretazione e correlazione, permettono spesso di ottenere dati utili alla progettazione e frequentemente dati maggiormente attendibili di tanti dati bibliografici sulle litologie e di dati geotecnici determinati sulle verticali litologiche da poche prove di laboratorio eseguite come rappresentazione generale di una verticale eterogenea disuniforme e/o complessa.

In particolare consente di ottenere informazioni su:

- l'andamento verticale e orizzontale degli intervalli stratigrafici,
- la caratterizzazione litologica delle unità stratigrafiche,
- i parametri geotecnici suggeriti da vari autori in funzione dei valori del numero dei colpi e delle resistenza alla punta.

Valutazioni statistiche e correlazioni

Elaborazione Statistica

Permette l'elaborazione statistica dei dati numerici, utilizzando nel calcolo dei valori rappresentativi dello strato considerato un valore inferiore o maggiore della media aritmetica dello strato (dato comunque maggiormente utilizzato); i valori possibili in immissione sono :

Media

Media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media minima

Valore statistico inferiore alla media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Massimo

Valore massimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Minimo

Valore minimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Scarto quadratico medio

Valore statistico di scarto dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media deviata

Valore statistico di media deviata dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media + s

Media + scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media - s

Media - scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Distribuzione normale R.C.

Il valore di $N_{spt,k}$ viene calcolato sulla base di una distribuzione normale o gaussiana, fissata una probabilità di non superamento del 5%, secondo la seguente relazione:

$$N_{spt,k} = N_{spt,medio} - 1.645 \cdot (\sigma_{N_{spt}})$$

dove $s_{N_{spt}}$ è la deviazione standard di N_{spt}

Distribuzione normale R.N.C.

Il valore di $N_{spt,k}$ viene calcolato sulla base di una distribuzione normale o gaussiana, fissata una probabilità di non superamento del 5%, trattando i valori medi di N_{spt} distribuiti normalmente:

$$N_{spt,k} = N_{spt,medio} - 1.645 \cdot (\sigma_{N_{spt}}) / \sqrt{n}$$

dove n è il numero di letture.

Pressione ammissibile

Pressione ammissibile specifica sull'interstrato (con effetto di riduzione energia per svergolamento aste o no) calcolata secondo le note elaborazioni proposte da Herminier, applicando un coefficiente di sicurezza (generalmente = 20-22) che corrisponde ad un coefficiente di sicurezza standard delle fondazioni pari a 4, con una geometria fondale standard di larghezza pari a 1 mt. ed immersione $d = 1$ mt..

Correlazioni geotecniche terreni incoerenti

Liquefazione

Permette di calcolare utilizzando dati N_{spt} il potenziale di liquefazione dei suoli (prevalentemente sabbiosi).

Attraverso la relazione di *SHI-MING (1982)*, applicabile a terreni sabbiosi, la liquefazione risulta possibile solamente se N_{spt} dello strato considerato risulta inferiore a N_{spt} critico calcolato con l'elaborazione di *SHI-MING*.

Correzione N_{spt} in presenza di falda

N_{spt} corretto = $15 + 0.5 \times (N_{spt} - 15)$

N_{spt} è il valore medio nello strato

La correzione viene applicata in presenza di falda solo se il numero di colpi è maggiore di 15 (la correzione viene eseguita se tutto lo strato è in falda) .

Angolo di Attrito

- Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956 - Correlazione valida per terreni non molli a prof. < 5 mt.; correlazione valida per sabbie e ghiaie rappresenta valori medi. - Correlazione storica molto usata, valevole per prof. < 5 mt. per terreni sopra falda e < 8 mt. per terreni in falda (tensioni < 8-10 t/mq)
- Meyerhof 1956 - Correlazioni valide per terreni argillosi ed argillosi-marnosi fessurati, terreni di riporto sciolti e coltri detritiche (da modifica sperimentale di dati).
- Sowers 1961)- Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. < 4 mt. sopra falda e < 7 mt. per terreni in falda) $\sigma > 5$ t/mq.
- De Mello - Correlazione valida per terreni prevalentemente sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi (da modifica sperimentale di dati) con angolo di attrito < 38° .
- Malcev 1964 - Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. > 2 m. e per valori di angolo di attrito < 38°).
- Schmertmann 1977- Angolo di attrito (gradi) per vari tipi litologici (valori massimi). N.B. valori spesso troppo ottimistici poiché desunti da correlazioni indirette da Dr %.
- Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION) Angolo di attrito in gradi valido per sabbie - sabbie fini o limose e limi siltosi (cond. ottimali per prof. di prova > 8 mt. sopra falda e > 15 mt. per terreni in falda) $\sigma > 15$ t/mq.
- Shioi-Fukuni 1982 (JAPANESE NATIONALE RAILWAY) Angolo di attrito valido per sabbie medie e grossolane fino a ghiaiose .
- Angolo di attrito in gradi (Owasaki & Iwasaki) valido per sabbie - sabbie medie e grossolane-ghiaiose (cond. ottimali per prof. > 8 mt. sopra falda e > 15 mt. per terreni in falda) $\sigma > 15$ t/mq.
- Meyerhof 1965 - Correlazione valida per terreni per sabbie con % di limo < 5% a profondità < 5 mt. e con % di limo > 5% a profondità < 3 mt.
- Mitchell e Katti (1965) - Correlazione valida per sabbie e ghiaie.

Densità relativa (%)

- Gibbs & Holtz (1957) correlazione valida per qualunque pressione efficace, per ghiaie Dr viene sovrastimato, per limi sottostimato.
- Skempton (1986) elaborazione valida per limi e sabbie e sabbie da fini a grossolane NC a qualunque pressione efficace, per ghiaie il valore di Dr % viene sovrastimato, per limi sottostimato.
- Meyerhof (1957).
- Schultze & Menzenbach (1961) per sabbie fini e ghiaiose NC , metodo valido per qualunque valore di pressione efficace in depositi NC, per ghiaie il valore di Dr % viene sovrastimato, per limi sottostimato.

Modulo Di Young (E_y)

- Terzaghi - elaborazione valida per sabbia pulita e sabbia con ghiaia senza considerare la pressione efficace.
- Schmertmann (1978), correlazione valida per vari tipi litologici .
- Schultze-Menzenbach , correlazione valida per vari tipi litologici.
- D'Appollonia ed altri (1970) , correlazione valida per sabbia, sabbia SC, sabbia NC e ghiaia
- Bowles (1982), correlazione valida per sabbia argillosa, sabbia limosa, limo sabbioso, sabbia media, sabbia e ghiaia.

Modulo Edometrico

- Begemann (1974) elaborazione desunta da esperienze in Grecia, correlazione valida per limo con sabbia, sabbia e ghiaia
- Buismann-Sanglerat , correlazione valida per sabbia e sabbia argillosa.
- Farrent (1963) valida per sabbie, talora anche per sabbie con ghiaia (da modifica sperimentale di dati).
- Menzenbach e Malcev valida per sabbia fine, sabbia ghiaiosa e sabbia e ghiaia.

Stato di consistenza

- Classificazione A.G.I. 1977

Peso di Volume Gamma

- Meyerhof ed altri, valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso.

Peso di volume saturo

- Terzaghi-Peck 1948-1967

Modulo di poisson

- Classificazione A.G.I.

Potenziale di liquefazione (Stress Ratio)

- Seed-Idriss 1978-1981 . Tale correlazione è valida solamente per sabbie, ghiaie e limi sabbiosi, rappresenta il rapporto tra lo sforzo dinamico medio τ e la tensione verticale di consolidazione per la valutazione del potenziale di liquefazione delle sabbie e terreni sabbio-ghiaiosi attraverso grafici degli autori.

Velocità onde di taglio V_s (m/sec)

- Tale correlazione è valida solamente per terreni incoerenti sabbiosi e ghiaiosi.

Modulo di deformazione di taglio (G)

- Ohsaki & Iwasaki – elaborazione valida per sabbie con fine plastico e sabbie pulite.
- Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982) elaborazione valida soprattutto per sabbie e per tensioni litostatiche comprese tra 0,5 - 4,0 kg/cmq.

Modulo di reazione (K_o)

- Navfac 1971-1982 - elaborazione valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso .

Resistenza alla punta del Penetrometro Statico (Q_c)

- Robertson 1983 Q_c

Correlazioni geotecniche terreni coesivi

Coesione non drenata

- Benassi & Vannelli- correlazioni scaturite da esperienze ditta costruttrice Penetrometri SUNDA 1983.
- Terzaghi-Peck (1948-1967), correlazione valida per argille sabbiose-siltose NC con N_{spt} <8 , argille limose-siltose mediamente plastiche, argille marnose alterate-fessurate.
- Terzaghi-Peck (1948). Cu min-max.
- Sanglerat , da dati Penetr. Statico per terreni coesivi saturi , tale correlazione non è valida per argille sensitive con sensitività > 5, per argille sovraconsolidate fessurate e per i limi a bassa plasticità.
- Sanglerat , (per argille limose-sabbiose poco coerenti), valori validi per resistenze penetrometriche < 10 colpi, per resistenze penetrometriche > 10 l'elaborazione valida è comunque quella delle "argille plastiche " di Sanglerat.
- (U.S.D.M.S.M.) U.S. Design Manual Soil Mechanics Coesione non drenata per argille limose e argille di bassa media ed alta plasticità , (Cu-N_{spt}-grado di plasticità).
- Schmertmann 1975 Cu (Kg/cmq) (valori medi), valida per **argille e limi argillosi** con N_c=20 e Q_c/N_{spt}=2.
- Schmertmann 1975 Cu (Kg/cmq) (valori minimi), valida per argille NC .
- Fletcher 1965 - (Argilla di Chicago) . Coesione non drenata Cu (Kg/cmq), colonna valori validi per argille a medio-bassa plasticità .
- Houston (1960) - argilla di media-alta plasticità.
- Shioi-Fukuni 1982 , valida per suoli poco coerenti e plastici, argilla di media-alta plasticità.
- Begemann.
- De Beer.

Resistenza alla punta del Penetrometro Statico (Q_c)

- Robertson 1983 Q_c

Modulo Edometrico-Confinato (M_o)

- Stroud e Butler (1975) - per litotipi a media plasticità, valida per litotipi argillosi a media-medio-alta plasticità - da esperienze su argille glaciali.
- Stroud e Butler (1975), per litotipi a medio-bassa plasticità (IP< 20), valida per litotipi argillosi a medio-bassa plasticità (IP< 20) - da esperienze su argille glaciali .
- Vesic (1970) correlazione valida per argille molli (valori minimi e massimi).
- Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner Modulo Confinato -M_o (Eed) (Kg/cmq)-, valida per litotipi argillosi e limosi-argillosi (rapporto Q_c/N_{spt}=1.5-2.0).
- Buismann- Sanglerat, valida per argille compatte (N_{spt}<30) medie e molli (N_{spt}<4) e argille sabbiose (N_{spt}=6-12).

Modulo Di Young (E_γ)

**Realizzazione nuovo edificio pubblico, destinato a scuola con struttura in legno nel
comune di Santa Maria del Cedro (Cs) - Classe d'uso della costruzione III**

- Schultze-Menzenbach - (Min. e Max.), correlazione valida per limi coerenti e limi argillosi con I.P. >15
- D'Appollonia ed altri (1983) - correlazione valida per argille sature-argille fessurate.

Stato di consistenza

- Classificazione A.G.I. 1977

Peso di Volume

- Meyerhof ed altri, valida per argille, argille sabbiose e limose prevalentemente coerenti.

Peso di volume saturo

- Meyerhof ed altri.

PROVA PENETROMETRICA N°1

Strumento utilizzato... DPM (DL030 10) (Medium)
Prova eseguita in data 21/09/2016
Profondità prova 2.50 mt
Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Nr. Colpi Rivestimento	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0.10	5	0	0.857	14.30	16.70	0.72	0.83
0.20	5	0	0.855	14.27	16.70	0.71	0.83
0.30	5	0	0.853	14.24	16.70	0.71	0.83
0.40	9	0	0.851	25.57	30.06	1.28	1.50
0.50	19	0	0.799	50.69	63.45	2.53	3.17
0.60	11	0	0.847	31.11	36.73	1.56	1.84
0.70	9	0	0.845	25.40	30.06	1.27	1.50
0.80	13	0	0.793	34.44	43.41	1.72	2.17
0.90	15	0	0.792	37.63	47.54	1.88	2.38
1.00	13	0	0.790	32.54	41.20	1.63	2.06
1.10	11	0	0.838	29.21	34.86	1.46	1.74
1.20	13	0	0.786	32.39	41.20	1.62	2.06
1.30	15	0	0.785	37.29	47.54	1.86	2.38
1.40	16	0	0.783	39.69	50.70	1.98	2.54
1.50	16	0	0.781	39.61	50.70	1.98	2.54
1.60	21	0	0.730	48.55	66.55	2.43	3.33
1.70	19	0	0.778	46.84	60.21	2.34	3.01
1.80	25	0	0.726	57.54	79.23	2.88	3.96
1.90	37	0	0.675	75.27	111.56	3.76	5.58
2.00	38	0	0.673	77.13	114.57	3.86	5.73
2.10	52	0	0.622	97.46	156.78	4.87	7.84
2.20	47	0	0.620	87.88	141.71	4.39	7.09
2.30	40	0	0.619	74.61	120.60	3.73	6.03
2.40	62	0	0.617	115.37	186.93	5.77	9.35
2.50	75	0	0.616	139.23	226.13	6.96	11.31

**Realizzazione nuovo edificio pubblico, destinato a scuola con struttura in legno nel
comune di Santa Maria del Cedro (Cs) - Classe d'uso della costruzione III**

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Tensione efficace (Kg/cm ²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
0.4	6	20.04	Incoerente - coesivo	0	1.73	1.87	0.03	0.76	4.57	STRATO 1
1.8	15.43	49.53	Incoerente - coesivo	0	2.01	2.21	0.21	0.76	11.74	STRATO 2
2.5	40.5	122.11	Incoerente - coesivo	0	2.18	2.4	0.43	0.76	30.82	STRATO 3

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
[1] - STRATO 1	4.57	0.40	Shioi - Fukui (1982)	0.11
[2] - STRATO 2	11.74	1.80	Shioi - Fukui (1982)	0.29
[3] - STRATO 3	30.82	2.50	Shioi - Fukui (1982)	0.77

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
[1] - STRATO 1	4.57	0.40	4.57	Gibbs & Holtz 1957	24.57
[2] - STRATO 2	11.74	1.80	11.74	Gibbs & Holtz 1957	40.07
[3] - STRATO 3	30.82	2.50	30.82	Gibbs & Holtz 1957	58.78

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
[1] - STRATO 1	4.57	0.40	4.57	Japanese National Railway	28.37
[2] - STRATO 2	11.74	1.80	11.74	Japanese National Railway	30.52
[3] - STRATO 3	30.82	2.50	30.82	Japanese National Railway	36.25

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
[1] - STRATO 1	4.57	0.40	4.57	Schmertmann (1978) Sabbie	54.84
[2] - STRATO 2	11.74	1.80	11.74	Schmertmann (1978) Sabbie	140.88
[3] - STRATO 3	30.82	2.50	30.82	Schmertmann (1978) Sabbie	369.84

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
[1] - STRATO 1	4.57	0.40	4.57	Buisman-Sanglerat	36.56
[2] - STRATO 2	11.74	1.80	11.74	Buisman-Sanglerat	93.92
[3] - STRATO 3	30.82	2.50	30.82	Buisman-Sanglerat	246.56

**Realizzazione nuovo edificio pubblico, destinato a scuola con struttura in legno nel
comune di Santa Maria del Cedro (Cs) - Classe d'uso della costruzione III**

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - STRATO 1	4.57	0.40	4.57	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
[2] - STRATO 2	11.74	1.80	11.74	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
[3] - STRATO 3	30.82	2.50	30.82	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m ³)
[1] - STRATO 1	4.57	0.40	4.57	Meyerhof ed altri	1.52
[2] - STRATO 2	11.74	1.80	11.74	Meyerhof ed altri	1.79
[3] - STRATO 3	30.82	2.50	30.82	Meyerhof ed altri	2.14

Modulo di Poisson

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - STRATO 1	4.57	0.40	4.57	(A.G.I.)	0.34
[2] - STRATO 2	11.74	1.80	11.74	(A.G.I.)	0.33
[3] - STRATO 3	30.82	2.50	30.82	(A.G.I.)	0.29

Modulo di reazione Ko

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
[1] - STRATO 1	4.57	0.40	4.57	Navfac 1971-1982	0.89
[2] - STRATO 2	11.74	1.80	11.74	Navfac 1971-1982	2.47
[3] - STRATO 3	30.82	2.50	30.82	Navfac 1971-1982	5.72

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
[1] - STRATO 1	4.57	0.40	4.57	Robertson 1983	9.14
[2] - STRATO 2	11.74	1.80	11.74	Robertson 1983	23.48
[3] - STRATO 3	30.82	2.50	30.82	Robertson 1983	61.64

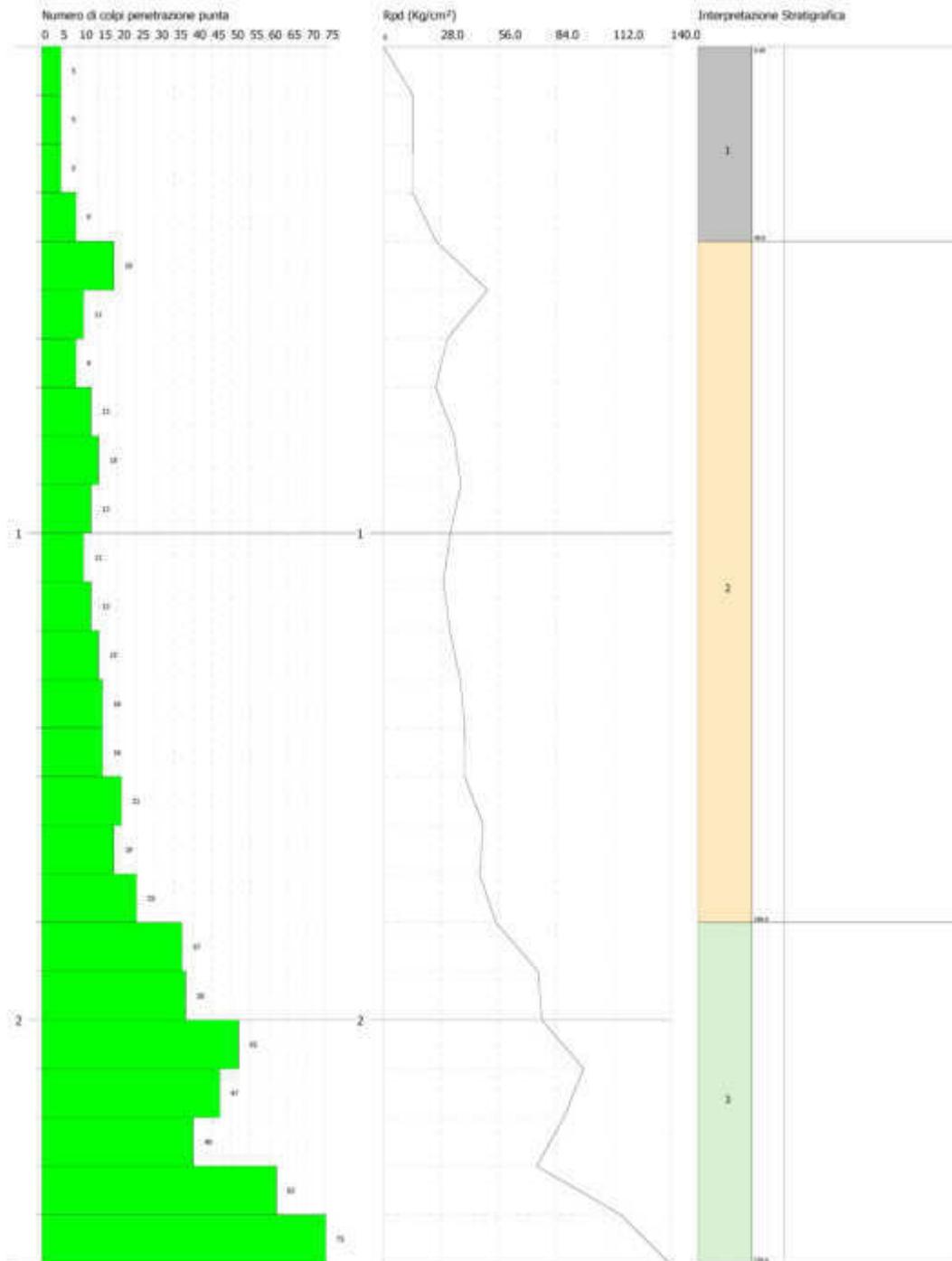
Realizzazione nuovo edificio pubblico, destinato a scuola con struttura in legno nel comune di Santa Maria del Cedro (Cs) - Classe d'uso della costruzione III

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

Comitente:
Cantone: Coimisa
Località: C. de Terreneto

Data: 21/06/2016

Scala: 1:11



Indagine MASW

Allo scopo di ottenere un esauriente ricostruzione dell'assetto litostratigrafico locale, nonché una identificazione delle caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni affioranti nel sito oggetto di studio è stata predisposta una indagine geofisica tramite tecnica MASW.

La geofisica osserva il comportamento delle onde che si propagano all'interno dei materiali. Un segnale sismico, infatti, si modifica in funzione delle caratteristiche del mezzo che attraversa. Le onde possono essere generate in modo artificiale attraverso l'uso di masse battenti, di scoppi, etc.

Moto del segnale sismico

Il segnale sismico può essere scomposto in più fasi ognuna delle quali identifica il movimento delle particelle investite dalle onde sismiche. Le fasi possono essere:

- P-Longitudinale: onda profonda di compressione;
- S-Trasversale: onda profonda di taglio;
- L-Love: onda di superficie, composta da onde P e S;
- R-Rayleigh: onda di superficie composta da un movimento ellittico e retrogrado.

Onde di Rayleigh – “R”

In passato gli studi sulla diffusione delle onde sismiche si sono concentrati sulla propagazione delle onde profonde (P,S) considerando le onde di superficie come un disturbo del segnale sismico da analizzare. Recenti studi hanno consentito di creare dei modelli matematici avanzati per l'analisi delle onde di superficie in mezzi a differente rigidità.

Analisi del segnale con tecnica MASW

Secondo l'ipotesi fondamentale della fisica lineare (Teorema di Fourier) i segnali possono essere rappresentati come la somma di segnali indipendenti, dette armoniche del segnale. Tali armoniche, per analisi monodimensionali, sono funzioni trigonometriche seno e coseno, e si comportano in modo indipendente non interagendo tra di loro. Concentrando l'attenzione su ciascuna componente armonica il risultato finale in analisi lineare risulterà equivalente alla somma dei comportamenti parziali corrispondenti alle singole armoniche. L'analisi di Fourier (analisi spettrale FFT) è lo strumento fondamentale per la caratterizzazione spettrale del segnale. L'analisi delle onde di Rayleigh, mediante tecnica MASW, viene eseguita con la trattazione spettrale del segnale nel dominio trasformato dove è possibile, in modo abbastanza agevole, identificare il segnale relativo alle onde di Rayleigh rispetto ad altri tipi di segnali, osservando, inoltre, che le onde di Rayleigh si propagano con velocità che è funzione della frequenza. Il legame velocità frequenza è detto spettro di dispersione. La curva di dispersione

individuata nel dominio f-k è detta curva di dispersione sperimentale, e rappresenta in tale dominio le massime ampiezze dello spettro.

Modellizzazione

E' possibile simulare, a partire da un modello geotecnico sintetico caratterizzato da spessore, densità, coefficiente di Poisson, velocità delle onde S e velocità delle Onde P, la curva di dispersione teorica la quale lega velocità e lunghezza d'onda secondo la relazione:

$$v = \lambda \times \nu$$

Modificando i parametri del modello geotecnico sintetico, si può ottenere una sovrapposizione della curva di dispersione teorica con quella sperimentale: questa fase è detta di inversione e consente di determinare il profilo delle velocità in mezzi a differente rigidezza.

Modi di vibrazione

Sia nella curva di inversione teorica che in quella sperimentale è possibile individuare le diverse configurazioni di vibrazione del terreno. I modi per le onde di Rayleigh possono essere: deformazioni a contatto con l'aria, deformazioni quasi nulle a metà della lunghezza d'onda e deformazioni nulle a profondità elevate.

Profondità di indagine

Le onde di Rayleigh decadono a profondità circa uguali alla lunghezza d'onda. Piccole lunghezze d'onda (alte frequenze) consentono di indagare zone superficiali mentre grandi lunghezze d'onda (basse frequenze) consentono indagini a maggiore profondità.

Caratteristiche delle apparecchiature

Per l'esecuzione dell'indagine di sismica a rifrazione, è stato impiegato il seguente sistema di acquisizione:

- Sismografo multicanale Doremi-Sara a 16 bit, rete differenziale RS232 half-duplex multipoint;
- Cavo modulare con 12 canali, 12 geofoni verticali da 4,5Hz, geofono start geospace da 10 Hz;
- Energizzatore costituito da massa battente di 6 Kg e da piastra in polimero;
- Prolunghe e materiale d'uso;
- Misure eseguite da un Geologo "Prospettore Geofisico", coadiuvato da un "Aiuto Prospettore";
- Durante i rilievi si è provveduto a controllare costantemente la qualità dei dati.

L'interpretazione dei dati è stata effettuata analiticamente e con calcolo automatico mediante software Easy MASW distribuito della Geostru Software, attraverso una procedura così descritta:

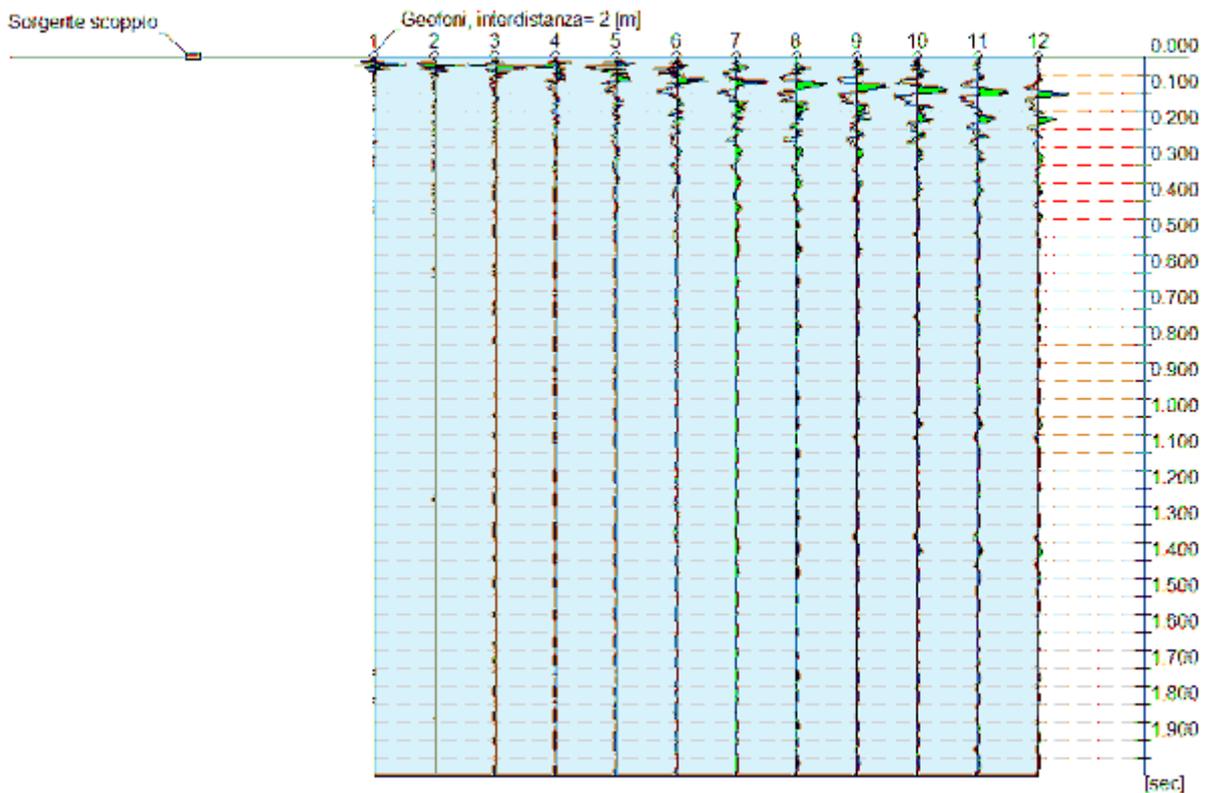
- ✓ Importazione delle tracce;

- ✓ Analisi spettrale;
- ✓ Inversione e sviluppo del profilo sismo-stratigrafico;
- ✓ Calcolo Vs30 e categoria del sottosuolo.

PROVA MASW N° 1

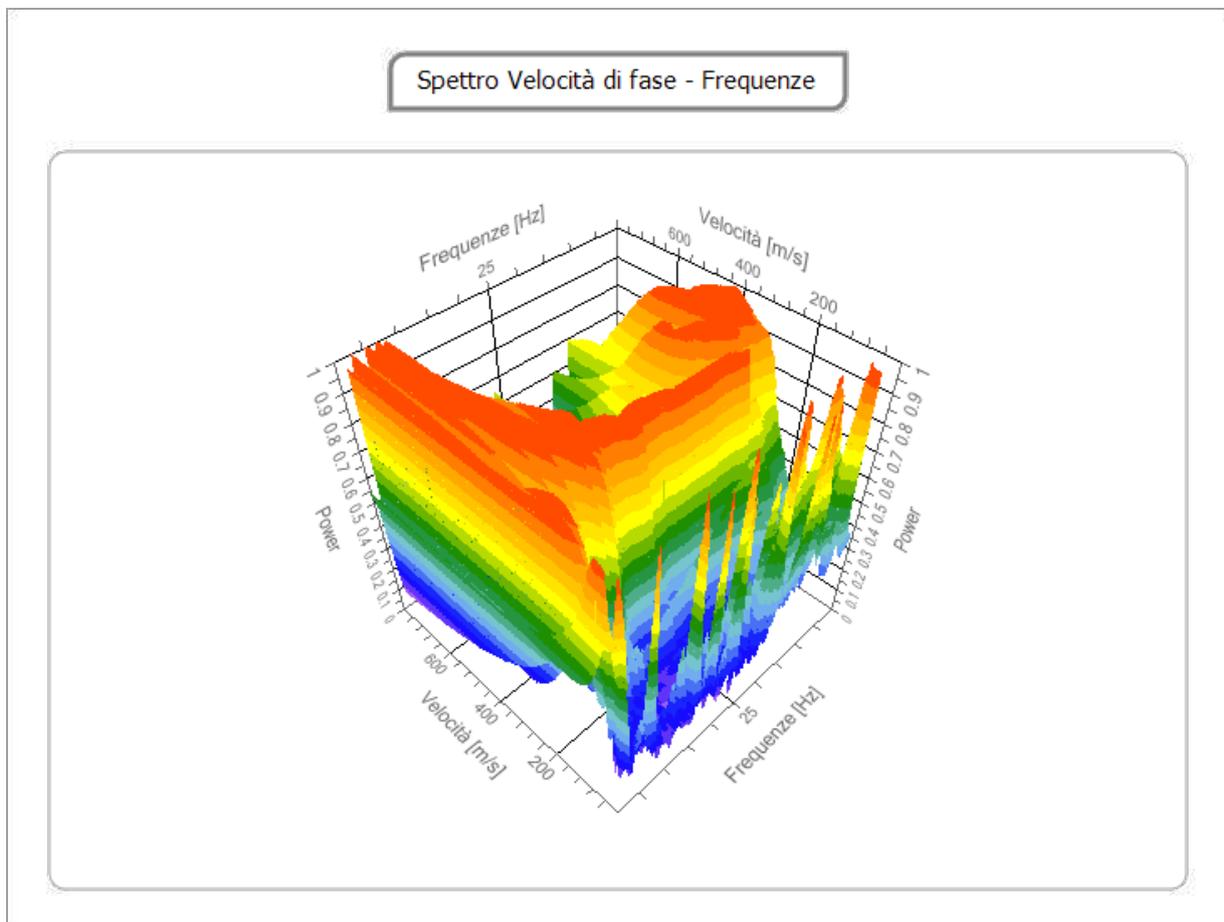
Tracce

N. tracce	12
Durata acquisizione [msec]	2000.0
Interdistanza geofoni [m]	2.0
Periodo di campionamento [msec]	2.00



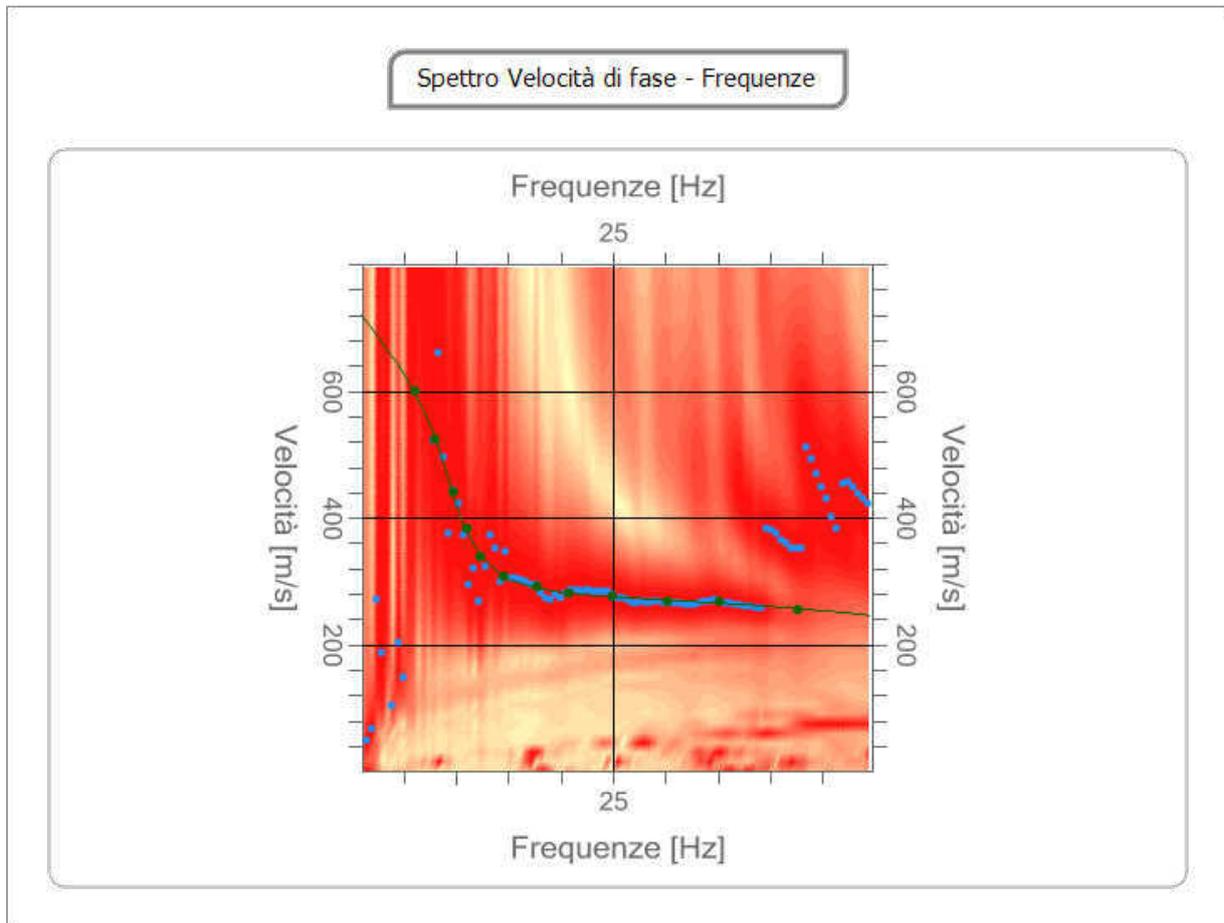
Analisi spettrale

Frequenza minima di elaborazione [Hz]	1
Frequenza massima di elaborazione [Hz]	50
Velocità minima di elaborazione [m/sec]	1
Velocità massima di elaborazione [m/sec]	800
Intervallo velocità [m/sec]	1



Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	6.2	601.0	0
2	8.0	525.3	0
3	9.8	441.2	0
4	11.0	382.3	0
5	12.3	340.2	0
6	14.6	306.6	0
7	17.7	292.6	0
8	20.8	281.4	0
9	24.9	275.7	0
10	30.2	267.3	0
11	35.2	267.3	0
12	42.6	256.1	0



Inversione

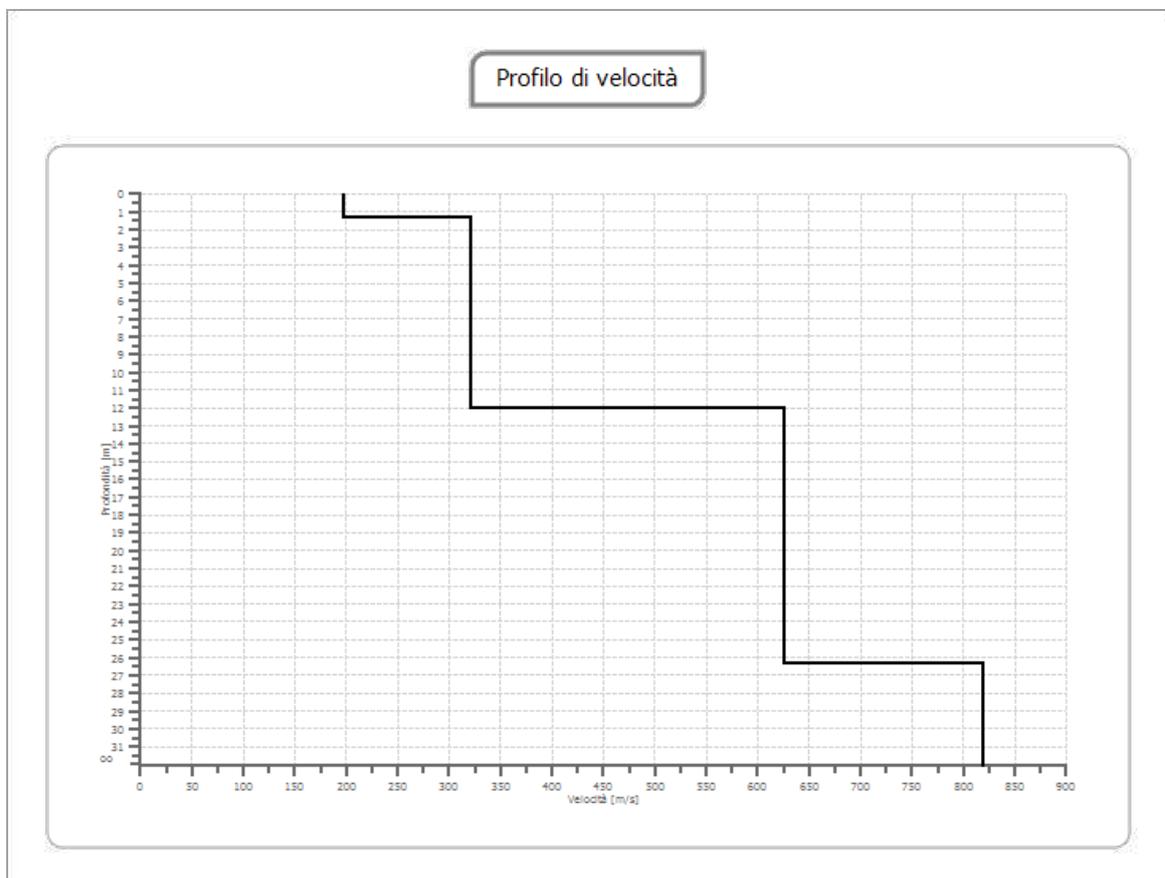
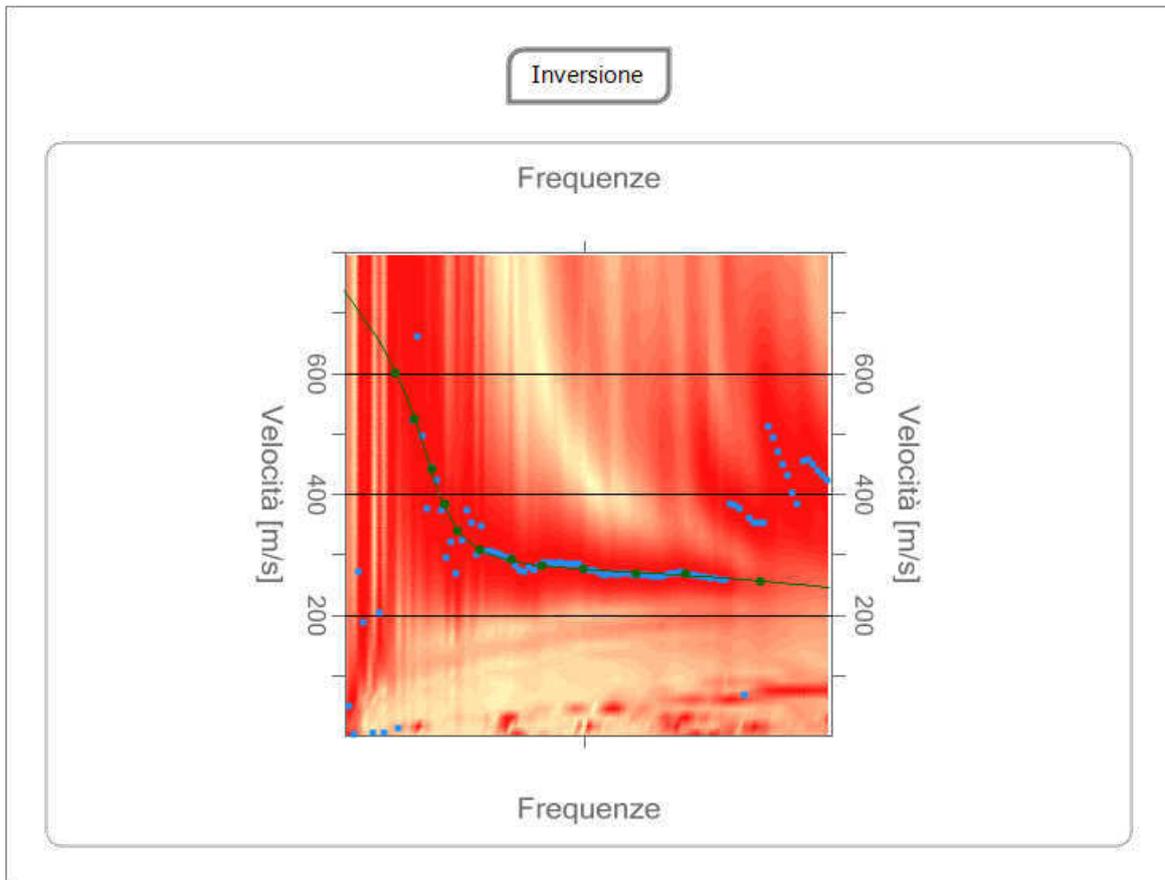
n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1	1.34	1.34	367.4	196.4
2	12.02	10.68	599.9	320.7
3	26.30	14.29	1170.1	625.5
4	oo	oo	1530.6	818.2

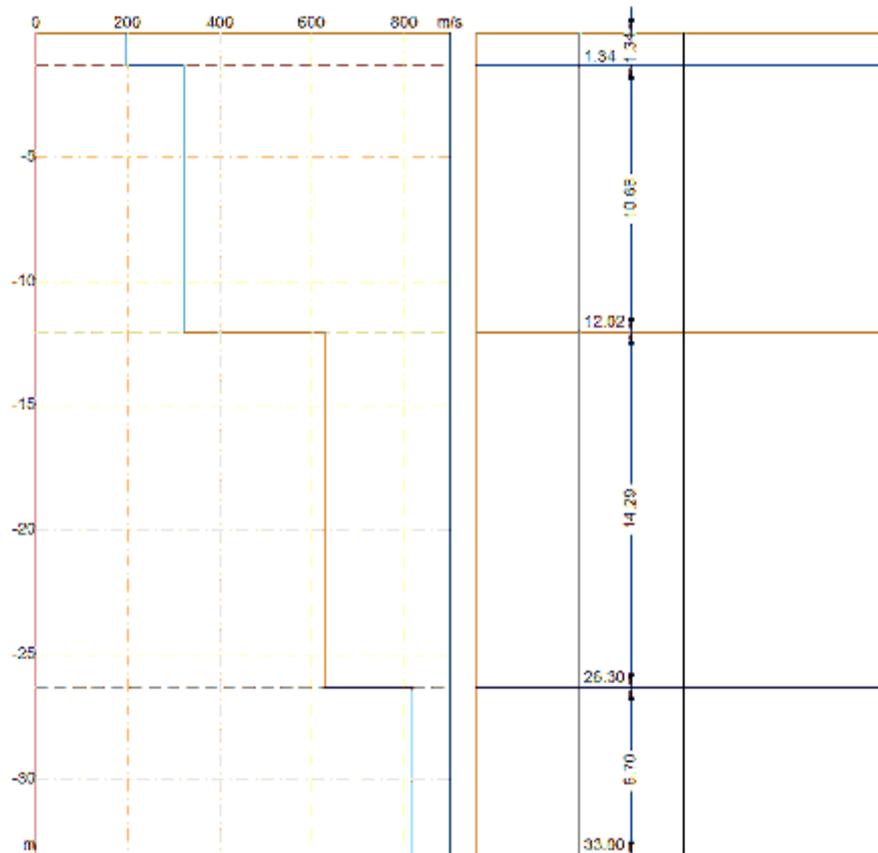
Percentuale di errore

0.002 %

Fattore di disadattamento della soluzione

0.005





Risultati

Profondità piano di posa [m]	0.50
Vs30 [m/sec]	457.70
Categoria del suolo	B

Suolo di 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 Vs,30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT,30 > 50 nei terreni a grana grossa e cu,30 > 250 kPa nei terreni a grana fina).

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Per caratterizzare il terreno di fondazione, sono state eseguite delle indagini in sito, consistite nell'esecuzione di n°1 prova penetrometrica DPM 30 e da N° 1 prospezione sismica MASW. In base a tale prova, al rilevamento effettuato, alla rivisitazione di indagini storiche sul medesimo sito ed a correlazioni empiriche, è stato possibile effettuare una stima dei parametri geotecnici del terreno:

Parametri da considerare ai fini del calcolo:

- γ_n = peso di volume naturale **1800 kg/m³**
- φ = angolo d'attrito **30°**
- **c** = coesione **0,10 – 0,20 Kg/cm²**
- **Ed** = modulo edometrico **93,92 Kg/cm²**

N.B. i parametri forniti caratterizzano il terreno di fondazione a partire da 50 cm fino a circa 10/12 m di profondità dal piano campagna e risultano essere, quindi, quelli più indicativi ai fini dei calcoli strutturali.

VERIFICA DI STABILITA' DEL PENDIO

Ricordando quanto detto nel paragrafo “**caratteristiche geologiche e geomorfologiche**” al quale si rimanda esplicitamente, è possibile certificare l'assenza di potenzialità di dissesto in relazione della morfologia del sito che presenta pendenze medie intorno a 3 - 4°, favorevoli alla stabilità. La normativa vigente, infatti, impone la verifica di stabilità solo nei casi in cui la pendenza del sito sia superiore ai 15° con relativa classificazione topografica T2 o superiore. Non si è ritenuto necessario eseguire specifiche verifiche di stabilità dei pendii in quanto queste avrebbero fatto registrare valori del coefficiente di sicurezza decisamente superiori ai minimi previsti dalla normativa vigente.

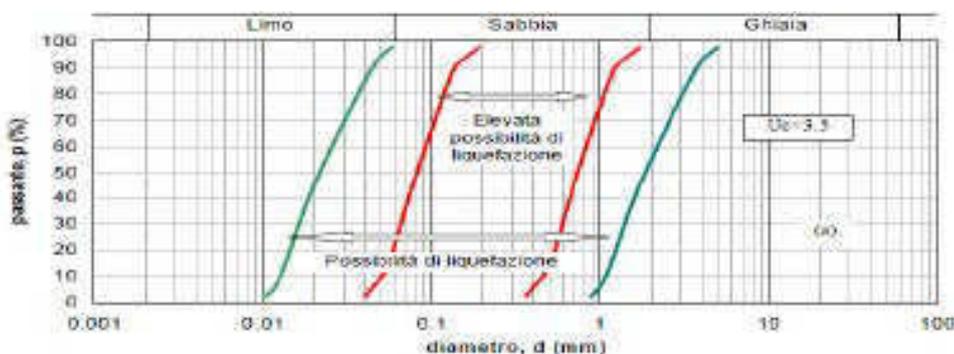
POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE

Le “Norme tecniche per le costruzioni” del 2008 (D.M. 14.01.2008), al § 7.11.3.4, “*stabilità nei confronti della liquefazione*”, forniscono la seguente definizione nei riguardi di tale possibile manifestazione: “fenomeni associati alla perdita di resistenza al taglio o ad accumulo di

deformazioni plastiche in terreni saturi, prevalentemente sabbiosi, sollecitati da azioni cicliche e dinamiche che agiscono in condizioni non drenate”.

Ciò avviene quando la pressione dell’acqua nei pori aumenta progressivamente fino ad eguagliare la pressione totale di confinamento e quindi allorché gli sforzi efficaci, da cui dipende la resistenza al taglio, si riducono a zero. In questo contesto, il problema principale che si pone in fase di progettazione è la suscettibilità alla liquefazione quando la falda freatica si trova in prossimità della superficie, ed il terreno di fondazione comprende strati estesi o lenti spesse di sabbie sciolte sotto falda, anche se contenenti una frazione fine lino-argillosa. In riferimento al § 7.11.3.4.2, “Esclusione della verifica a liquefazione”, della sopracitata normativa, la verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

1. eventi sismici attesi di magnitudo M inferiore a 5;
2. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
3. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
4. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)_{60} > 30$ oppure $qc_{1N} > 180$ dove $(N1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e qc_{1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
5. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella *Figura successiva* a nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ ed in Figura b nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.



a. Fasce granulometriche per la valutazione preliminare della suscettibilità alla liquefazione di un terreno per i terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ (da AGI, 2005).

Nel caso dell’area in esame non si ritiene possano sussistere le condizioni per il verificarsi del fenomeno di liquefazione, considerata la natura conglomeratica dei terreni in loco.

CONCLUSIONI

Il presente studio è parte integrante degli atti progettuali (D.M. 11-03-88 e del D.M. 14.01.2008), con il fine di analizzare le peculiarità *geolitologiche, geomorfologiche, idrogeologiche, geotecniche e sismologiche* del terreno per il progetto: **“Realizzazione nuovo edificio pubblico, destinato a scuola con struttura in legno nel comune di Santa Maria del Cedro (Cs) - Classe d'uso della costruzione III”**.

Dai risultati ottenuti e dalle indagini svolte, in considerazione delle finalità di progetto, si possono effettuare le seguenti considerazioni conclusive:

- Dal punto di vista litostratigrafico si rileva la presenza in affioramento di depositi costituiti da sabbie e conglomerati rossastri, di origine marina, facilmente disgregabili e ad elevata permeabilità (specifiche caratteristiche geotecniche a pagina 33).
- Dal punto di vista geomorfologico il sito si trova ad una quota di circa 36 m s.l.m e presenta una pendenza media di circa 3-4°. La morfologia del territorio è influenzata dall'attività antropica, l'area infatti si presenta altamente urbanizzata, e non è stata riscontrata la presenza di fenomenologie franose significative. La cartografia P.A.I. non annovera tale zona fra quelle a rischio idrogeologico-geomorfologico.
- Dal punto di vista idrogeologico si ritiene che per le profondità di interesse delle opere di progetto non ci sia circolazione idrica rilevante e che le rare manifestazioni locali rappresentano fenomeni di scolo delle acque piovane, che trovano sfogo in corrispondenza di incisioni più o meno profonde; Non si rileva la presenza nelle immediate vicinanze di corsi d'acqua significativi, i principali torrenti sono infatti a distanza di sicurezza.
- Dal punto di vista sismico, con l'indagine MASW si è ottenuto il valore del V_{s30} di **457,70 m/s** con relativa classificazione **B** (D.M. 14.01.2008) del terreno di fondazione.

Alla luce del modello geologico desunto il sito esaminato è idoneo ad accogliere le opere previste in progetto.

In base a quanto sopra esposto, al fine di garantire le condizioni di sicurezza sia in fase di esecuzione dei lavori che di esercizio dell'opera, si riportano le seguenti disposizioni cui attenersi:

- Considerare le caratteristiche litologiche e geotecniche del sito, riportate nella presente relazione e prevedere, quindi, adeguate soluzioni progettuali al fine di evitare indesiderati fenomeni di cedimento assoluto e/o differenziale; sarà cura del

progettista definire la soluzione ottimale; si consiglia tuttavia, una fondazione a platea.

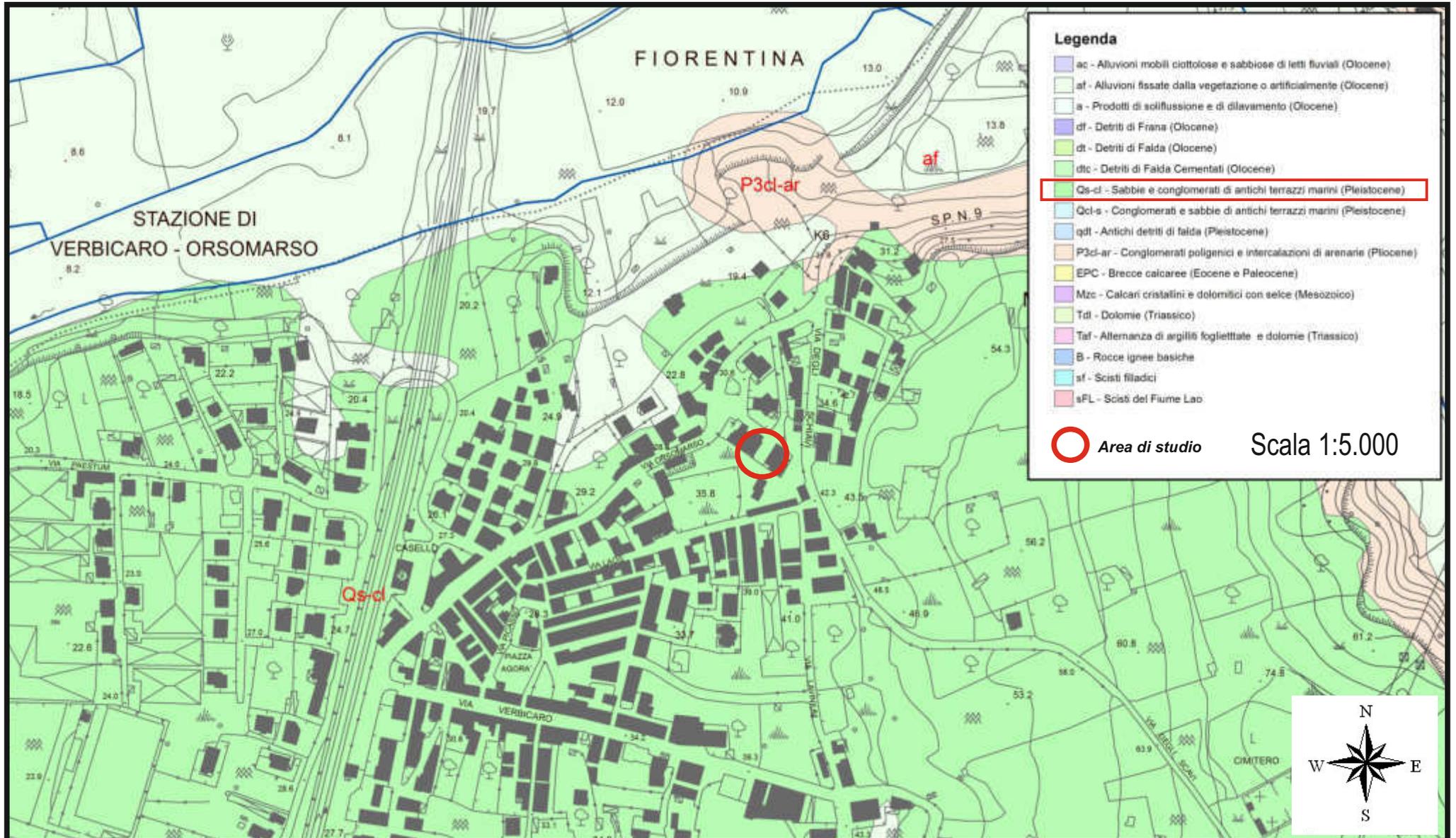
- Si consiglia di effettuare uno sbancamento almeno fino a 1,0 m di profondità dal piano campagna, con successiva messa in posto di uno strato di ciottolame su cui poggiare le fondazioni;
- Si dovrà prevedere di rendere efficace il controllo, la regimazione ed il disciplinamento delle acque di ruscellamento superficiale e d'infiltrazione, mediante specifiche opere di presidio idraulico (vespai, canalizzazioni, ecc) da estendere adeguatamente attorno all'area d'interesse, con il loro recapito fino agli elementi naturali e/o artificiali più vicini e sicuri, evitando che le stesse invadano il terreno di sedime;
- Per la salvaguardia e l'incolumità degli operatori e per la buona riuscita delle opere, durante le fasi di scavo, si dovrà operare in funzione di non creare tagli verticali o sbancamenti non protetti, o comunque con angolo di taglio del fronte di scavo non superiore all'angolo di attrito fornito nei parametri geotecnici della presente relazione;
- In considerazione all'assetto morfo-strutturale ed alla sismicità dell'area, fermo restando le condizioni prima evidenziate, si può concludere che gli interventi strutturali da realizzare previsti in progetto sono compatibili, nel rispetto anche a quanto prescritto e consigliato, con le caratteristiche fisiche e meccaniche del terreno di fondazione studiato;
- Qualora, in fase di realizzazione dell'opera in progetto dovessero emergere problematiche a carattere geologico strettamente localizzate e non evidenziate sinora, si raccomanda di adottare tutte le precauzioni e gli accorgimenti tecnici richiesti dal caso, predisponendo eventuali ulteriori indagini integrative in situ (come ad esempio una o più prove penetrometriche e sismiche direttamente all'interno dello scavo) ed in laboratorio, onde apportare le giuste correzioni alle scelte progettuali, per cui si ritiene necessaria la periodica presenza del geologo sul cantiere.

SANTA MARIA DEL CEDRO, Ottobre 2016

Il geologo
Dott. Vincenzo LUCIA

ELABORATI CARTOGRAFICI

STRALCIO CARTA GEOLOGICA DELLA CALABRIA (Foglio 220 II NO - Scalea)





REGIONE CALABRIA

Assessorato Urbanistica e Governo del Territorio

CENTRO CARTOGRAFICO REGIONALE

STRALCIO CARTA TECNICA REGIONALE

Scala 1:5000

Elemento n°542022

GRANATA



Area di studio

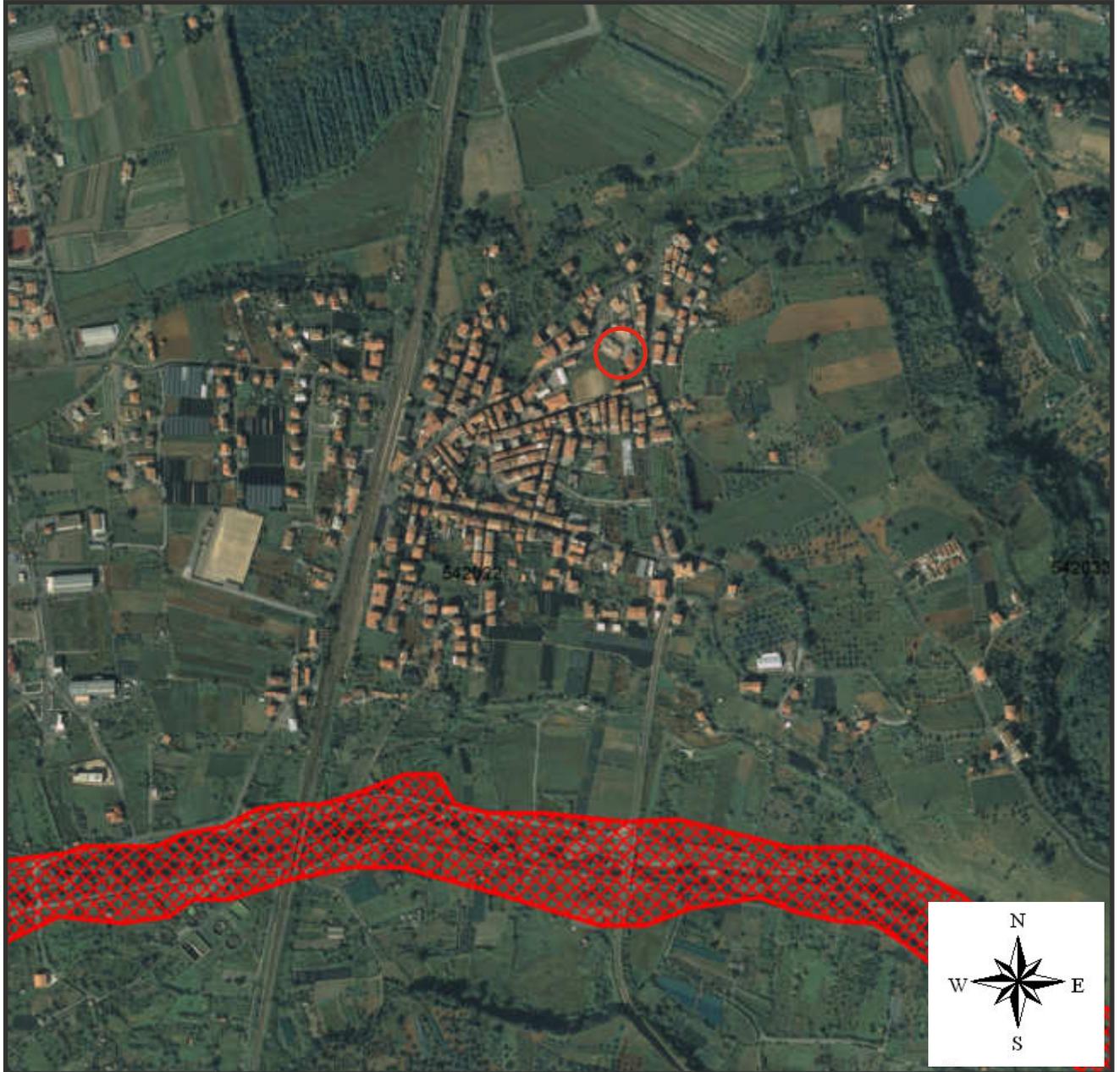


REGIONE CALABRIA

Autorità di Bacino Regionale - Assessorato Lavori Pubblici ed Acque

PIANO STRALCIO DI BACINO PER L'ASSETTO
IDROGEOLOGICO(D.L. 180/98)

STRALCIO CARTOGRAFIA P.A.I. COMUNE DI S. MARIA DEL CEDRO - CS SCALA 1:10.000



RISCHIO FRANA

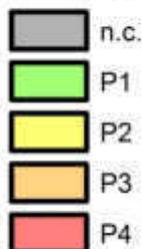
Buffer zone



Aree a rischio frana



Aree in frana



Area di studio

RISCHIO IDRAULICO

Punti di attenzione



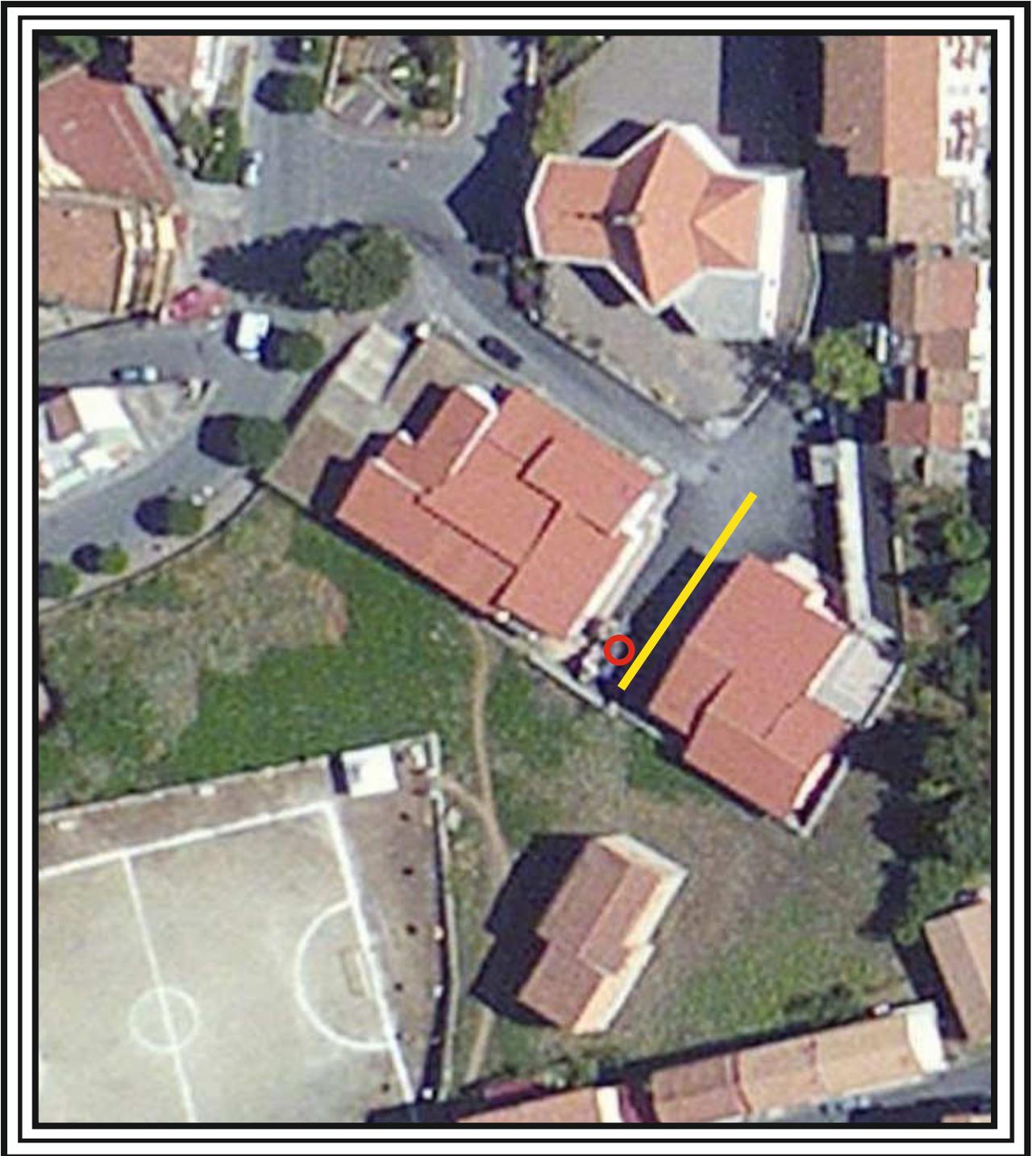
Zone di attenzione



Aree di attenzione



Ubicazione delle Indagini

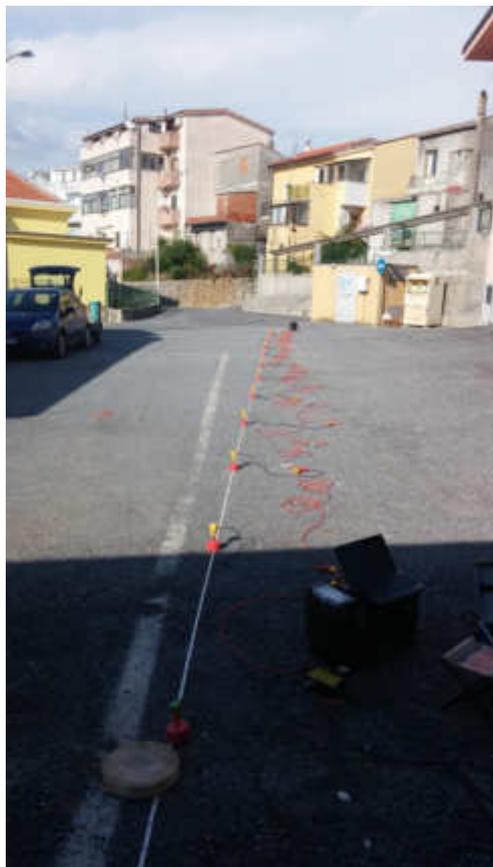
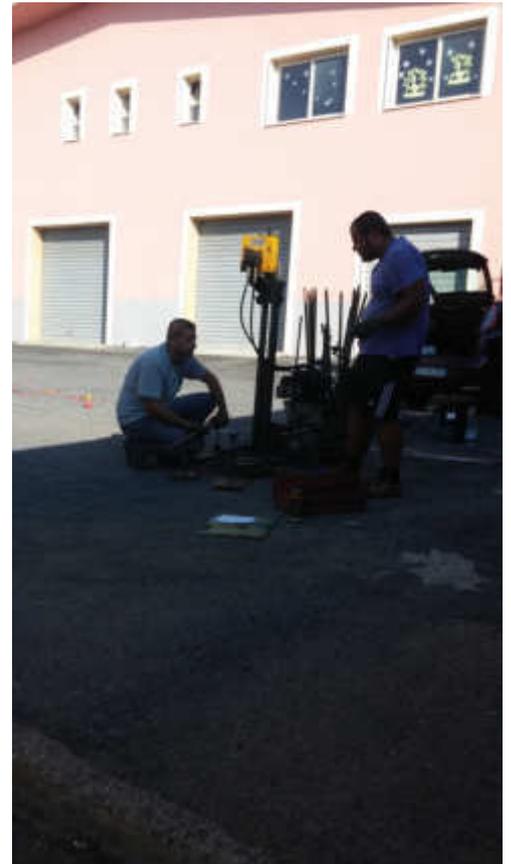


Legenda

-  Prova penetrometrica
-  Prospezione sismica con tecnica MASW

Documentazione Fotografica Indagini

ESECUZIONE PROVA
PENETROMETRICA



ESECUZIONE PROVA
SISMICA DI TIPO M.A.S.W.



“TABELLA DI SINTESI DATI GEOLOGICI”

(ai sensi dell'art 3, comma 6, lettera i del Regolamento Regionale N 7 del 28 giugno 2012 - testo coordinato con le modifiche ed integrazioni di cui al R.R. n. 2 del 19 marzo 2013)

Condizioni stratigrafiche e topografiche

a) Approccio utilizzato per la valutazione dell'amplificazione

- Semplificato
 Numerico mono-dimensionale
 Numerico bi-dimensionale

Posizione del punto d'indagine (coordinate geografiche Gauss Boaga WGS 84):

b) Latitudine della stratigrafia 39.767911°

c) Longitudine della stratigrafica 15.826823°

d) Quota del piano campagna [m. s.l.m.] 36

e) Differenza fra la quota del piano campagna e la quota di imposta delle fondazioni [m] 0.5

f) Metodo di calcolo della velocità delle onde di taglio (V_{s30})

- DOWN-HOLE
 SPT/CU
 SASW
 MASW
 CROSS-HOLE
 Altre misure

g) Sismostratigrafia utilizzata nella modellazione derivante dalle indagini geognostiche e sismiche eseguite a partire dal piano campagna:

<i>Litologia</i>	<i>Descrizione</i>	<i>Profondità dello strato base dal piano di campagna [m]⁽¹⁾</i>	<i>V_s [m/s]</i>	<i>SPT⁽²⁾</i>	<i>CU [kPa]⁽²⁾</i>
Q ^{s-cl}	Sabbie e Conglomerati (<i>Pleistocene</i>)	1.34	196.4	-	-
Q ^{s-cl}	Sabbie e Conglomerati (<i>Pleistocene</i>)	12.02	320.7	-	-
Q ^{s-cl}	Sabbie e Conglomerati (<i>Pleistocene</i>)	26.30	625.5	-	-
Q ^{s-cl}	Sabbie e Conglomerati (<i>Pleistocene</i>)	∞	818.2	-	-

Note: 1) la profondità minima dell'ultimo strato dichiarato in stratigrafia deve essere di 30 m (misurati dal piano d'imposta delle fondazioni)

2) dato richiesto in caso di scelta del metodo SPT/CU al precedente punto f)

h) Categoria topografica:

- T1
 T2
 T3
 T4

"TABELLA DI SINTESI DATI GEOLOGICI"

(ai sensi dell'art 3, comma 6, lettera i del Regolamento Regionale N 7 del 28 giugno 2012 - testo coordinato con le modifiche ed integrazioni di cui al R.R. n. 2 del 19 marzo 2013)

Geologia: informazioni generali

- **Categoria di sottosuolo:** A B C D E S1 S2

- **Profondità del Bedrock:**

- > 30 metri
 < 30 metri
 Sconosciuta

- **Stratificazione del deposito:** SI NO

Se SI:

- Sub-orizzontale piano parallela
 Inclinata
 Incrociata
 Irregolare
 Altro

- **Presenza di discontinuità:** (contatti stratigrafici e/o tettonici, bordi di bacino, discordanze stratigrafiche,...) SI NO

- **Presenza di faglie capaci:** SI NO

- **Presenza di frana:** SI (Classificata, non classificata, attiva o quiescente) NO

- **Profondità della falda [m]:** non rilevata

Morfologia: informazioni generali

Ubicazione dell'opera

- Pianura
 Pianura aperta
 Fondovalle di valle stretta ($C > 0.25$)
 Fondovalle di valle larga ($C < 0.25$)
 Rilievo isolato
 Alla base del pendio
 A metà del pendio
 Sulla sommità o in cresta
 Cresta stretta
 Cresta larga



COMUNE DI
SANTA MARIA DEL CEDRO
PROVINCIA DI COSENZA



PROGETTO: REALIZZAZIONE NUOVO EDIFICIO PUBBLICO, DESTINATO A SCUOLA
CON STRUTTURA IN LEGNO NEL COMUNE DI SANTA MARIA DEL CEDRO (CS).
CLASSE D'USO DELLA COSTRUZIONE III

PRATICA: REALIZZAZIONE DEGLI INTERVENTI DIRETTI ALL'AMPLIAMENTO DELLA SCUOLA
ELEMENTARE UBICATA IN VIA ORSOMARSO DEL COMUNE DI SANTA MARIA DEL CEDRO
FRAZIONE MARCELLINA

PROGETTO DEFINITIVO ESECUTIVO

Elaborato
RELAZIONE SISMICA DI BASE

VISTI

Tav.

Committente

Amministrazione Comunale
di Santa Maria del Cedro

Geologo

Vincenzo LUCIA



Progettisti

Dott. Geom. Giuseppe RICCETTI

Geom. Carmine COVICCI

Dott. Geol. Vincenzo LUCIA
Corso del Pollino, 147
87020 - Santa Maria del Cedro CS
Cell. 328 13 43 267
E-mail vincenzo.lucia@yahoo.it

OTTOBRE 2016

SOMMARIO

SOMMARIO	1
PREMESSA	2
INQUADRAMENTO SISMICO.....	2
NORMATIVA SISMICA.....	4
STIMA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA.....	12
ANALISI DELLA RISPOSTA SISMICA LOCALE.....	29
Elaborazione analisi per lo stato limite SLO	44
Elaborazione analisi per lo stato limite SLD	49
Elaborazione analisi per lo stato limite SLV	53
Elaborazione analisi per lo stato limite SLC.....	58
CONCLUSIONI	62

Normativa di riferimento

- **D.M. 14/01/2008** “Norme Tecniche sulle Costruzioni”;
- **D.M. 11/3/88** “Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”;
- **D.P.R. 5/10/2010, n. 207.** Regolamento di esecuzione ed attuazione del decreto legislativo 12 aprile 2006, n°163 recante “Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE”;
- **Legge regionale 19/10/2009, n. 35.** “Procedure per la denuncia, il deposito e l'autorizzazione di interventi di carattere strutturale e per la pianificazione territoriale in prospettiva sismica”.

PREMESSA

In relazione al progetto: “**Realizzazione nuovo edificio pubblico, destinato a scuola con struttura in legno nel comune di Santa Maria del Cedro (Cs) - Classe d'uso della costruzione III**”, ai sensi delle NTC 2008 è stata eseguita la valutazione dei parametri sismici del sottosuolo sulla base del regolamento regionale n. 7 del 28/06/2012 che attua le NTC 2008 per la tipologia progettuale in esame.

La scelta del livello di analisi, per la definizione dell'azione sismica e i dati necessari ad implementarlo dipendono, dalla rilevanza dell'opera (classe d'uso III) e dalla caratterizzazione geologica e sismica del sito oggetto d'integrazione.

Si è pertanto proceduto ad illustrare la sismicità del sito ed a determinare la caratterizzazione sismica dei terreni presenti nell'area d'interesse, mediante il *metodo numerico MONO-DIMENSIONALE*, con le modalità di seguito riportate:

- macrozonazione sismica dell'area attraverso l'individuazione della zona sismica del Comune in cui ricade la struttura da realizzare, ai sensi dell'O.P.C.M. n° 3274 del 20/03/2003;
- definizione della categoria del suolo di fondazione del sito in esame (microzonazione), mediante il profilo verticale di velocità delle onde di taglio (V_s), ottenuto dalle prove geofisiche realizzate all'interno della zona progettuale, secondo quanto specificato al paragrafo 3.2.2 del D.M. 14/01/2008;
- caratterizzazione della pericolosità sismica dell'area mediante l'individuazione del parametro a_g (accelerazione orizzontale massima del terreno) e dell'intensità macrosismica I_{max} ;
- definizione della Risposta Sismica Locale (eseguita tramite un'analisi numerica della risposta sismica di sito di tipo monodimensionale), seguendo le modalità riportate nel D.M. 14/01/2008.

INQUADRAMENTO SISMICO

La caratterizzazione sismica del sito è un elemento necessario ai fini della modellazione geologica e della progettazione geotecnica degli interventi.

L'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), ha dato conto dei principali terremoti registrati dalle diverse fonti di carattere storiografico, letterario e naturalistico nella pubblicazione del **DBMI15** - Database Macrosismico Italiano 2015, di cui a seguire si riporta, un estratto degli eventi sismici più significativi per l'area, negli ultimi anni.

Storia Sismica - Santa Maria del Cedro

PlaceID IT_64416

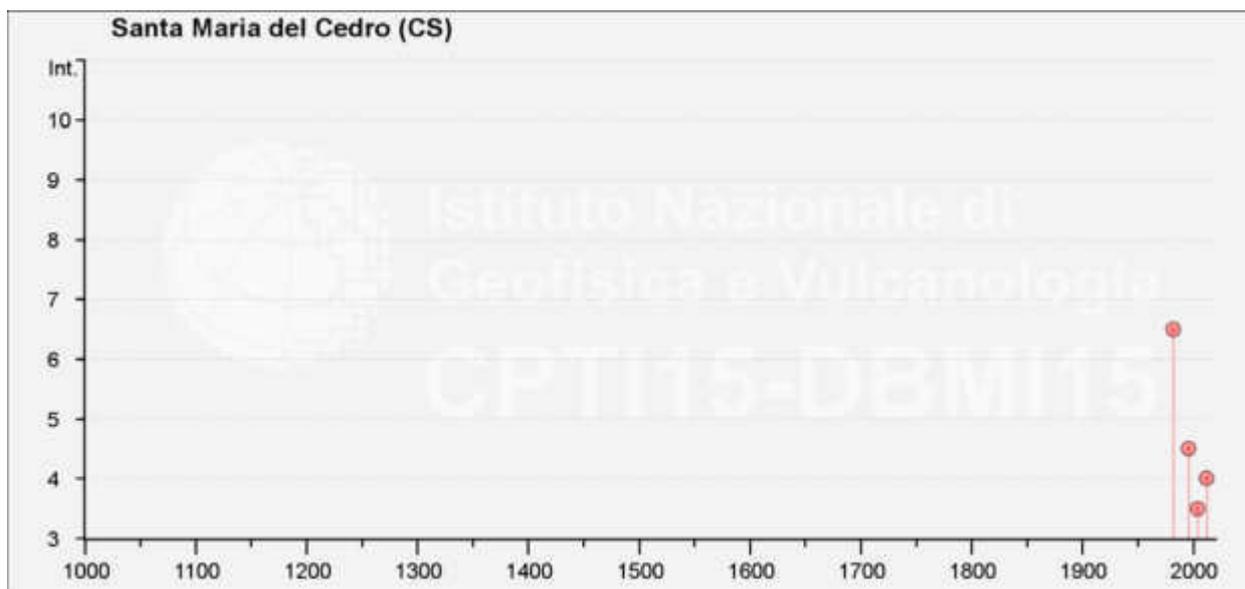
Coordinate (lat, lon) 39.748, 15.837

Numero di eventi riportati 8

Effetti	In occasione del terremoto del				
Int.	Anno Me Gi Ho Mi Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
6-7	📅 1982 03 21 09 44 0	Golfo di Policastro	125	7-8	5.23
NF	📅 1994 01 05 13 24 1	Tirreno meridionale	148		5.82
2	📅 1994 10 12 04 59 1	Tirreno meridionale	32		4.57
NF	📅 1996 04 03 13 04 3	Irpinia	557	6	4.90
4-5	📅 1996 04 27 00 38 2	Sila Greca	123	6-7	4.77
3-4	📅 2004 03 03 02 13 2	Tirreno meridionale	104	5	4.55
NF	📅 2004 05 05 13 39 4	Isole Eolie	641		5.42
4	📅 2012 10 25 23 05 2	Pollino	40	6	5.31

Legenda

Int.	Intensità macrosismica, espressa in scala MCS, Mercalli-Cancani-Sieberg
NMDP	Numero di punti, numero di osservazioni macrosismiche disponibili per il terremoto
Io	Intensità macrosismica epicentrale, espressa in scala MCS, Mercalli-Cancani-Sieberg
Mw	Magnitudo momento



Rappresentazione grafica della storia sismica di SANTA MARIA DEL CEDRO - CS

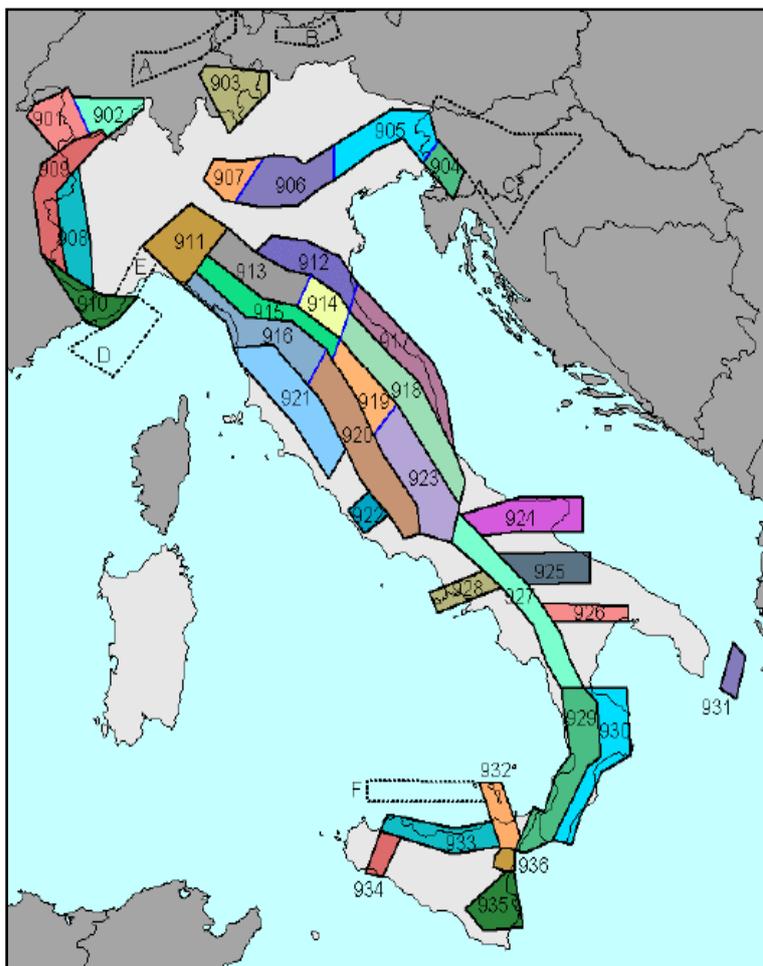
NORMATIVA SISMICA

Per quanto attiene alla caratterizzazione sismica dell'area oggetto d'intervento, si fa riferimento al DM 14/01/2008, che riprende l'O.P.C.M. 3274/2003, che prevede la definizione di una pericolosità sismica di base, espressa in termini di accelerazione massima prevista su substrato di riferimento, su cui è stata creata una mappa di pericolosità sismica di riferimento per l'individuazione delle zone sismiche. L'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, ha promosso nel luglio del 2003 la redazione della mappa; in particolare è stata elaborata una nuova zonazione sismogenetica, denominata ZS9, a partire da un sostanziale ripensamento della precedente zonazione ZS4 (Meletti et al., 2000) alla luce delle evidenze di tettonica attiva e delle valutazioni sul potenziale sismogenetico acquisite negli ultimi anni. La ZS9 è corredata, per ogni Zona Sismogenetica, da un meccanismo focale prevalente e da un valore di profondità media dei terremoti, determinati nella prospettiva di un loro utilizzo con le relazioni di attenuazione.

La zonazione sismogenetica ZS9 è il risultato di modifiche, accorpamenti ed elisioni delle numerose zone sismogenetiche della ZS4 e dell'introduzione di nuove zone.

Riassumendo, nella ZS9 le informazioni sulle sorgenti sismogenetiche s'innestano sul quadro di evoluzione cinematica plio-quadernaria su cui si basava la ZS4. Tuttavia, l'elaborazione della ZS9 si fonda su una base informativa decisamente più ricca e affidabile di quella disponibile all'epoca della prima realizzazione della ZS4.

La zonazione è costituita da 36 zone-sorgente, cui vanno aggiunte 6 zone-sorgente per le quali non è valutata però la pericolosità sismica.



Zonazione Sismogenetica ZS9

La zona che interessa l'area in esame è la 929, che fa parte del complesso "Calabria" (zone 929 e 930). L'esistenza di queste due distinte zone, rispecchia livelli di sismicità ben differenti. I terremoti con più elevata magnitudo hanno infatti interessato i bacini del Crati, del Savuto e del Mesima fino allo stretto di Messina (zona 929). Tra questi eventi spiccano la sequenza del 1783 e i terremoti del 1905 e 1908. Viceversa sul lato ionico della Calabria, solo 4 eventi hanno superato un valore di magnitudo pari a 6, e tra questi il terremoto del 1638 appare come l'evento più forte verificatosi. Peraltro recenti studi paleosismici (Galli e Bosi, 2003) porrebbero l'evento del 9 giugno 1638 in relazione con la faglia dei Laghi posta sulla Sila.

Nella Zona Sismogenetica 929 sono previsti, sulla base dei meccanismi focali, valori di massima magnitudo pari a $M_{wmax} = 7,29$; inoltre, il meccanismo di fagliazione responsabile dei terremoti che si sono verificati in tale zona è di tipo faglia normale, con una profondità ipocentrale media stimata di 10 km.

L'O.P.C.M. 3274/2003 prevede anche una pericolosità dipendente dalle caratteristiche geologiche del sito, espressa secondo il concetto di categoria di suolo di fondazione, che a sua volta si basa sulla concetto di $V_{s,30}$, ovvero di velocità equivalente delle onde S nei primi 30 m

di spessore. Tale parametro è determinato tramite indagini geofisiche oppure tramite indagini geotecniche che forniscono il valore di N_{spt} .

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

In particolare, le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione. Essa costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche.

La definizione di "pericolosità sismica di base" è espressa in termini di accelerazione orizzontale massima prevista su substrato di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (bedrock, suolo A), nonché in ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione in essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_{vR} , nel periodo di riferimento V_R .

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

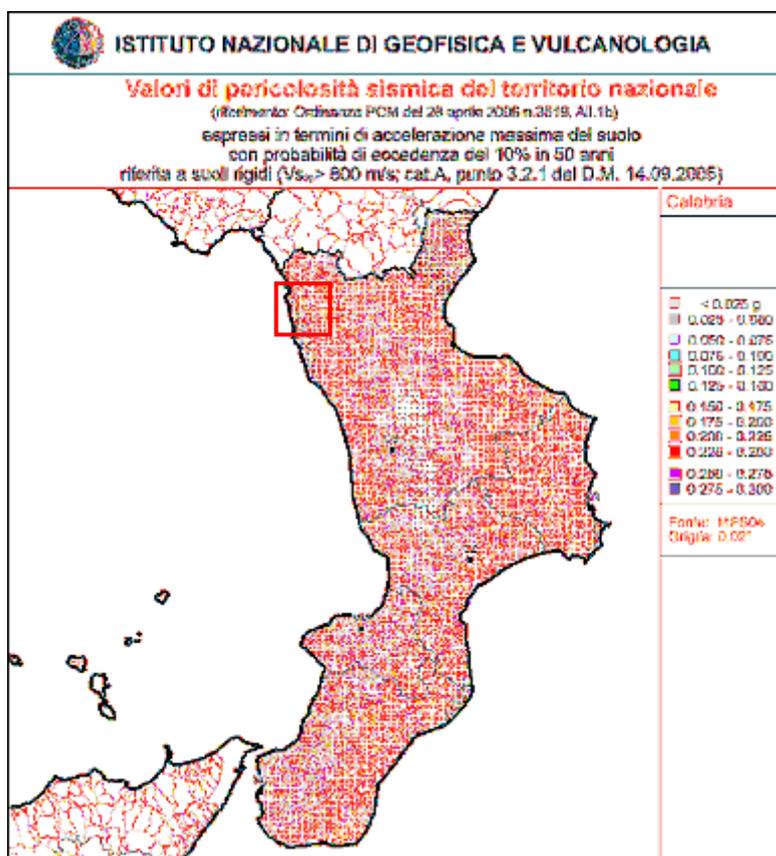
- a_g accelerazione orizzontale massima al sito
- F_o valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale
- T_c periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale

La zona investigata ricade nell'ambito del territorio Comunale di Santa Maria del Cedro che, in base alla classificazione sismica nazionale di nuova attuazione (O.P.C.M. 2003), rientra in **zona 2**.

zona sismica	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni [ag/g]	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico [ag/g]
1	> 0.25	0.35
 2	0.15 – 0.25	0.25
3	0.05 – 0.15	0.15
4	< 0.05	0.05

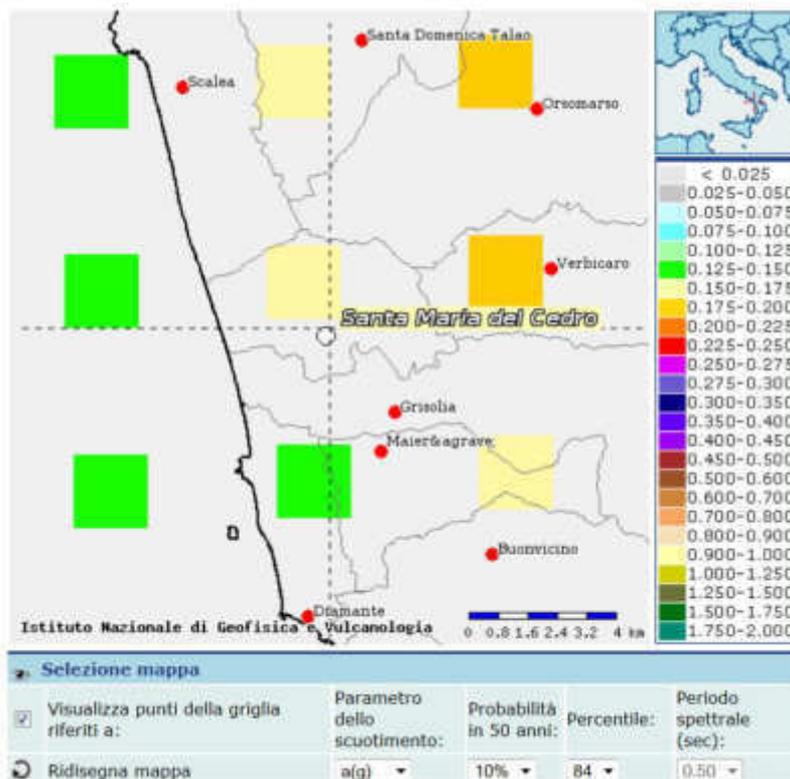
Valori di accelerazione orizzontale nelle zone sismiche

Sulla base della mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale, il territorio in questione si colloca in un'area in cui si possono verificare valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo (a_g), con probabilità di superamento del 10 % in 50 anni, compresi tra 0.15 e 0.25 a_g/g . Si riporta il risultato della consultazione tramite il sito <http://esse1-gis.mi.ingv.it> della mappa probabilistica della pericolosità sismica del territorio nazionale, espressa su una griglia regolare a passo 0.02°, relativamente al parametro dello scuotimento rappresentato da a_g (accelerazione orizzontale massima del suolo).



Mappa della pericolosità di base per il comune di SANTA MARIA DEL CEDRO - CS

Mappe interattive di pericolosità sismica

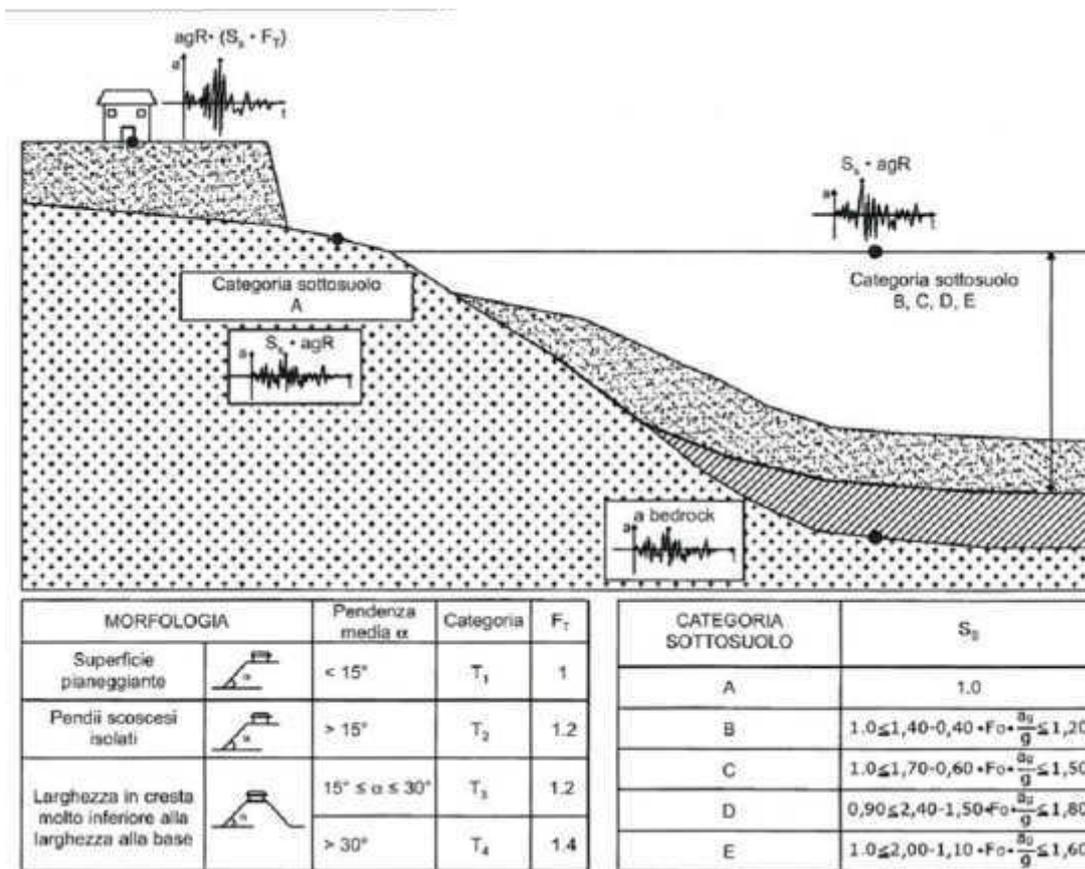


Stralcio della mappa di pericolosità sismica del comune di SANTA MARIA DEL CEDRO espressa in termini di ag per un tempo di ritorno di 50 anni.

Scenari di pericolosità sismica locale

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi; in assenza di tali analisi, si può fare riferimento ad un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento, attraverso la misura delle V_{s30} o di altri parametri geotecnici. In particolare si valuta:

- **Effetti Stratigrafici** legati alla successione stratigrafica, alle proprietà meccaniche dei terreni, alla geometria del contatto tra il substrato rigido e i terreni sovrastanti ed alla geometria dei contatti tra gli strati di terreno;
- **Effetti Topografici** legati alla configurazione topografica del piano campagna. La modifica delle caratteristiche del moto sismico per effetto della geometria superficiale del terreno va attribuita alla focalizzazione delle onde sismiche in prossimità della cresta dei rilievi a seguito dei fenomeni di riflessione delle onde sismiche ed all'interazione tra il campo d'onda incidente e quello diffratto. I fenomeni di amplificazione cresta-base aumentano in proporzione al rapporto tra l'altezza del rilievo e la sua larghezza.



Rappresentazione schematica del significato delle accelerazioni, delle classi di categoria di suolo e del fattore topografico (da Microsism - procedure automatiche di microzonazione sismica, Giulio Riga)

Effetti Stratigrafici

L'amplificazione stratigrafica è attesa su suoli di categoria diversa da A, caratterizzati da $V_s < 800$ m/s e spessori $>$ di 3 metri. Qualsiasi tipologia di suolo (roccia o deposito quaternario) che possiede $V_s > 800$ m/s rientra, invece, nella categoria A ed è considerata bedrock sismico, quindi non in grado di generare amplificazione stratigrafica. Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si individuano le seguenti categorie di sottosuolo:

Categorie	Descrizione
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di V_{s30} superiori a 800 m/s, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 3 m.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, con spessori superiori a 30m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} , compresi fra 360 m/s e 800 m/s ($N_{spt,30} > 50$ nei terreni a grana grossa o $c_{u30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi fra 180 e 360 m/s ($15 < N_{spt,30} < 50$ nei terreni a grana grossa, $70 < c_{u30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).

D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati oppure di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s30} < 180$ m/s ($N_{spt,30} < 15$ nei terreni a grana grossa, $cu_{30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	Terreni di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, giacenti su un substrato di riferimento ($V_{s30} > 800$ m/s).

Categorie aggiuntive di sottosuolo:

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

Il coefficiente di amplificazione stratigrafica S_s può essere calcolato in funzione dei valori di F_0 e a_g/g , mediante le seguenti espressioni:

Categoria	S_s
A	1
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 F_0 a_g/g \leq 1,20$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 F_0 a_g/g \leq 1,50$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 F_0 a_g/g \leq 1,80$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 F_0 a_g/g \leq 1,60$

nelle quali:

F_0 = fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, su sito di riferimento rigido orizzontale; ha valore minimo pari a 2.2.

a_g = accelerazione orizzontale massima del terreno su sito di riferimento rigido orizzontale;

g = accelerazione di gravità.

Per sottosuoli appartenenti alle categorie S1 ed S2, nei casi in cui la presenza di terreni suscettibili di liquefazione e/o di argille di elevata sensitività possa comportare fenomeni di collasso del terreno, è necessario effettuare specifiche analisi per la definizione delle azioni sismiche.

Nelle definizioni precedenti " V_{s30} " è la velocità media di propagazione entro 30 m di profondità delle onde di taglio e viene calcolata con la seguente espressione:

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

In base alle prospezioni sismiche effettuate, è scaturito un valore di V_{s30} pari a **457,70 (m/s)**, pertanto, il terreno interessato può essere classificato come di **Categoria B**.

Effetti Topografici

La focalizzazione (o concentrazione) delle onde sismiche in corrispondenza di creste, cime o cigli di scarpata è il fenomeno che sta alla base della cosiddetta “amplificazione topografica”. L’amplificazione topografica è massima in corrispondenza di linee di cresta/cigli di scarpata e poi decresce con modelli complessi allontanandoci da esse.

Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione:

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

a cui corrispondono i seguenti valori del coefficiente topografico:

Categoria	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	-	1,00
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,20
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,20
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,40

Le susposte categorie topografiche si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m.

Considerando che la zona interessata dal progetto è situata nel territorio comunale di SANTA MARIA DEL CEDRO, e precisamente in Via Orsomarso, nella Frazione Marcellina, alla quota di circa 36 m s.l.m., su un suolo con pendenza media di circa 3-4 gradi, si può concludere, che la categoria topografica di pertinenza è la **T1**: “*Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$* ”.

STIMA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA

PARAMETRI SISMICI

Per il sito in esame, i valori dei parametri spettrali ai vari stati limiti, sono stati calcolati con uno specifico programma di calcolo, **Spettri di risposta NTC-08** versione 1.0.2, fornito dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.



(1)* Coordinate WGS84 (°)

Latitudine

Longitudine

(1)* Coordinate ED50 (°)

Latitudine

Longitudine

Maglia sismica e Coordinate del sito di appartenenza dell'area di studio (dal software "Parametri sismici" - Geostru)

Classe d'uso: III. Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

Vita nominale: 75 [anni]

Tipo di interpolazione: Superficie rigata

Siti di riferimento

	ID	Latitudine [°]	Longitudine [°]	Distanza [m]
Sito 1	37886	39,7618	15,7651	5402,1
Sito 2	37887	39,7604	15,8301	966,6
Sito 3	37665	39,8104	15,8318	4626,0
Sito 4	37664	39,8118	15,7669	7047,1

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: B

Categoria topografica: T1

Periodo di riferimento: 112,5 anni

Coefficiente c_u : 1,5

	Prob. superamento [%]	Tr [anni]	ag [g]	Fo [-]	Tc* [s]
Operatività (SLO)	81	68	0,064	2,458	0,335
Danno (SLD)	63	113	0,080	2,481	0,359
Salvaguardia della vita (SLV)	10	1068	0,200	2,513	0,450
Prevenzione dal collasso (SLC)	5	2193	0,260	2,520	0,462

Coefficienti Sismici

	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	Kh [-]	Kv [-]	Amax [m/s ²]	Beta [-]
SLO	1,200	1,370	1,000	0,015	0,008	0,751	0,200
SLD	1,200	1,350	1,000	0,019	0,010	0,941	0,200
SLV	1,200	1,290	1,000	0,058	0,029	2,353	0,240
SLC	1,140	1,280	1,000	0,083	0,042	2,908	0,280

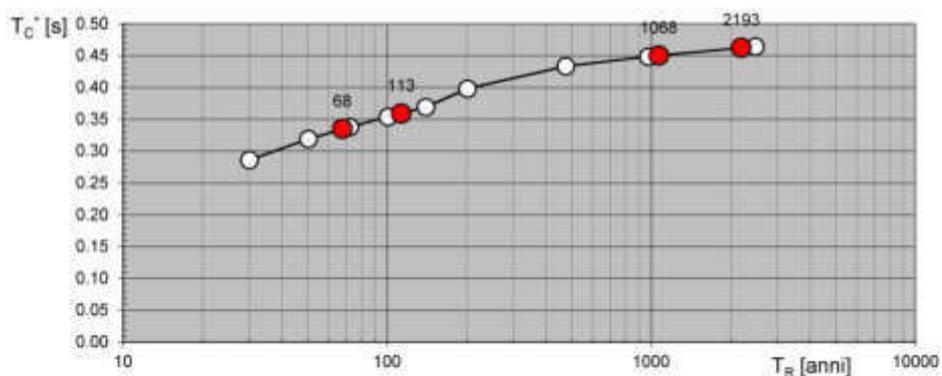
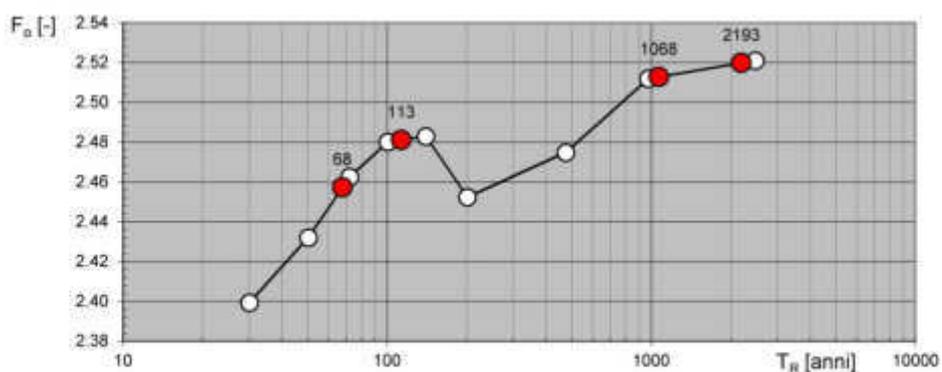
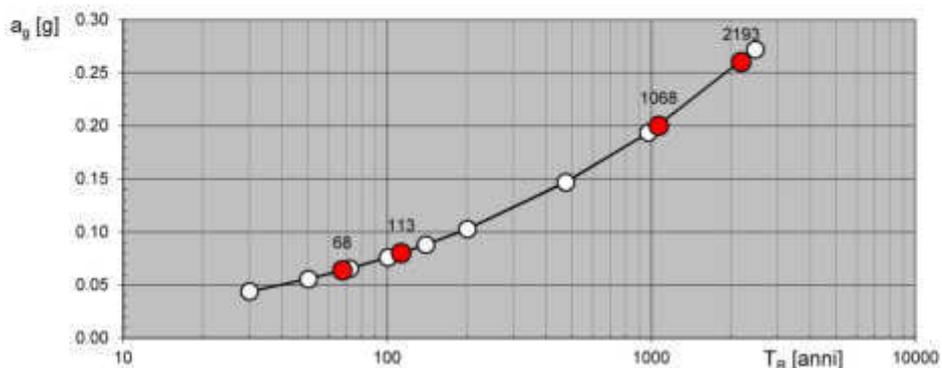
SPETTRI DI NORMATIVA

STATI LIMITE

SLO – SLD – SLV - SLC

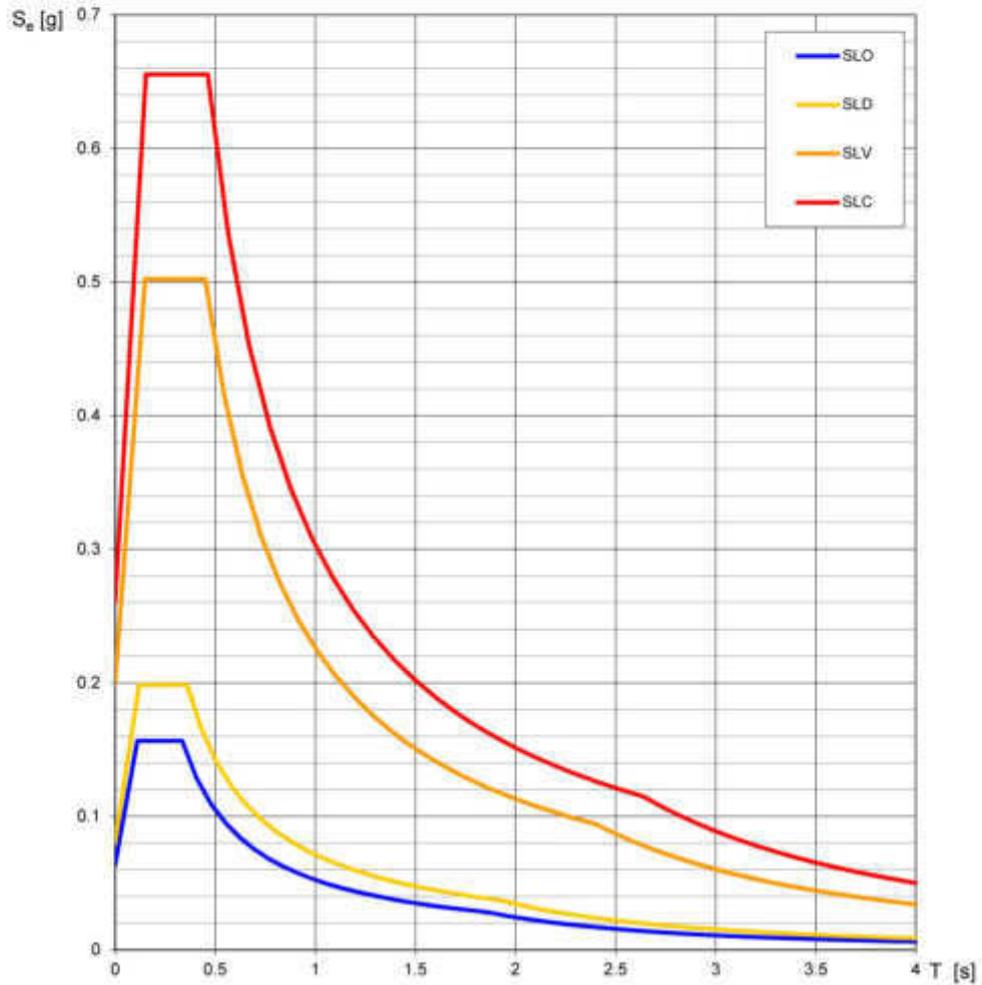
Elaborazioni effettuate con "Spettri NTC ver. 1.0.2"

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.

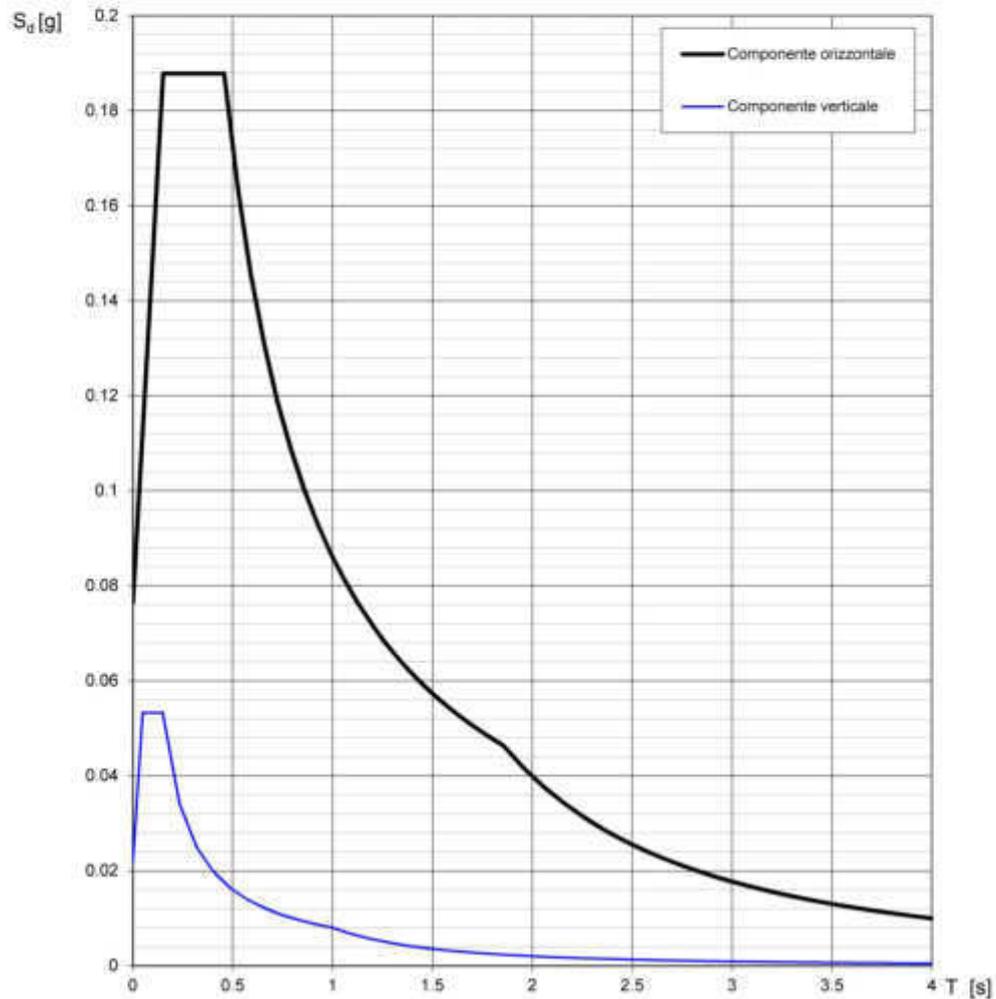
Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite



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.

Elaborazioni effettuate con "Spettri NTC ver. 1.0.2"

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	0.054 g
F_{a1}	2.457
T_C	0.335 s
S_S	1.200
C_C	1.369
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.200
η	1.000
T_B	0.153 s
T_C	0.458 s
T_D	1.855 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)

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

$$T_B \leq T < T_C \quad \left| \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_a \right.$$

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

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

Lo spettro di progetto $S_e(T)$ 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	0.076
T_B ←	0.153	0.188
T_C ←	0.458	0.188
	0.525	0.164
	0.591	0.146
	0.658	0.131
	0.724	0.119
	0.791	0.109
	0.857	0.100
	0.924	0.093
	0.990	0.087
	1.057	0.081
	1.123	0.077
	1.190	0.072
	1.256	0.068
	1.323	0.065
	1.389	0.062
	1.456	0.059
	1.522	0.057
	1.589	0.054
	1.655	0.052
	1.722	0.050
	1.788	0.048
T_D ←	1.855	0.048
	1.957	0.042
	2.059	0.038
	2.161	0.034
	2.263	0.031
	2.366	0.029
	2.468	0.026
	2.570	0.024
	2.672	0.022
	2.774	0.021
	2.876	0.019
	2.978	0.018
	3.081	0.017
	3.183	0.016
	3.285	0.015
	3.387	0.014
	3.489	0.013
	3.591	0.012
	3.694	0.012
	3.796	0.011
	3.898	0.011
	4.000	0.010

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_{zv}	0.022 g
S_{Σ}	1.000
S_T	1.000
q	1.000
T_B	0.050 s
T_C	0.150 s
T_D	1.000 s

Parametri dipendenti

F_v	0.837
S	1.000
η	1.000

Espressioni dei parametri dipendenti

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

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

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

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

$$\begin{aligned}
 0 \leq T < T_B & \left\{ \begin{array}{l} S_v(T) = a_{zv} \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_a} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right] \\ T_B \leq T < T_C & \left\{ \begin{array}{l} S_v(T) = a_{zv} \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \\ T_C \leq T < T_D & \left\{ \begin{array}{l} S_v(T) = a_{zv} \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right) \\ T_D \leq T & \left\{ \begin{array}{l} S_v(T) = a_{zv} \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right) \end{array} \right. \end{array} \right. \end{array} \right. \end{array} \right.
 \end{aligned}$$

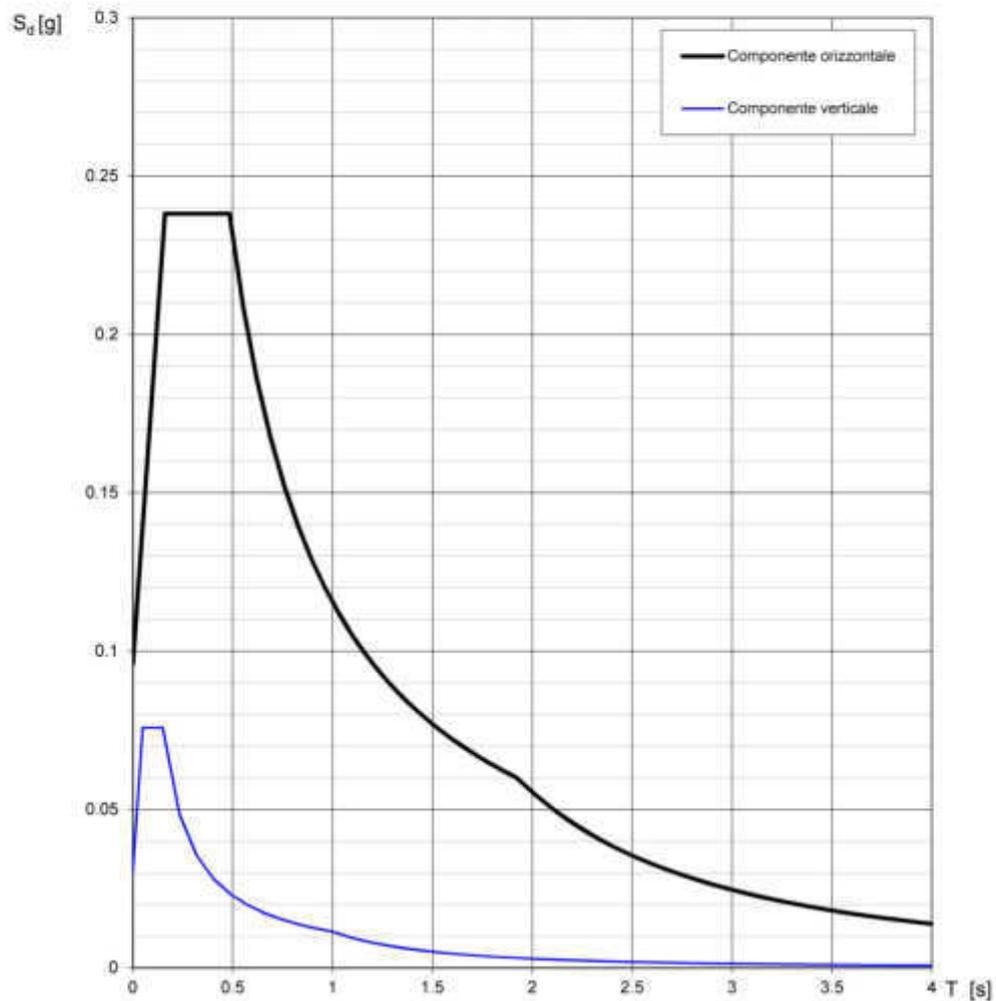
Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.022
T_B ←	0.050	0.053
T_C ←	0.150	0.053
	0.235	0.034
	0.320	0.025
	0.405	0.020
	0.490	0.016
	0.575	0.014
	0.660	0.012
	0.745	0.011
	0.830	0.010
	0.915	0.009
T_D ←	1.000	0.008
	1.094	0.007
	1.188	0.006
	1.281	0.005
	1.375	0.004
	1.469	0.004
	1.563	0.003
	1.656	0.003
	1.750	0.003
	1.844	0.002
	1.938	0.002
	2.031	0.002
	2.125	0.002
	2.219	0.002
	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	0.001
	3.250	0.001
	3.344	0.001
	3.438	0.001
	3.531	0.001
	3.625	0.001
	3.719	0.001
	3.813	0.001
	3.906	0.001
	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.

Elaborazioni effettuate con "Spettri NTC ver. 1.0.2"

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	0.090 g
F_{a1}	2.481
T_C	0.359 s
S_S	1.200
C_C	1.350
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.200
η	1.000
T_B	0.162 s
T_C	0.485 s
T_D	1.920 s

Espressioni dei parametri dipendenti

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

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

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

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

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

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

$$0 \leq T < T_B \quad \left\{ \begin{array}{l} S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_a \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_a} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right] \end{array} \right.$$

$$T_B \leq T < T_C \quad \left\{ \begin{array}{l} S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_a \end{array} \right.$$

$$T_C \leq T < T_D \quad \left\{ \begin{array}{l} S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_a \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right) \end{array} \right.$$

$$T_D \leq T \quad \left\{ \begin{array}{l} S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_a \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right) \end{array} \right.$$

Lo spettro di progetto $S_e(T)$ 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	0.096
T_B ←	0.162	0.238
T_C ←	0.485	0.238
	0.553	0.209
	0.621	0.186
	0.690	0.167
	0.758	0.152
	0.826	0.140
	0.895	0.129
	0.963	0.120
	1.031	0.112
	1.100	0.105
	1.168	0.099
	1.237	0.093
	1.305	0.088
	1.373	0.084
	1.442	0.080
	1.510	0.076
	1.578	0.073
	1.647	0.070
	1.715	0.067
	1.783	0.065
	1.852	0.062
T_D ←	1.920	0.062
	2.019	0.054
	2.118	0.049
	2.217	0.045
	2.316	0.041
	2.415	0.038
	2.514	0.035
	2.613	0.032
	2.712	0.030
	2.811	0.028
	2.910	0.026
	3.010	0.024
	3.109	0.023
	3.208	0.022
	3.307	0.020
	3.406	0.019
	3.505	0.018
	3.604	0.017
	3.703	0.016
	3.802	0.015
	3.901	0.015
	4.000	0.014

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_{zv}	0.031 g
S_{Σ}	1.000
S_T	1.000
q	1.000
T_B	0.050 s
T_C	0.150 s
T_D	1.000 s

Parametri dipendenti

F_v	0.947
S	1.000
η	1.000

Espressioni dei parametri dipendenti

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

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

$$F_v = 1,35 \cdot F_0 \cdot \left(\frac{a_{ze}}{g} \right)^{0,5} \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.11})$$

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

$$0 \leq T < T_B \quad \left\{ \begin{array}{l} S_s(T) = a_s \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right] \\ T_B \leq T < T_C \quad S_c(T) = a_s \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \\ T_C \leq T < T_D \quad S_s(T) = a_s \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right) \\ T_D \leq T \quad S_s(T) = a_s \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right) \end{array} \right.$$

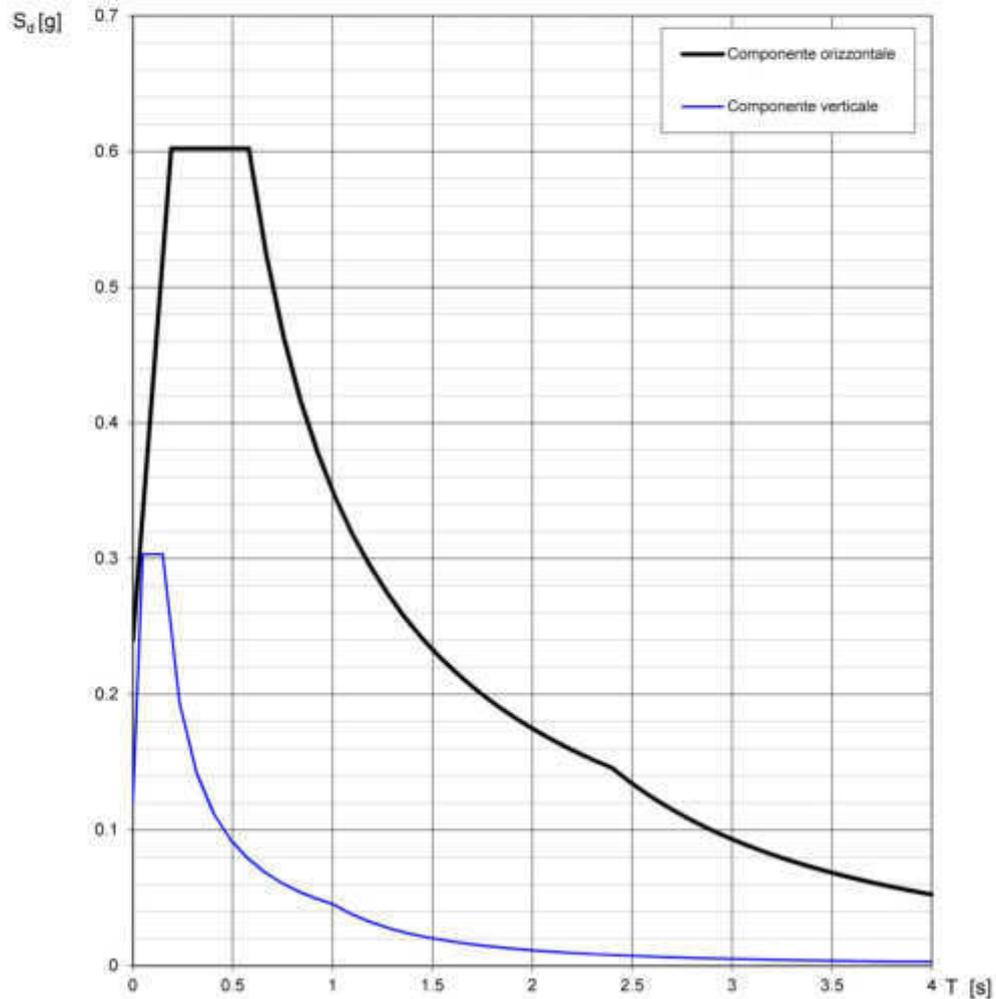
Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.031
T_B ←	0.050	0.076
T_C ←	0.150	0.076
	0.235	0.048
	0.320	0.036
	0.405	0.028
	0.490	0.023
	0.575	0.020
	0.660	0.017
	0.745	0.015
	0.830	0.014
	0.915	0.012
T_D ←	1.000	0.011
	1.094	0.010
	1.188	0.008
	1.281	0.007
	1.375	0.006
	1.469	0.005
	1.563	0.005
	1.656	0.004
	1.750	0.004
	1.844	0.003
	1.938	0.003
	2.031	0.003
	2.125	0.003
	2.219	0.002
	2.313	0.002
	2.406	0.002
	2.500	0.002
	2.594	0.002
	2.688	0.002
	2.781	0.001
	2.875	0.001
	2.969	0.001
	3.063	0.001
	3.156	0.001
	3.250	0.001
	3.344	0.001
	3.438	0.001
	3.531	0.001
	3.625	0.001
	3.719	0.001
	3.813	0.001
	3.906	0.001
	4.000	0.001

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.

Elaborazioni effettuate con "Spettri NTC ver. 1.0.2"

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	0.200 g
F_{a1}	2.513
T_C	0.450 s
S_S	1.199
C_C	1.290
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.199
η	1.000
T_B	0.194 s
T_C	0.581 s
T_D	2.400 s

Espressioni dei parametri dipendenti

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

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

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

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

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

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

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

$$T_B \leq T < T_C \quad \left| \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_a \right.$$

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

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

Lo spettro di progetto $S_e(T)$ 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	0.240
T_B ←	0.194	0.602
T_C ←	0.581	0.602
	0.667	0.524
	0.754	0.464
	0.841	0.416
	0.927	0.377
	1.014	0.345
	1.100	0.318
	1.187	0.295
	1.274	0.275
	1.360	0.257
	1.447	0.242
	1.533	0.228
	1.620	0.216
	1.707	0.205
	1.793	0.195
	1.880	0.186
	1.967	0.178
	2.053	0.170
	2.140	0.163
	2.226	0.157
	2.313	0.151
T_D ←	2.400	
	2.476	0.137
	2.552	0.129
	2.626	0.122
	2.704	0.115
	2.781	0.109
	2.857	0.103
	2.933	0.098
	3.009	0.093
	3.085	0.088
	3.162	0.084
	3.238	0.080
	3.314	0.076
	3.390	0.073
	3.467	0.070
	3.543	0.067
	3.619	0.064
	3.695	0.061
	3.771	0.059
	3.848	0.057
	3.924	0.055
	4.000	0.052

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_{zv}	0.121 g
S_{Σ}	1.000
S_T	1.000
q	1.000
T_B	0.050 s
T_C	0.150 s
T_D	1.000 s

Parametri dipendenti

F_v	1.517
S	1.000
η	1.000

Espressioni dei parametri dipendenti

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

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

$$F_v = 1,35 \cdot F_0 \cdot \left(\frac{a_z}{g} \right)^{0,5} \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.11})$$

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

$$0 \leq T < T_B \quad \left\{ \begin{array}{l} S_v(T) = a_z \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right] \end{array} \right.$$

$$T_B \leq T < T_C \quad \left\{ \begin{array}{l} S_v(T) = a_z \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \end{array} \right.$$

$$T_C \leq T < T_D \quad \left\{ \begin{array}{l} S_v(T) = a_z \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right) \end{array} \right.$$

$$T_D \leq T \quad \left\{ \begin{array}{l} S_v(T) = a_z \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right) \end{array} \right.$$

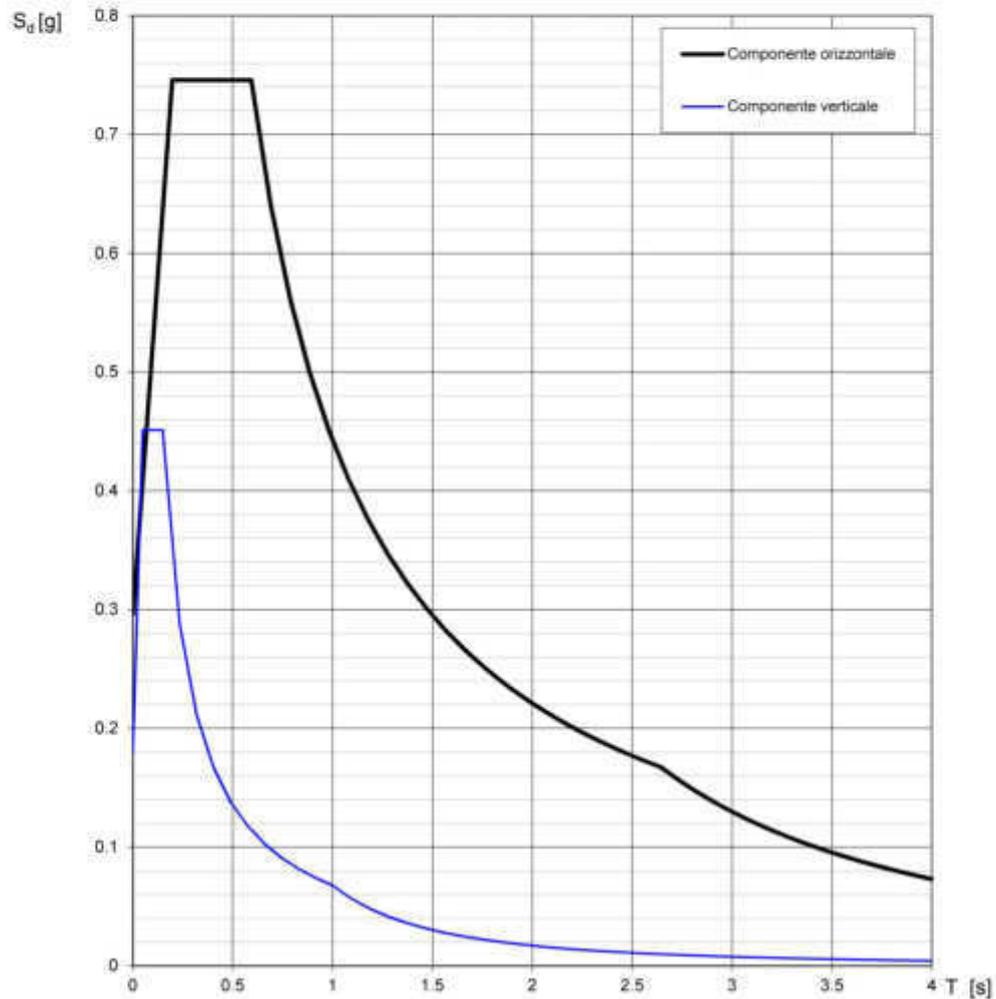
Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.121
T_B ←	0.050	0.303
T_C ←	0.150	0.303
	0.235	0.194
	0.320	0.142
	0.405	0.112
	0.490	0.093
	0.575	0.079
	0.660	0.069
	0.745	0.061
	0.830	0.055
	0.915	0.050
T_D ←	1.000	0.045
	1.094	0.038
	1.188	0.032
	1.281	0.028
	1.375	0.024
	1.469	0.021
	1.563	0.019
	1.656	0.017
	1.750	0.015
	1.844	0.013
	1.938	0.012
	2.031	0.011
	2.125	0.010
	2.219	0.009
	2.313	0.009
	2.406	0.008
	2.500	0.007
	2.594	0.007
	2.688	0.006
	2.781	0.006
	2.875	0.006
	2.969	0.005
	3.063	0.005
	3.156	0.005
	3.250	0.004
	3.344	0.004
	3.438	0.004
	3.531	0.004
	3.625	0.003
	3.719	0.003
	3.813	0.003
	3.906	0.003
	4.000	0.003

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.

Elaborazioni effettuate con "Spettri NTC ver. 1.0.2"

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	0.250 g
F_{a1}	2.520
T_C	0.462 s
S_S	1.138
C_C	1.284
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.138
η	1.000
T_B	0.198 s
T_C	0.593 s
T_D	2.640 s

Espressioni dei parametri dipendenti

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

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

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

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

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

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

$$0 \leq T < T_B \quad \left\{ \begin{array}{l} S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_a \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_a} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right] \end{array} \right.$$

$$T_B \leq T < T_C \quad \left\{ \begin{array}{l} S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_a \end{array} \right.$$

$$T_C \leq T < T_D \quad \left\{ \begin{array}{l} S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_a \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right) \end{array} \right.$$

$$T_D \leq T \quad \left\{ \begin{array}{l} S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_a \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right) \end{array} \right.$$

Lo spettro di progetto $S_e(T)$ 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	0.296
T_B ←	0.198	0.746
T_C ←	0.593	0.746
	0.691	0.640
	0.788	0.561
	0.886	0.499
	0.983	0.450
	1.081	0.409
	1.178	0.375
	1.276	0.347
	1.373	0.322
	1.471	0.301
	1.568	0.282
	1.666	0.266
	1.763	0.251
	1.860	0.238
	1.958	0.226
	2.055	0.215
	2.153	0.205
	2.250	0.197
	2.348	0.188
	2.445	0.181
	2.543	0.174
T_D ←	2.640	0.174
	2.705	0.160
	2.770	0.152
	2.835	0.145
	2.899	0.139
	2.964	0.133
	3.029	0.127
	3.094	0.122
	3.158	0.117
	3.223	0.112
	3.288	0.108
	3.353	0.104
	3.417	0.100
	3.482	0.096
	3.547	0.093
	3.612	0.090
	3.676	0.086
	3.741	0.083
	3.806	0.081
	3.871	0.078
	3.935	0.075
	4.000	0.073

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	SLC
a_{zv}	0.179 g
S_E	1.000
S_T	1.000
q	1.000
T_B	0.050 s
T_C	0.150 s
T_D	1.000 s

Parametri dipendenti

F_v	1.735
S	1.000
η	1.000

Espressioni dei parametri dipendenti

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

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

$$F_v = 1,35 \cdot F_0 \cdot \left(\frac{a_z}{g} \right)^{0,5} \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.11})$$

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

$$0 \leq T < T_B \quad \left\{ \begin{array}{l} S_v(T) = a_z \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right] \end{array} \right.$$

$$T_B \leq T < T_C \quad \left\{ \begin{array}{l} S_v(T) = a_z \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \end{array} \right.$$

$$T_C \leq T < T_D \quad \left\{ \begin{array}{l} S_v(T) = a_z \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right) \end{array} \right.$$

$$T_D \leq T \quad \left\{ \begin{array}{l} S_v(T) = a_z \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right) \end{array} \right.$$

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.179
T_B ←	0.050	0.451
T_C ←	0.150	0.451
	0.235	0.288
	0.320	0.212
	0.405	0.167
	0.490	0.138
	0.575	0.118
	0.660	0.103
	0.745	0.091
	0.830	0.082
	0.915	0.074
T_D ←	1.000	0.068
	1.094	0.057
	1.188	0.048
	1.281	0.041
	1.375	0.036
	1.469	0.031
	1.563	0.028
	1.656	0.025
	1.750	0.022
	1.844	0.020
	1.938	0.018
	2.031	0.016
	2.125	0.015
	2.219	0.014
	2.313	0.013
	2.406	0.012
	2.500	0.011
	2.594	0.010
	2.688	0.009
	2.781	0.009
	2.875	0.008
	2.969	0.008
	3.063	0.007
	3.156	0.007
	3.250	0.006
	3.344	0.006
	3.438	0.006
	3.531	0.005
	3.625	0.005
	3.719	0.005
	3.813	0.005
	3.906	0.004
	4.000	0.004

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.

ANALISI DELLA RISPOSTA SISMICA LOCALE

Con la Risposta Sismica Locale (RSL) mediante analisi 1D si intende, in generale, valutare i cambiamenti che un'onda sismica subisce in termini di ampiezza e contenuto in frequenza, nel suo percorso dal basso verso l'alto nel passare da formazioni rocciose denominate bedrock (caratterizzate da velocità delle onde sismiche $V_s > 800\text{m/s}$) e poste in generale in profondità, fino alla superficie libera passando per strati con caratteristiche fisico-meccaniche differenti.

Tale fenomeno è sicuramente influenzato:

- ✓ dalle caratteristiche del moto sismico in corrispondenza del bedrock;
- ✓ dalla geometria e profondità del bedrock;
- ✓ dalla presenza o meno di terreni con caratteristiche fisico-meccaniche diverse tra il bedrock e la superficie.

L'insieme dei fattori sopra menzionati, pertanto, condiziona in superficie il moto del suolo che può essere soggetto ad impulsi di ampiezza, ad esempio, maggiori di quelli che partono dal bedrock e/o caratterizzati da componenti in frequenza parzialmente diverse. In particolare, può succedere che alcune delle frequenze che costituiscono il moto sismico in superficie possano risultare moderatamente o consistentemente amplificate, mentre altre possono invece risultare attenuate.

A seguito di terremoti distruttivi, è infatti frequente osservare distribuzioni anomale del danneggiamento alle costruzioni, con forti differenziazioni fra zone contigue anche di piccole dimensioni.

Tali anomalie devono essere messe in relazione con una varietà di cause, anche concomitanti, tra cui la differente vulnerabilità intrinseca delle costruzioni e le diversità delle caratteristiche dinamiche medie delle tipologie edilizie prevalenti. Spesso accade che a causare le anomalie siano principalmente le modificazioni delle caratteristiche del moto al suolo, indotte, come già detto, da condizioni geologiche e geomorfologiche locali.

La Risposta Sismica Locale è, quindi, il risultato di interazioni molto complesse tra le onde sismiche e le condizioni locali, cioè l'insieme delle caratteristiche morfologiche e stratigrafiche di depositi di terreno ed ammassi rocciosi e delle proprietà fisiche e meccaniche dei materiali che li costituiscono. Essa rappresenta un elemento importante e, spesso, fondamentale nella caratterizzazione del moto sismico.

Negli anni sono state elaborate ed affinate numerose tecniche per l'analisi della Risposta Sismica Locale, diverse tra loro a seconda delle modalità di rappresentazione del problema e degli elementi di complessità introdotti al fine di rendere lo schema ideale e rappresentato col

modello il più vicino possibile alla situazione reale. Ovviamente, non esiste un modello universalmente valido ed applicabile in tutte le situazioni, bensì una soluzione, ogni volta diversa, da adattare al caso in esame. Tali modelli si raggruppano in varie categorie e principalmente in funzione della dimensionalità con cui rappresentano la situazione reale; potranno, quindi, essere delineati modelli monodimensionali, bidimensionali e tridimensionali.

L'analisi numerica utilizzata nel presente lavoro per la valutazione della risposta di sito, sarà del tipo monodimensionale, semplificazione in ogni caso accettabile in quanto il sito ricade nella categoria topografica T1; infatti secondo quanto riportato dalle Norme Tecniche per le Costruzioni 2008 (NTC08) gli effetti topografici possono essere trascurati (NTC08, paragrafo 7.11.3.3) nell'analisi di risposta sismica locale oggetto del presente studio.

Trattandosi di un'analisi monodimensionale, è stato considerato quindi uno schema di terreno uniforme e stratificato orizzontale, delimitato dal piano campagna orizzontale e poggiante su substrato rigido anch'esso orizzontale.

Al fine di realizzare la suddetta analisi, è quindi necessario:

- acquisire un segnale sismico di input mediante accelerogrammi, possibilmente reali, dell'area in studio o comunque spettro-compatibili;
- definire una stratigrafia corredata di parametri fisico-meccanici almeno fino a quello che può essere considerato un bedrock;
- definire la funzione di trasferimento e di amplificazione del segnale dal bedrock alla superficie e calcolare il nuovo segnale che tenga conto delle "modificazioni" indotte dalla stratigrafia.

La prima fase di acquisizione è stata realizzata attraverso l'apposito software gratuito REXEL, mentre per le elaborazioni per la definizione delle funzioni di trasferimento ed amplificazione e degli output accelerometrici e di spettro, è stato utilizzato il software "RSL III" fornito dalla GeoStru.

I dati di input necessari per una valutazione quantitativa del verificarsi di amplificazioni nell'onda sismica incidente sul sito in oggetto, saranno i seguenti:

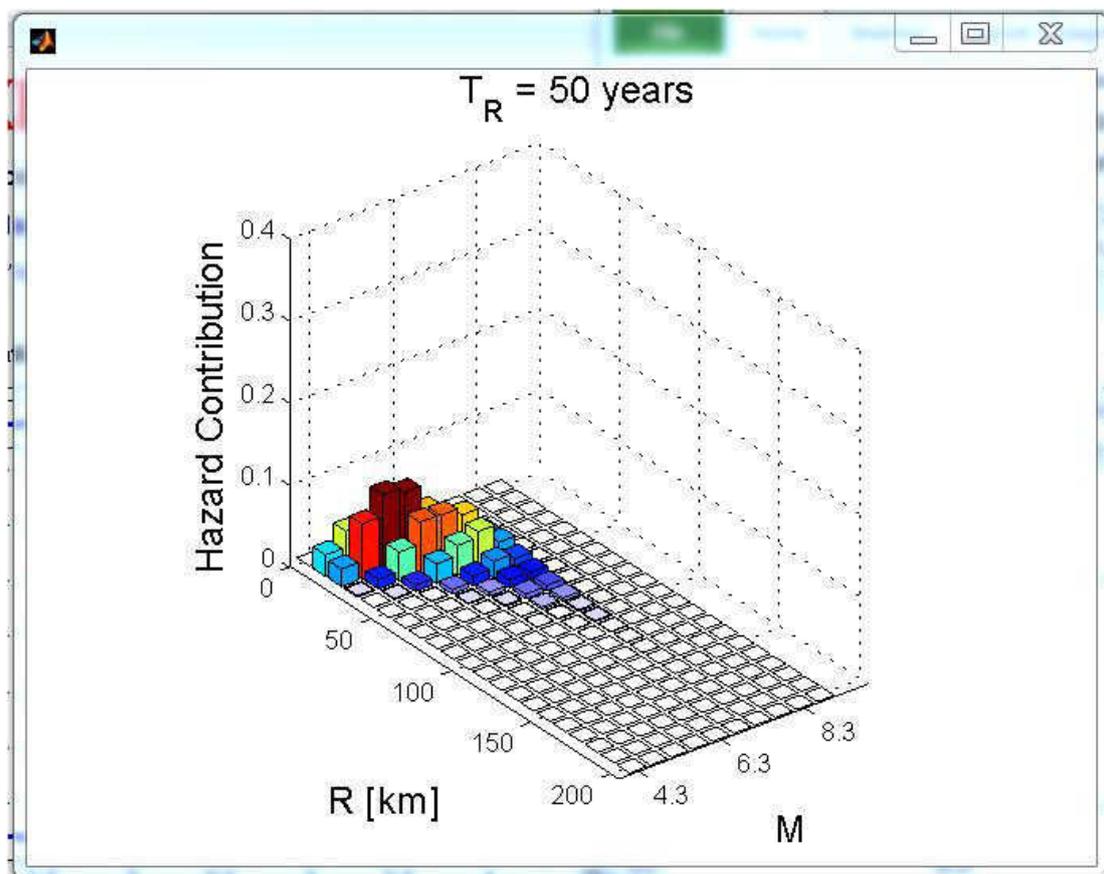
- n° 7 accelerogrammi spettro-compatibili.
- dati stratigrafico geotecnici dei terreni costituenti il sottosuolo.

Per la modellazione sismica sono stati utilizzati i parametri geo-meccanici e sismici ricavati durante la campagna di indagini geognostiche, eseguita per la caratterizzazione geotecnica e geofisica del terreno di fondazione.

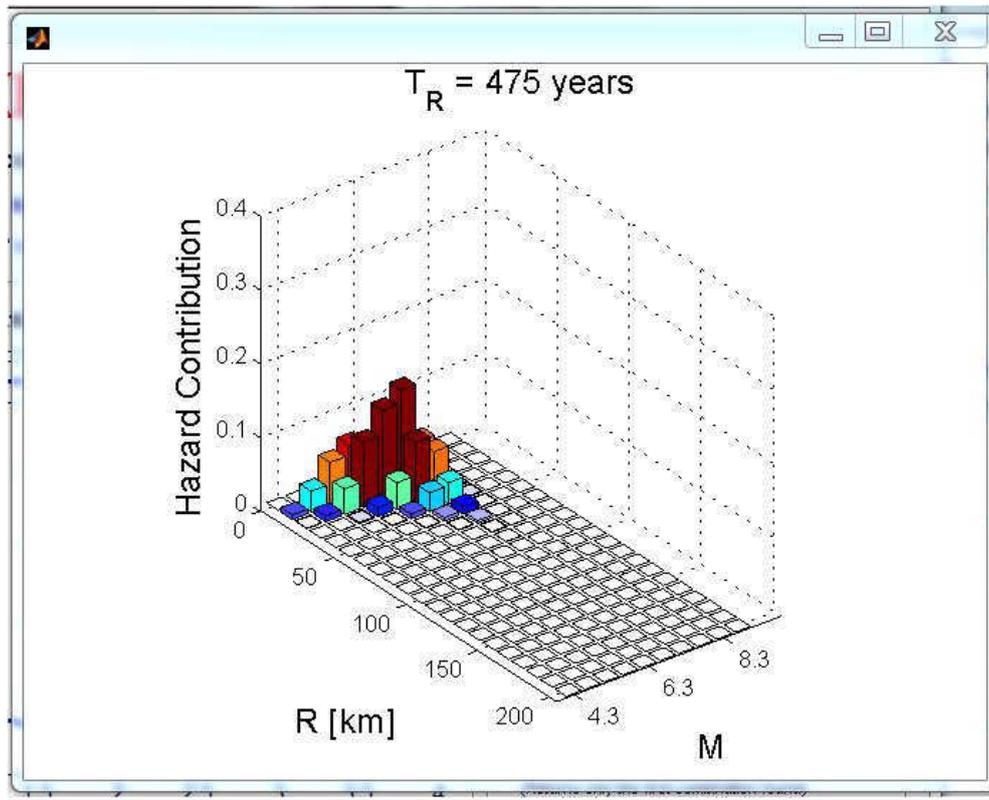
Gli accelerogrammi si riferiscono ad eventi sismici reali e spettro-compatibili con momento sismico M compreso tra 4.0 e 7.5 e distanze epicentrali comprese tra 0 e 70 Km. La selezione è, inoltre, avvenuta, ai sensi del D.M. 14/01/2008, impostando come stati limite di riferimento SLO, SLD, SLV, e SLC, come classe d'uso la III, ed una vita nominale dell'edificio di 75 anni.

Come target della ricerca è stato utilizzato lo spettro di normativa al substrato sismico, considerando, quindi, una categoria di sottosuolo di tipo A. E' stata poi operata la disaggregazione degli eventi sismici che hanno contribuito alla definizione della pericolosità sismica del sito di progetto in termini di magnitudo e distanza epicentrale.

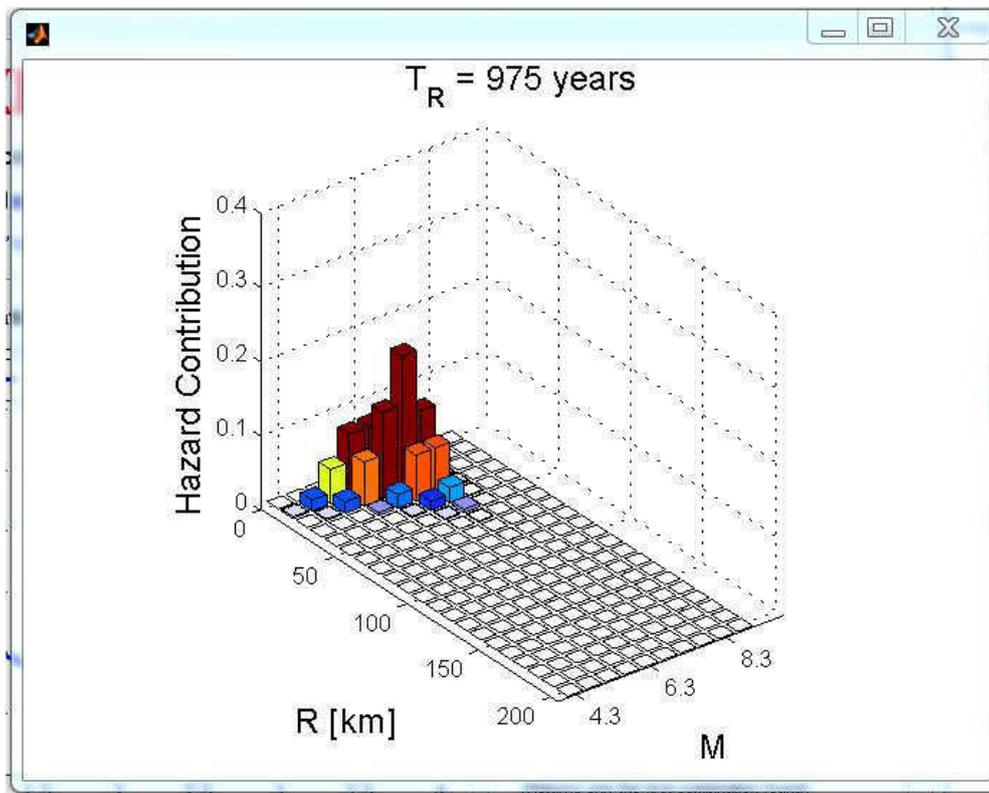
SLO e SLD (a)



SLV (b)



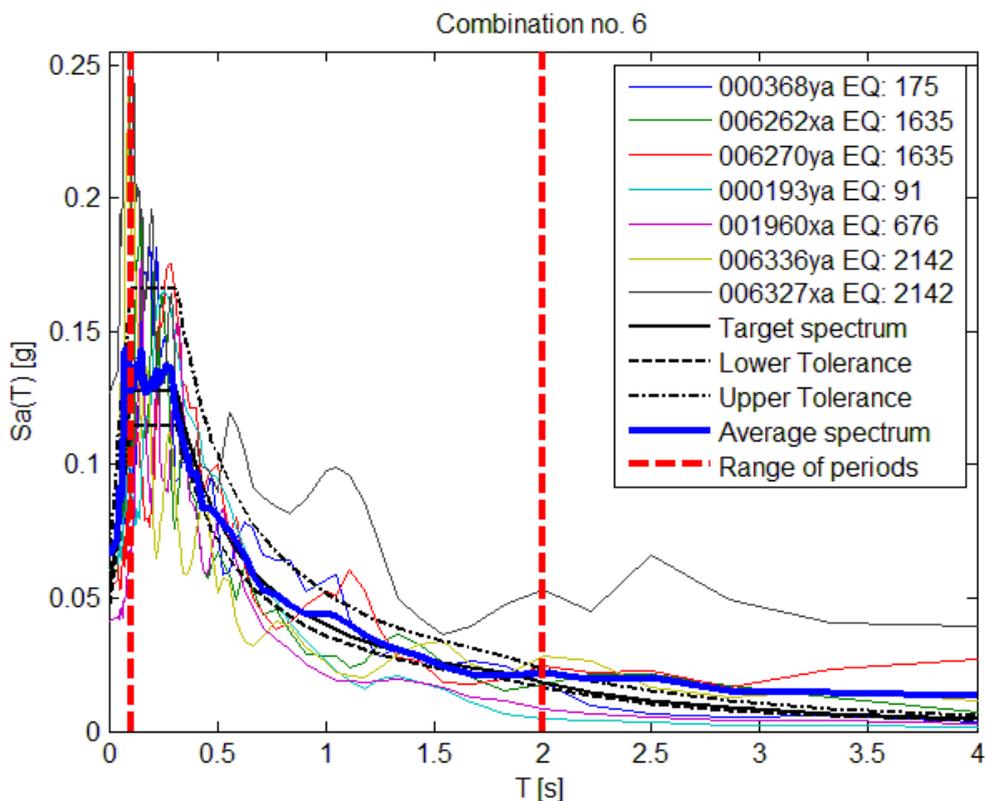
SLC (c)



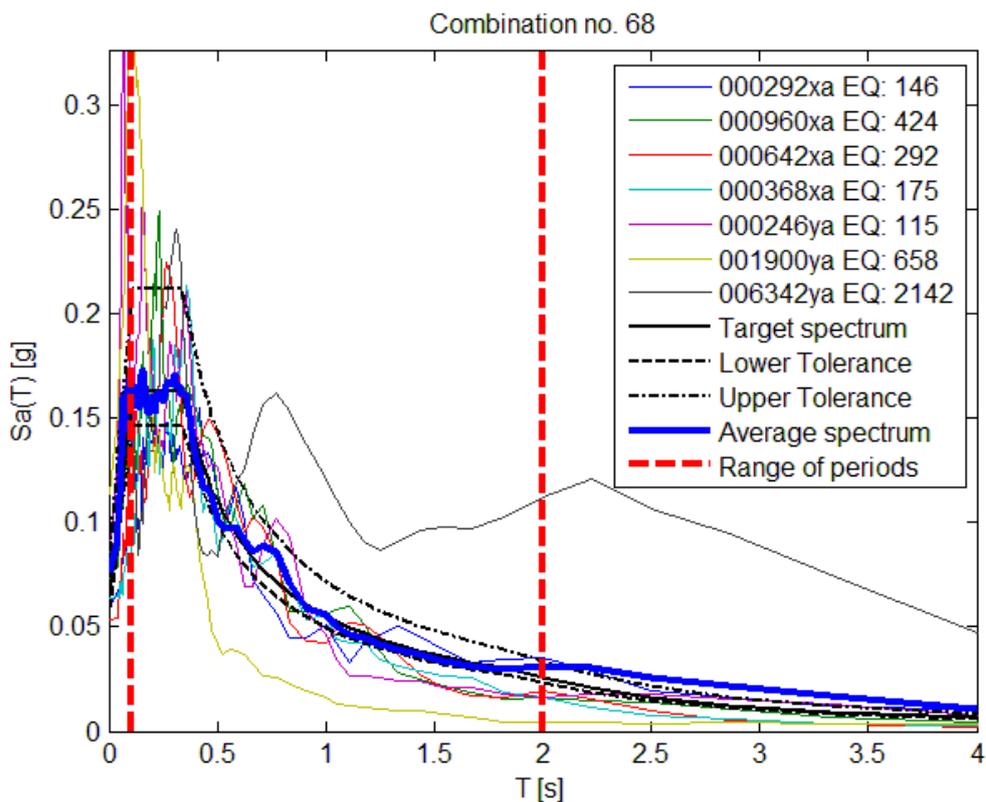
Disaggregazione degli eventi sismici, in base agli SLO e SLD (a), allo SLV(b) ed allo SLC (c) che contribuiscono alla definizione della pericolosità sismica del sito di progetto in termini di magnitudo e distanza epicentrale

La ricerca è stata eseguita, quindi, utilizzando tali parametri con una tolleranza sul target spectrum del 30% verso l'alto e del 10% verso il basso. Nella ricerca si è, inoltre, optato di scalare l'intensità, favorendo la similarità della forma spettrale. Sono stati così estratti 7 accelerogrammi rientrati nei margini di tolleranza prefissati, i cui spettri sono messi a confronto con il target spectrum nei grafici di seguito allegati.

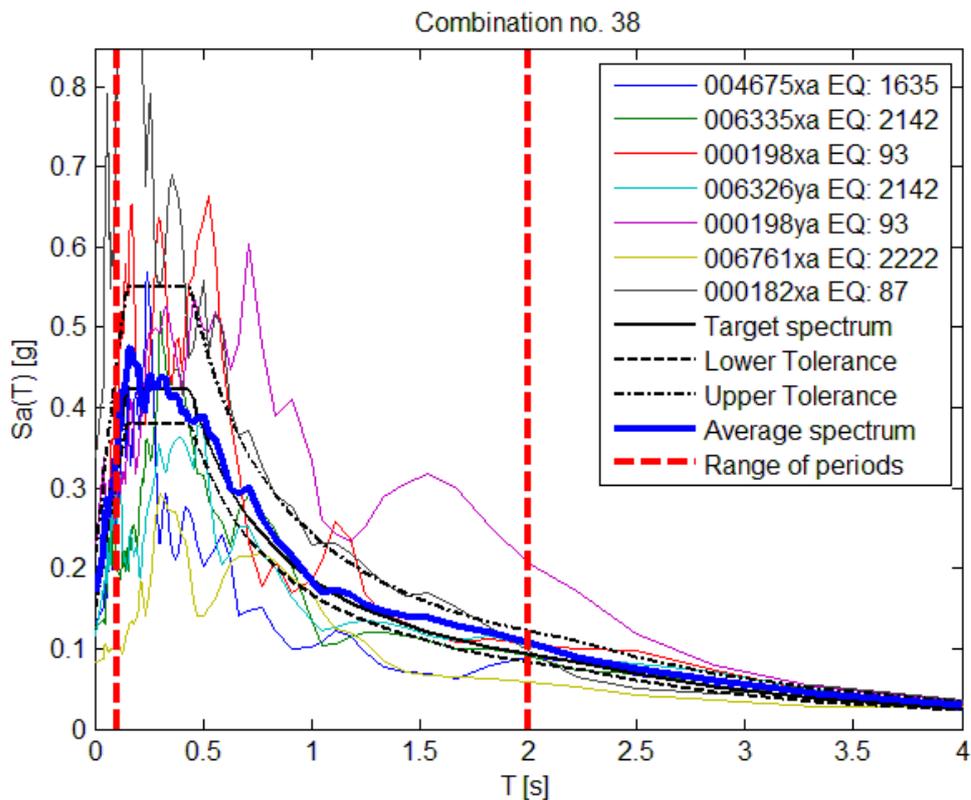
SLO (a)



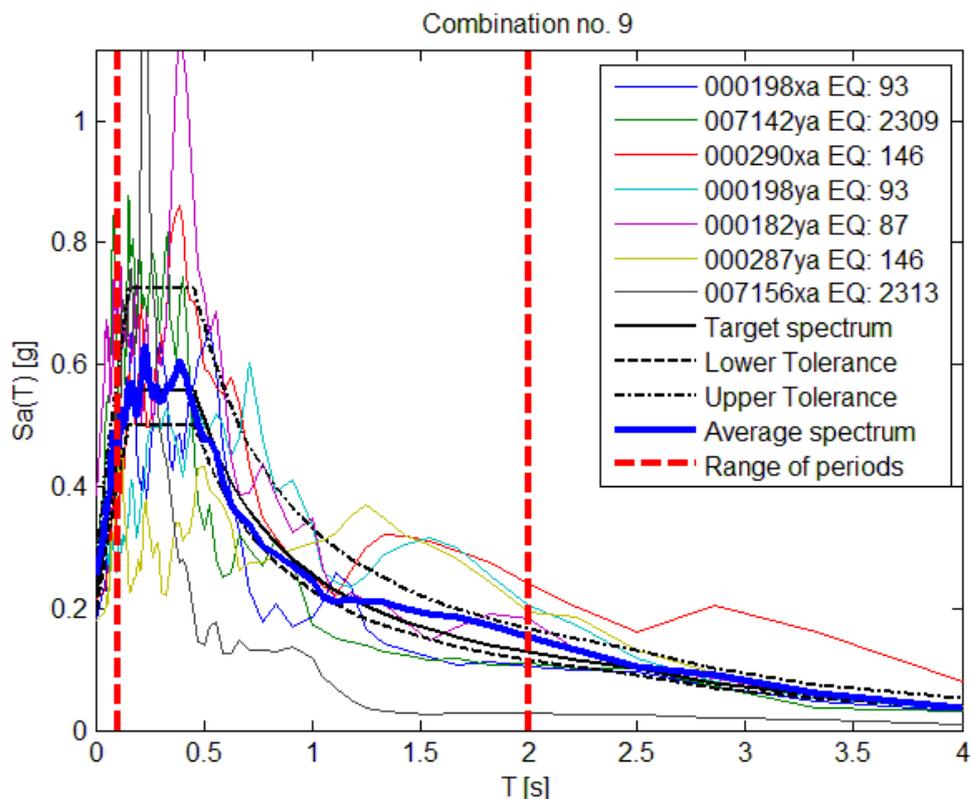
SLD (b)



SLV (c)



SLC (d)



Set dei 7 accelerogrammi reali determinati tramite Rexel, a confronto con i vari target spectrum degli stati limite di esercizio (a e b) ed ultimo (c e d) considerati.

Gli accelerogrammi di questi eventi sono stati successivamente “scalati” in termini di accelerazione di base per gli stati limite SLO, SLD, SLV e SLC ed applicati al substrato sismico locale, per come risultato nelle indagini eseguite nel sito di progetto, soprattutto in relazione alla stratigrafia sismica desunta mediante le indagini MASW.

Per quanto concerne i parametri meccanici dinamici, in particolare il variare del damping e del modulo di taglio con la deformazione, non disponendo di misure dinamiche di laboratorio, si è effettuata una ricerca in letteratura a partire dalle litologie presenti e tramite le varie opzioni messe a disposizione dal software GeoStru RSL III. Nei calcoli della risposta sismica di sito, quindi, sono stati applicati gli accelerogrammi individuati con Rexel al tetto del substrato, posto a partire da circa 26 metri di profondità, e si è calcolato come l'azione sismica sia stata modificata nel percorso compreso tra esso e la superficie del suolo.

CALCOLO DELLA RISPOSTA SISMICA LOCALE

INTRODUZIONE

PROCEDURA DI CALCOLO

La procedura di calcolo adoperata da RSL per la valutazione della funzione di trasferimento presuppone come base di partenza uno o più accelerogrammi, od uno spettro di risposta in accelerazione, e la conoscenza della stratigrafia del sito attraverso i seguenti parametri geotecnici per ogni strato:

1. peso per unità di volume;
2. velocità di propagazione delle onde di taglio;
3. coefficiente di spinta laterale;
4. modulo di taglio iniziale (opzionale);
5. spessore;
6. indice di plasticità.

La non linearità del calcolo è introdotta dalla dipendenza del modulo di deformazione al taglio e del coefficiente di smorzamento viscoso dalla deformazione.

Schematicamente la procedura è riassumibile nel seguente modo:

- Valutazione dello spettro di Fourier dell'accelerogramma (omessa nel caso si debba analizzare uno spettro);
- Ricerca di un errore relativo piccolo seguendo la procedura di:
 - Stima della funzione di trasferimento;
 - Valutazione della deformazione indotta in ciascuno strato;
 - Correzione del modulo di deformazione al taglio e del coefficiente di smorzamento viscoso per ogni strato;

Le operazioni 2.1, 2.2 e 2.3 sono ripetute fino a quando la differenza di deformazione tra un'iterazione e la precedente non rimane al di sotto di una soglia ritenuta accettabile;

- Trasformazione inversa di Fourier dello spettro precedentemente calcolato ed opportunamente pesato per mezzo della funzione di trasferimento calcolata.

Attraverso questa procedura è possibile "trasferire" l'accelerogramma dal bedrock in superficie. La deformazione per ciascuno strato viene corretta sulla base del rapporto fra deformazione effettiva e massima come suggerito dalla letteratura scientifica, ovvero

$$\frac{\gamma_{eff}}{\gamma_{max}} = \frac{M - 1}{10}$$

dove M rappresenta la magnitudo del sisma.

Per la valutazione della funzione di trasferimento, RSL considera un suolo variamente stratificato composto da N strati orizzontali di cui l' N -esimo è il letto di roccia (bedrock). Ponendo come ipotesi che

ciascuno strato si comporti come un solido di Kelvin-Voigt $\left[\tau = G\gamma + \eta \frac{\partial \gamma(z,t)}{\partial z \partial t} \right]$, la propagazione delle onde di taglio che attraversano gli strati verticalmente può essere definita dall'equazione dell'onda:

$$\rho \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = G \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} + \eta \frac{\partial^3 u}{\partial z^2 \partial t} \quad (1)$$

dove: u rappresenta lo spostamento; t il tempo; ρ la densità; G il modulo di deformazione al taglio; η la viscosità. Per onde armoniche lo spostamento può essere scritto come:

$$u(z,t) = U(z)^{i\omega t} \quad (2)$$

che sostituita nella (1) pone

$$(G + i\omega\eta) \frac{d^2 U}{dz^2} = \rho \omega^2 U \quad (3)$$

dove ω rappresenta la frequenza angolare. La (3) può essere riscritta come

$$G^* \frac{d^2U}{dz^2} = \rho\omega^2U \quad (4)$$

avendo posto $G^* = G + i\omega\eta$, ovvero il modulo di deformazione al taglio *complesso*. Questo può essere ulteriormente riscritto come

$$G^* = G(1 + 2i\xi) \quad (5)$$

avendo posto

$$\eta = \frac{2G}{\omega} \xi \quad (6)$$

dove ξ rappresenta il coefficiente di smorzamento viscoso. Ciò posto, e fatta convenzione che l'apice * indica la natura complessa della variabili in gioco, la soluzione dell'equazione generica dell'onda è la seguente:

$$u(z,t) = Ee^{i(\omega t + k^*z)} + Fe^{i(\omega t - k^*z)} \quad (7)$$

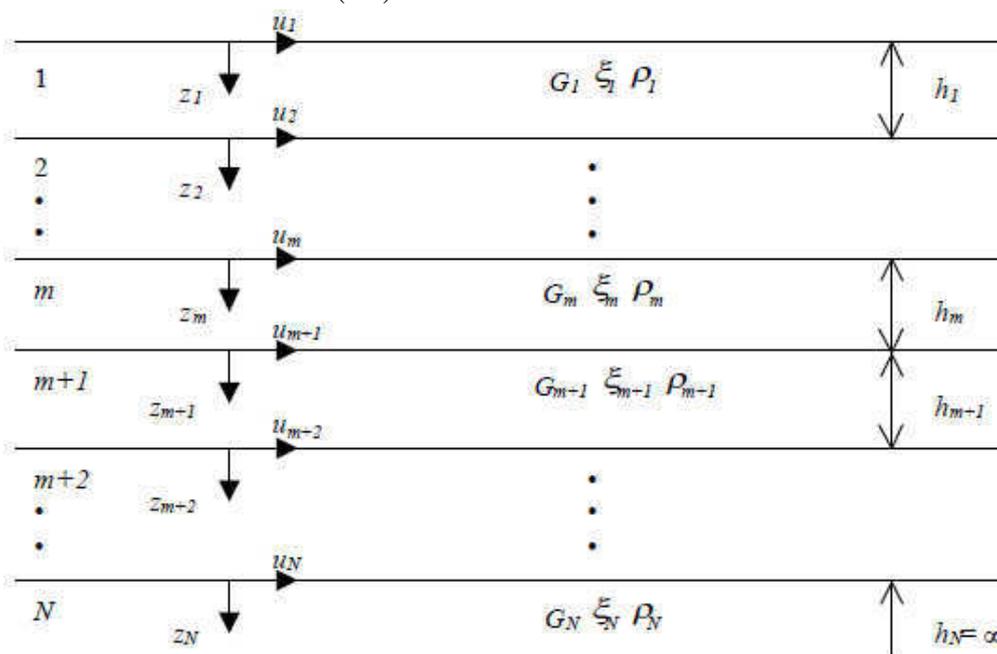


Figura 1: Esempio di stratigrafia per riferimento.

dove E e F dipendono dalle condizioni al contorno e rappresentano l'ampiezza d'onda che viaggia rispettivamente verso l'alto (-z) e verso il basso (+z), mentre k^* rappresenta il numero d'onda complesso dato dalla seguente espressione:

$$k^* = \omega \sqrt{\frac{\rho}{G^*}} \quad (8)$$

Il taglio invece è dato da:

$$\tau(z,t) = G^* \frac{dU}{dz} e^{i\omega t} = ik^* G^* \left[Ee^{i(\omega t + k^*z)} + Fe^{i(\omega t - k^*z)} \right] e^{i\omega t} \quad (9)$$

Per il generico strato m di spessore h_m gli spostamenti, rispettivamente in sommità ($z = 0$) ed al fondo ($z = h_m$), sono:

$$u_m(0,t) = (E_m + F_m) e^{i\omega t} \quad (10)$$

$$u_m(h_m,t) = (E_m e^{ik_m^* h_m} + F_m e^{-ik_m^* h_m}) e^{i\omega t} \quad (11)$$

Poiché deve essere rispettata la congruenza sullo spostamento all'interfaccia tra gli strati, ovvero lo spostamento in sommità ad uno strato deve essere uguale allo spostamento sul fondo di quello immediatamente sopra, se ne deduce che:

$$u_m(z = h_m, t) = u_{m+1}(z = 0, t) \quad (12)$$

Usando la (10), (11) e la (12), ne consegue che

$$E_{m+1} + F_{m+1} = E_m e^{ik_m^* h_m} + F_m e^{-ik_m^* h_m} \quad (13)$$

Il taglio in sommità ed al fondo dell' m -esimo strato è dato da:

$$\tau_m(0, t) = ik_m^* G_m^* [E_m - F_m] e^{i\omega t} \quad (14)$$

$$\tau_m(h_m, t) = ik_m^* G_m^* [E_m e^{ik_m^* h_m} - F_m e^{-ik_m^* h_m}] e^{i\omega t} \quad (15)$$

Poiché fra uno strato e l'altro il taglio deve essere continuo si ha

$$\tau_m(z = h_m, t) = \tau_{m+1}(z = 0, t) \quad (16)$$

ovvero

$$E_{m+1} - F_{m+1} = \frac{k_m^* G_m^*}{k_{m+1}^* G_{m+1}^*} (E_m e^{ik_m^* h_m} - F_m e^{-ik_m^* h_m}) \quad (17)$$

Sommando la (13) alla (17) e sottraendo la (17) alla (13) si ottiene

$$E_{m+1} = \frac{1}{2} E_m (1 + \alpha_m^*) e^{ik_m^* h_m} + \frac{1}{2} F_m (1 - \alpha_m^*) e^{-ik_m^* h_m} \quad (18)$$

$$F_{m+1} = \frac{1}{2} E_m (1 - \alpha_m^*) e^{ik_m^* h_m} + \frac{1}{2} F_m (1 + \alpha_m^*) e^{-ik_m^* h_m} \quad (19)$$

dove α_m^* rappresenta il coefficiente di impedenza complesso al contorno tra gli strati m ed $m+1$, ed è dato dalla seguente espressione:

$$\alpha_m^* = \frac{k_m^* G_m^*}{k_{m+1}^* G_{m+1}^*} \quad (20)$$

Poiché in superficie il taglio è nullo,

$$\tau_1(0, t) = ik_1^* G_1^* [E_1 - F_1] e^{i\omega t} = 0$$

si deduce che $E_1 = F_1$.

Le equazioni (18) e (19) possono essere successivamente applicate agli strati successivi da 2 ad m . La funzione di trasferimento A_{mn} che lega gli spostamenti in sommità degli strati m ed n è definita dalla seguente espressione:

$$A_{mn} = \frac{u_m}{u_n} = \frac{E_m + F_m}{E_n + F_n} \quad (21)$$

A_{mn} rappresenta la funzione di trasferimento, ovvero la funzione che mette in relazione il modulo della deformazione tra i punti m e n .

In pratica lo stato deformativo di una stratigrafia rimane definito una volta nota la deformazione di un suo qualsiasi punto. Inoltre, poiché la velocità e l'accelerazione sono legati allo spostamento,

$$\dot{u}(z, t) = \frac{\partial u}{\partial t} = i\omega u(z, t) \quad \ddot{u}(z, t) = \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = -\omega^2 u(z, t) \quad (22)$$

La funzione di trasferimento A_{mn} può essere espressa anche in funzione delle velocità e dell'accelerazione al tetto degli strati n ed m :

$$A_{mn}(\omega) = \frac{u_m}{u_n} = \frac{\dot{u}_m}{\dot{u}_n} = \frac{\ddot{u}_m}{\ddot{u}_n} = \frac{E_m + F_m}{E_n + F_n} \quad (23)$$

La deformazione tangenziale rimane definita alla profondità z e al tempo t dalla relazione:

$$\gamma(z, t) = \frac{\partial u}{\partial z} = ik^* (E e^{ik^* z} - F e^{-ik^* z}) e^{i\omega t} \quad (24)$$

E la corrispondente tensione tangenziale, dalla seguente espressione:

$$\tau(z, t) = G^* \gamma(z, t) \quad (25)$$

Ai fini di una corretta interpretazione del problema della risposta sismica locale, risulta utile riprodurre la rappresentazione schematica di Figura 2 in cui è riportata la terminologia utilizzata per lo studio del moto sismico di un deposito che poggia su un basamento roccioso.

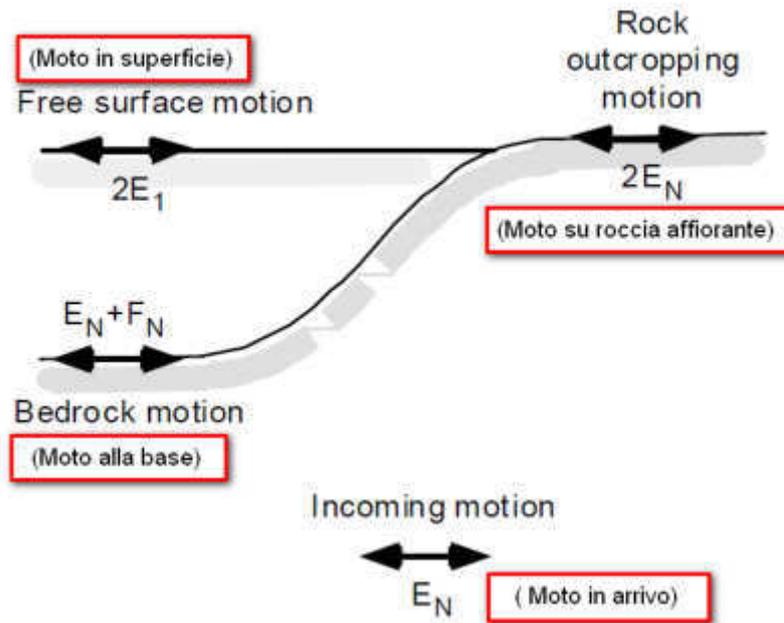


Figura 2: Schema di riferimento e terminologia utilizzata.

Le onde di taglio si propagano verticalmente attraverso il bedrock con ampiezza pari ad E_N ; al tetto del bedrock, sotto il deposito degli strati di terreno, il moto ha un'ampiezza pari a $E_N + F_N$. Sulla roccia affiorante, poiché le tensioni tangenziali sono nulle ($E_N = F_N$), il moto avrà ampiezza pari a $2E_N$. La funzione di trasferimento dal bedrock al bedrock-affiorante è la seguente:

$$A_{NN}(\omega) = \frac{2E_N}{E_N + F_N} \quad (26)$$

A è non lineare poiché G è funzione di γ . Nella procedura di calcolo infatti, da una stima iniziale del modulo di deformazione al taglio, si ottiene la tensione ipotizzando un legame lineare, per poi ottenere un nuovo valore di γ . Grazie a questo valore aggiornato si valuta un nuovo modulo G così da ripetere la procedura fino a quando la differenza tra la deformazione aggiornata e quella ottenuta dalla precedente iterazione viene ritenuta accettabile. Il modello per $G(\gamma)$ adoperato è quello suggerito da Ishibashi e Zhang (1993) che tiene conto degli effetti della pressione di confinamento e dell'indice di plasticità:

$$G = G_{max} \cdot K(\gamma, PI) (\sigma'_m)^{m(\gamma, PI) - m_0} \quad (24)$$

$$K(\gamma, PI) = 0.5 \left\{ 1 + \tanh \left[\ln \left(\frac{0.000102 + n(PI)}{\gamma} \right)^{0.492} \right] \right\} \quad (25)$$

$$m(\gamma, PI) - m_0 = 0.272 \left\{ 1 - \tanh \left[\ln \left(\frac{0.000556}{\gamma} \right)^{0.4} \right] \right\} \exp(-0.0145PI^{1.3}) \quad (26)$$

$$n(PI) = \begin{cases} 0.0 & \text{per } PI = 0 \\ 3.37 \times 10^{-6} PI^{1.404} & \text{per } 0 < PI \leq 15 \\ 7.0 \times 10^{-7} PI^{1.976} & \text{per } 15 < PI \leq 70 \\ 2.7 \times 10^{-5} PI^{1.115} & \text{per } PI > 70 \end{cases} \quad (27)$$

dove G_{max} è dato dalla relazione

$$G_{max} = \rho V_s^2 \quad (28)$$

dove ρ è la densità del terreno e V_s la velocità di propagazione delle onde di taglio nello stesso. La (28) fornisce il valore iniziale di G per la prima iterazione.

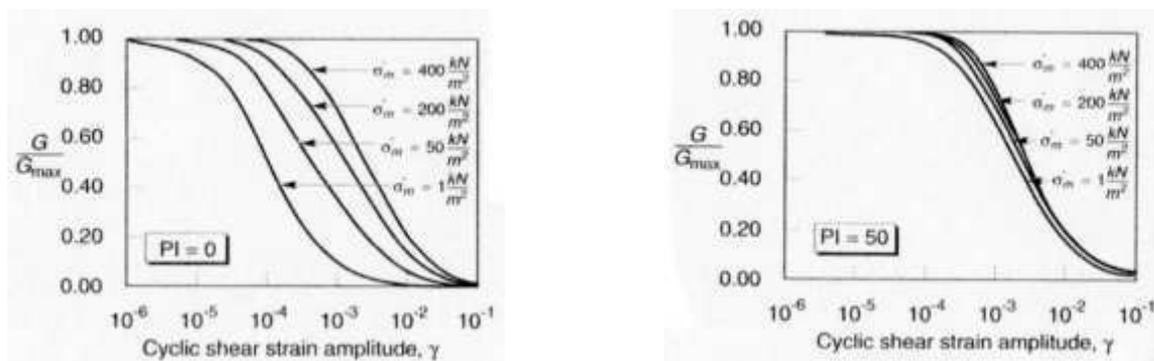


Figura 2: Influenza della pressione di confinamento e della plasticità sul modulo di deformazione al taglio.

Per quanto riguarda invece il coefficiente di smorzamento viscoso ξ , in conseguenza del modello introdotto dalla (24) si ha:

$$\xi = 0.333 \frac{1 + \exp(-0.0145 PI^{1.5})}{2} \left[0.586 \left(\frac{G}{G_{max}} \right)^2 - 1.547 \frac{G}{G_{max}} + 1 \right] \quad (29)$$

da cui si deduce che anche ξ deve essere ricalcolato ad ogni iterazione.

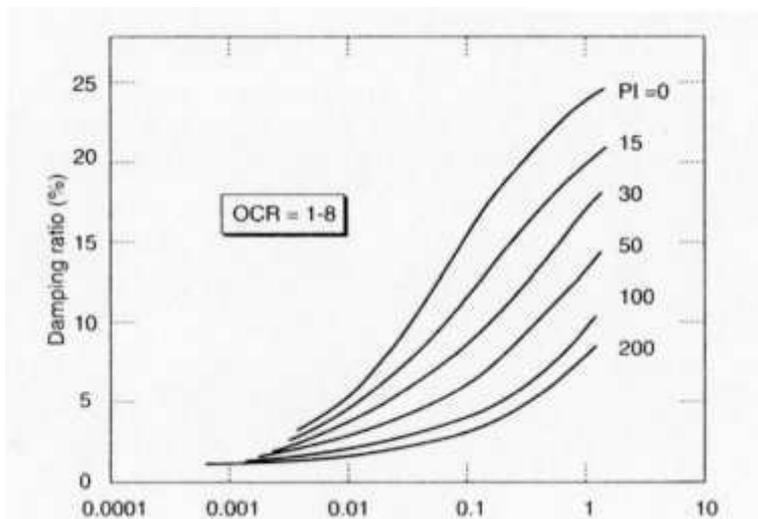


Figura 3: Influenza della plasticità sul coefficiente di smorzamento viscoso.

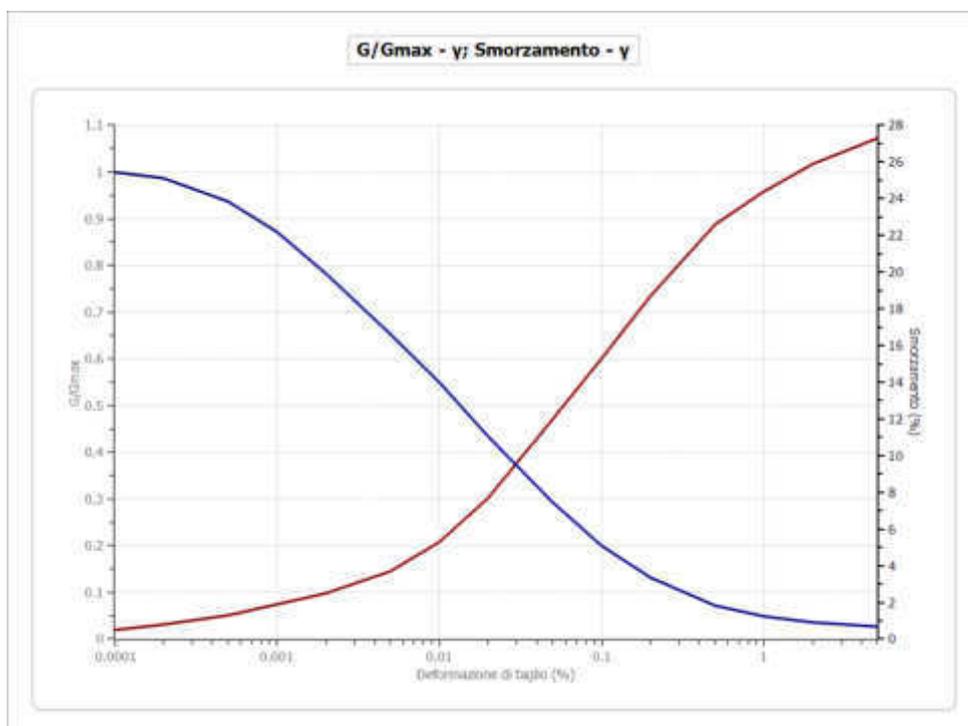
Dati generali

Latitudine 39.768921[°]
 Longitudine 15.827645[°]

Terreni

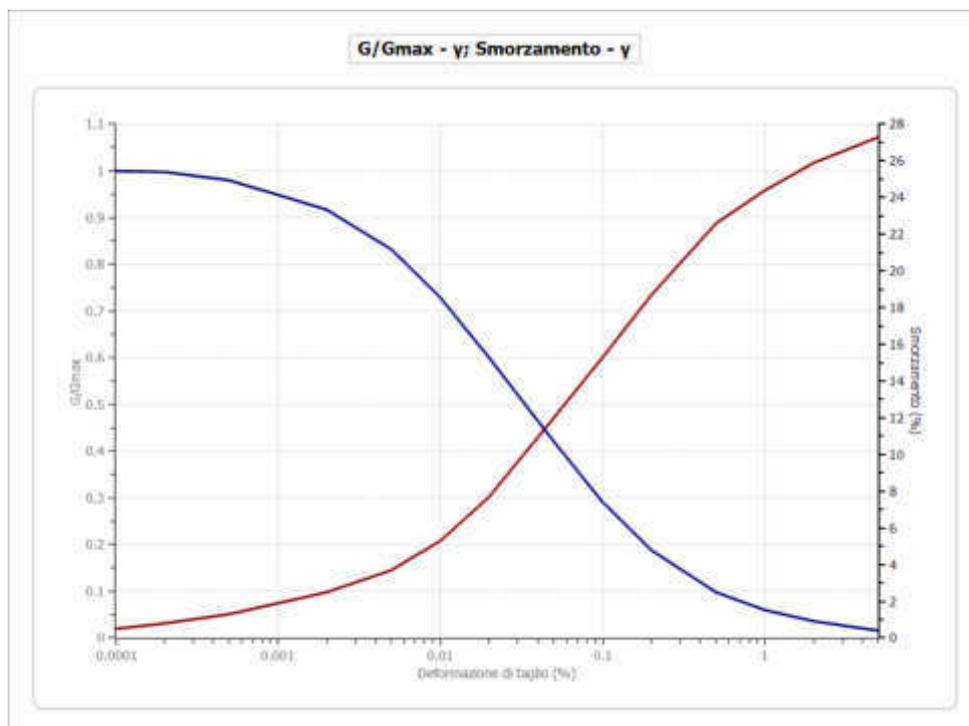
Seed et al. (1986) Gravel

Deformazione %	G/Gmax	Deformazione %	Smorzamento %
0.0001	1.000	0.0001	0.500
0.0002	0.987	0.0002	0.800
0.0005	0.937	0.0005	1.300
0.001	0.872	0.001	1.900
0.002	0.783	0.002	2.500
0.005	0.653	0.005	3.700
0.010	0.550	0.010	5.300
0.020	0.434	0.020	7.700
0.050	0.293	0.050	12.000
0.100	0.200	0.100	15.300
0.200	0.132	0.200	18.700
0.500	0.072	0.500	22.600
1.000	0.049	1.000	24.400
2.000	0.036	2.000	25.900
5.000	0.027	5.000	27.300



Seed et al. (1986) Sand - Average

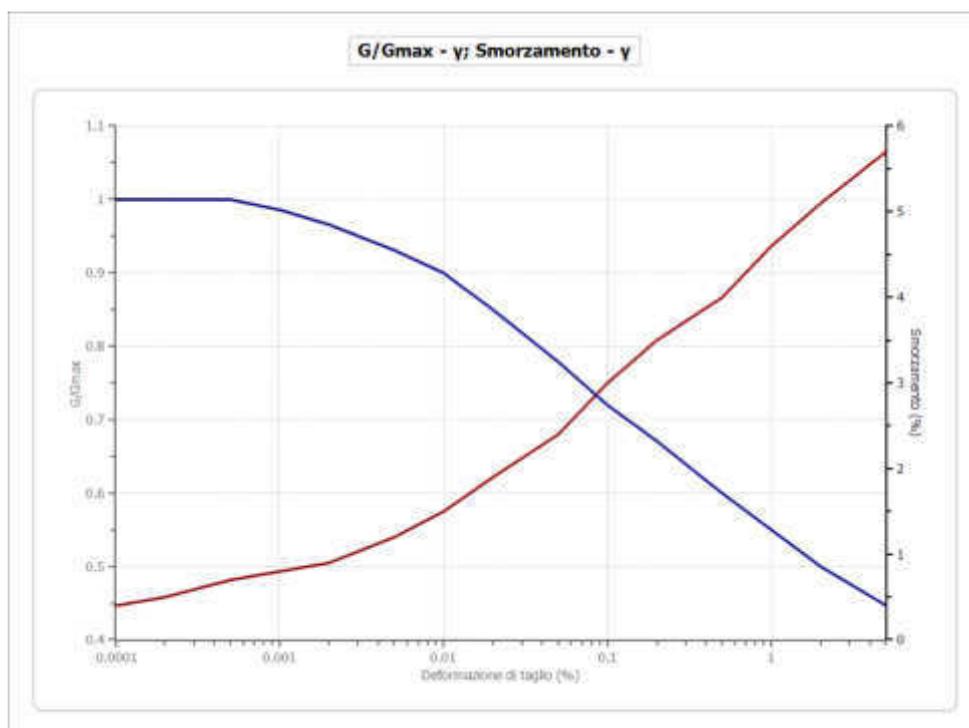
Deformazione %	G/Gmax	Deformazione %	Smorzamento %
0.0001	1.000	0.0001	0.500
0.0002	0.998	0.0002	0.800
0.0005	0.980	0.0005	1.300
0.001	0.949	0.001	1.900
0.002	0.917	0.002	2.500
0.005	0.832	0.005	3.700
0.010	0.729	0.010	5.300
0.020	0.600	0.020	7.700
0.050	0.421	0.050	12.000
0.100	0.291	0.100	15.300
0.200	0.188	0.200	18.700
0.500	0.098	0.500	22.600
1.000	0.060	1.000	24.400
2.000	0.036	2.000	25.900
5.000	0.016	5.000	27.300



Idriss (1990) Rock

Deformazione %	G/Gmax	Deformazione %	Smorzamento %
0.0001	1.000	0.0001	0.400
0.0002	1.000	0.0002	0.500
0.0005	1.000	0.0005	0.700
0.001	0.986	0.001	0.800
0.002	0.966	0.002	0.900

0.005	0.931	0.005	1.200
0.010	0.900	0.010	1.500
0.020	0.850	0.020	1.900
0.050	0.779	0.050	2.400
0.100	0.720	0.100	3.000
0.200	0.671	0.200	3.500
0.500	0.600	0.500	4.000
1.000	0.550	1.000	4.600
2.000	0.500	2.000	5.100
5.000	0.447	5.000	5.700



Stratigrafia

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Terreno	Numero sottostati	Gmax [MPa]	Smorzamento critico [%]	Peso unità vol. [kN/m ³]	Vs [m/s]	Tensione verticale [kPa]
1	--	1.3	Seed et al. (1986) Sand - Average	0	64.61	--	16.5	196.0	10.7
2	1.3	10.7	Seed et al. (1986) Gravel	0	189.07	--	18.0	321.0	117.8
3	12.0	14.3	Seed et al. (1986) Gravel	0	798.93	--	20.0	626.0	357.1
4	oo	--	Idriss (1990) Rock	0	1500.58	--	22.0	818.0	500.1

Strato rilevamento accelerogramma: 4 INTERNO

Profilo			Velocità onde di taglio		Tensione verticale	
1.30 [m]	1.30 [m]		196.0 [m/s]		10.7 [kPa]	
10.70 [m]	12.00 [m]		321.0 [m/s]		117.0 [kPa]	
14.30 [m]	26.30 [m]		626.0 [m/s]		357.1 [kPa]	
	00		818.0 [m/s]		500.1 [kPa]	

Elaborazione Analisi per lo stato limite SLO

Elaborazione

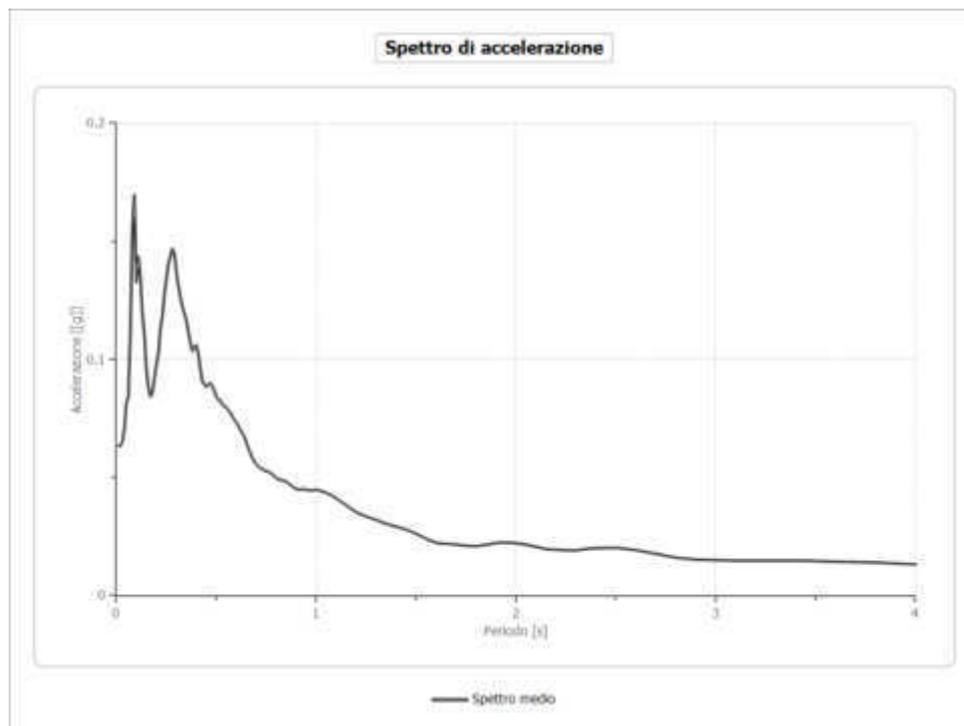
Numero di iterazioni	8	
Rapporto tra deformazione a taglio effettiva e deformazione massima		0.5
Tipo di modulo elastico	Shake	
Massimo errore percentuale di convergenza	3.33 E-01	

Fattori di amplificazione

Tai	0.150 [s]
Tvi	4.000 [s]
Tao	0.090 [s]
Tvo	4.000 [s]
Sami	1.309 [m/s ²]
Svmi	0.093 [m/s]
Samo	1.231 [m/s ²]
Svmo	0.093 [m/s]
Fa	0.940 [-]
Fv	0.999 [-]
TB	0.158 [s]
TC	0.473 [s]
TD	1.856 [s]
SA(0)	0.062 [g]
SA(TB)	0.126 [g]

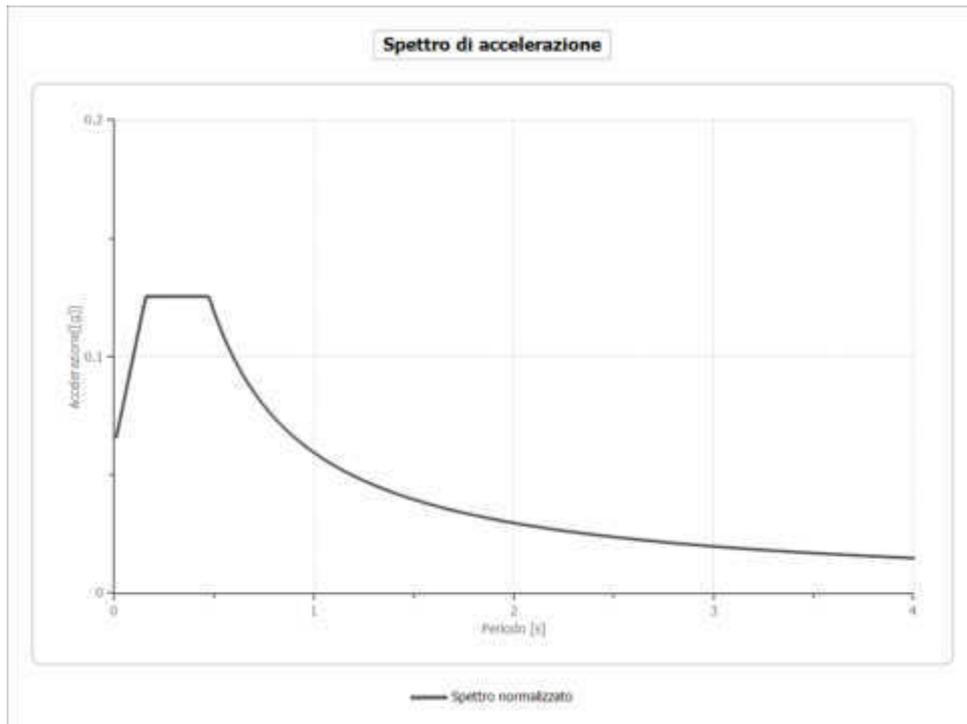
Spettro medio

Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]
0.01	0.0634	0.27	0.1436	0.53	0.0810	1.00	0.0450	2.30	0.0191
0.02	0.0634	0.28	0.1469	0.54	0.0802	1.05	0.0436	2.35	0.0198
0.03	0.0653	0.29	0.1450	0.55	0.0798	1.10	0.0413	2.40	0.0201
0.04	0.0703	0.30	0.1374	0.56	0.0785	1.15	0.0383	2.50	0.0203
0.05	0.0818	0.31	0.1314	0.57	0.0777	1.20	0.0353	2.60	0.0193
0.06	0.0839	0.32	0.1266	0.58	0.0758	1.25	0.0335	2.70	0.0177
0.07	0.1106	0.33	0.1225	0.60	0.0733	1.30	0.0321	2.80	0.0161
0.08	0.1547	0.34	0.1196	0.62	0.0704	1.35	0.0305	2.90	0.0153
0.09	0.1695	0.35	0.1167	0.64	0.0674	1.40	0.0292	3.00	0.0150
0.10	0.1328	0.36	0.1118	0.66	0.0626	1.45	0.0280	3.10	0.0149
0.11	0.1435	0.37	0.1071	0.68	0.0584	1.50	0.0262	3.20	0.0148
0.12	0.1355	0.38	0.1035	0.70	0.0557	1.55	0.0241	3.30	0.0148
0.13	0.1198	0.39	0.1052	0.72	0.0540	1.60	0.0223	3.40	0.0148
0.14	0.1110	0.40	0.1060	0.74	0.0530	1.65	0.0219	3.50	0.0147
0.15	0.0965	0.41	0.1027	0.76	0.0525	1.70	0.0216	3.60	0.0144
0.16	0.0886	0.42	0.0963	0.78	0.0515	1.75	0.0211	3.70	0.0142
0.17	0.0843	0.43	0.0906	0.80	0.0497	1.80	0.0209	3.80	0.0140
0.18	0.0857	0.44	0.0895	0.82	0.0489	1.85	0.0215	3.90	0.0136
0.19	0.0918	0.45	0.0884	0.84	0.0487	1.90	0.0223	4.00	0.0132
0.20	0.0977	0.46	0.0893	0.86	0.0477	1.95	0.0225		
0.21	0.1021	0.47	0.0900	0.88	0.0463	2.00	0.0222		
0.22	0.1127	0.48	0.0889	0.90	0.0452	2.05	0.0216		
0.23	0.1179	0.49	0.0868	0.92	0.0449	2.10	0.0207		
0.24	0.1269	0.50	0.0844	0.94	0.0451	2.15	0.0197		
0.25	0.1340	0.51	0.0830	0.96	0.0447	2.20	0.0194		
0.26	0.1402	0.52	0.0826	0.98	0.0445	2.25	0.0192		

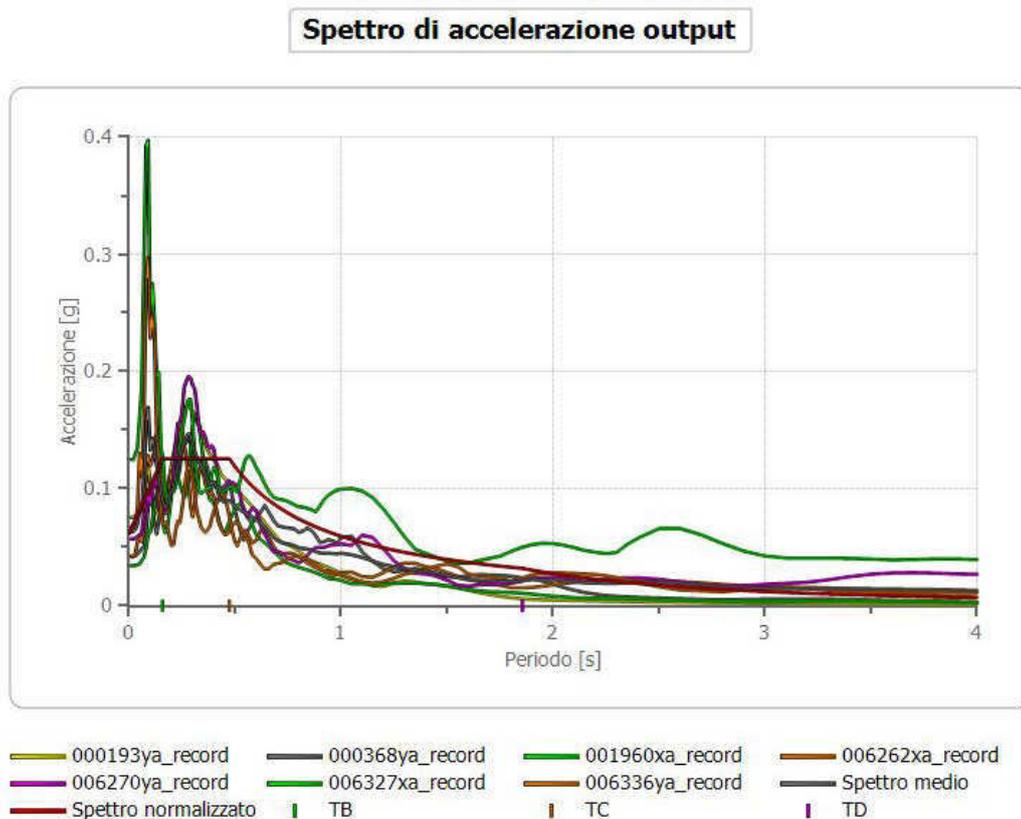


Spettro normalizzato

Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]
0.01	0.0660	0.27	0.1255	0.53	0.1121	1.00	0.0594	2.30	0.0258
0.02	0.0700	0.28	0.1255	0.54	0.1100	1.05	0.0566	2.35	0.0253
0.03	0.0740	0.29	0.1255	0.55	0.1080	1.10	0.0540	2.40	0.0248
0.04	0.0781	0.30	0.1255	0.56	0.1061	1.15	0.0517	2.50	0.0238
0.05	0.0821	0.31	0.1255	0.57	0.1042	1.20	0.0495	2.60	0.0228
0.06	0.0861	0.32	0.1255	0.58	0.1024	1.25	0.0475	2.70	0.0220
0.07	0.0901	0.33	0.1255	0.60	0.0990	1.30	0.0457	2.80	0.0212
0.08	0.0942	0.34	0.1255	0.62	0.0958	1.35	0.0440	2.90	0.0205
0.09	0.0982	0.35	0.1255	0.64	0.0928	1.40	0.0424	3.00	0.0198
0.10	0.1022	0.36	0.1255	0.66	0.0900	1.45	0.0410	3.10	0.0192
0.11	0.1063	0.37	0.1255	0.68	0.0874	1.50	0.0396	3.20	0.0186
0.12	0.1103	0.38	0.1255	0.70	0.0849	1.55	0.0383	3.30	0.0180
0.13	0.1143	0.39	0.1255	0.72	0.0825	1.60	0.0371	3.40	0.0175
0.14	0.1183	0.40	0.1255	0.74	0.0803	1.65	0.0360	3.50	0.0170
0.15	0.1224	0.41	0.1255	0.76	0.0782	1.70	0.0349	3.60	0.0165
0.16	0.1255	0.42	0.1255	0.78	0.0762	1.75	0.0339	3.70	0.0161
0.17	0.1255	0.43	0.1255	0.80	0.0743	1.80	0.0330	3.80	0.0156
0.18	0.1255	0.44	0.1255	0.82	0.0724	1.85	0.0321	3.90	0.0152
0.19	0.1255	0.45	0.1255	0.84	0.0707	1.90	0.0313	4.00	0.0149
0.20	0.1255	0.46	0.1255	0.86	0.0691	1.95	0.0305		
0.21	0.1255	0.47	0.1255	0.88	0.0675	2.00	0.0297		
0.22	0.1255	0.48	0.1238	0.90	0.0660	2.05	0.0290		
0.23	0.1255	0.49	0.1212	0.92	0.0646	2.10	0.0283		
0.24	0.1255	0.50	0.1188	0.94	0.0632	2.15	0.0276		
0.25	0.1255	0.51	0.1165	0.96	0.0619	2.20	0.0270		
0.26	0.1255	0.52	0.1142	0.98	0.0606	2.25	0.0264		

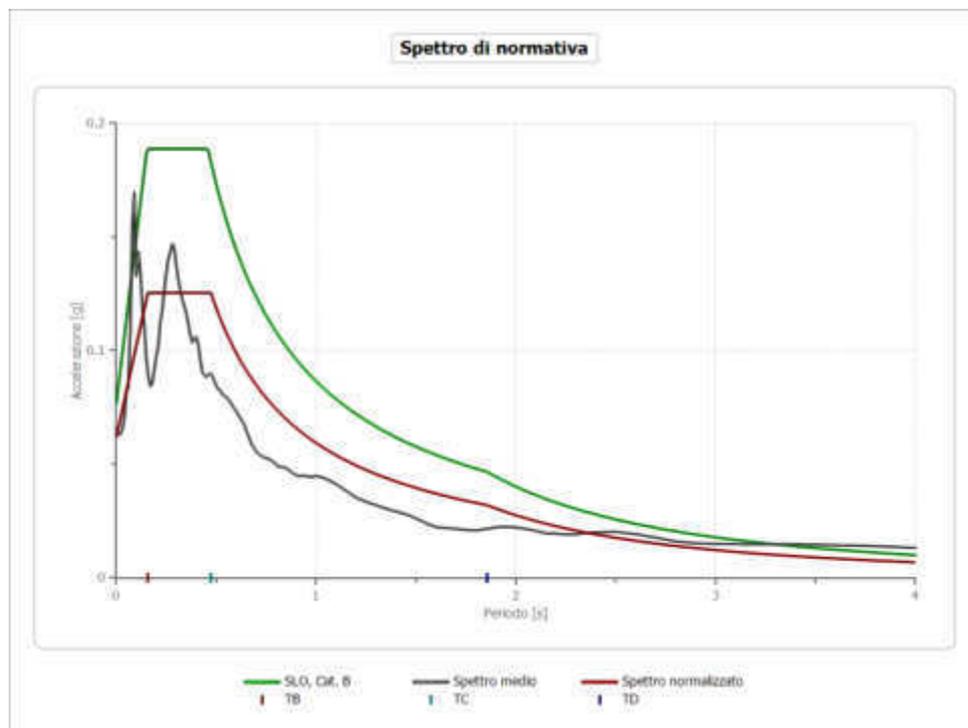


Confronto tra gli spettri

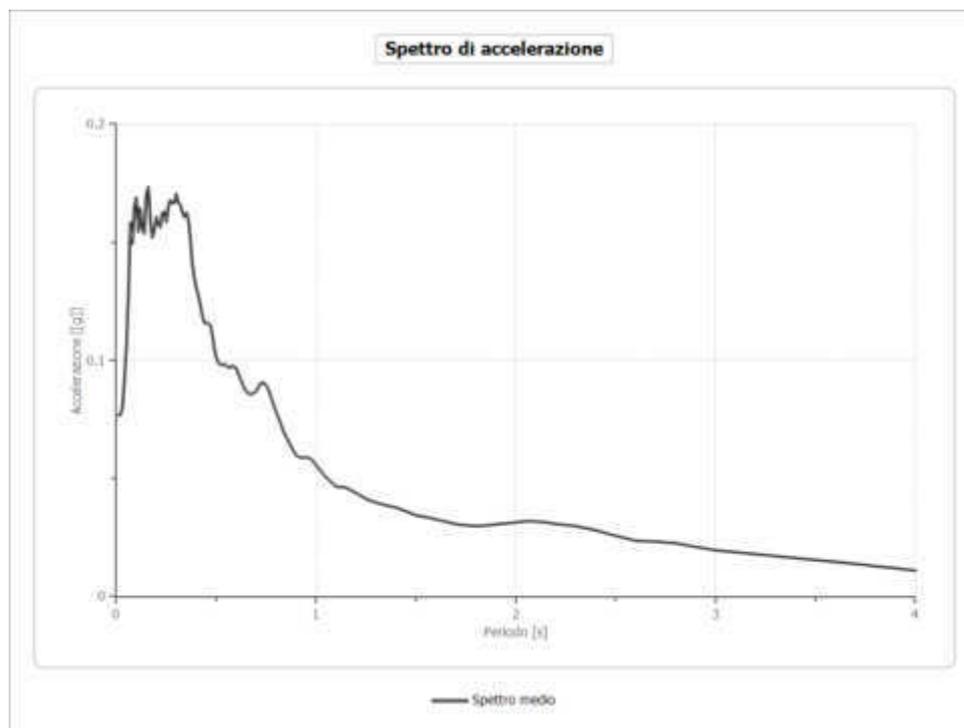


Confronto spettro normativa

	Operatività SLO	Danno SLD	Salvaguardia vita SLV	Prev. collasso SLC
Tr [anni]	68	113	1068	2193
ag [g]	0.064	0.080	0.200	0.260
Fo	2.458	2.481	2.513	2.52
Tc* [s]	0.335	0.359	0.45	0.462
Ss	1.20	1.20	1.20	1.14
St	1.00	1.00	1.00	1.00
Cc	1.37	1.35	1.29	1.28
TB [s]	0.153	0.162	0.194	0.198
TC [s]	0.459	0.485	0.581	0.593
TD [s]	1.856	1.920	2.400	2.640
Se(0) [g]	0.077	0.096	0.240	0.296
Se(TB) [g]	0.189	0.238	0.603	0.746



0.19	0.1549	0.45	0.1159	0.84	0.0692	1.90	0.0306	4.00	0.0110
0.20	0.1607	0.46	0.1156	0.86	0.0660	1.95	0.0310		
0.21	0.1578	0.47	0.1151	0.88	0.0627	2.00	0.0314		
0.22	0.1563	0.48	0.1112	0.90	0.0598	2.05	0.0319		
0.23	0.1623	0.49	0.1053	0.92	0.0589	2.10	0.0318		
0.24	0.1630	0.50	0.1013	0.94	0.0589	2.15	0.0315		
0.25	0.1587	0.51	0.0992	0.96	0.0589	2.20	0.0307		
0.26	0.1648	0.52	0.0982	0.98	0.0579	2.25	0.0304		

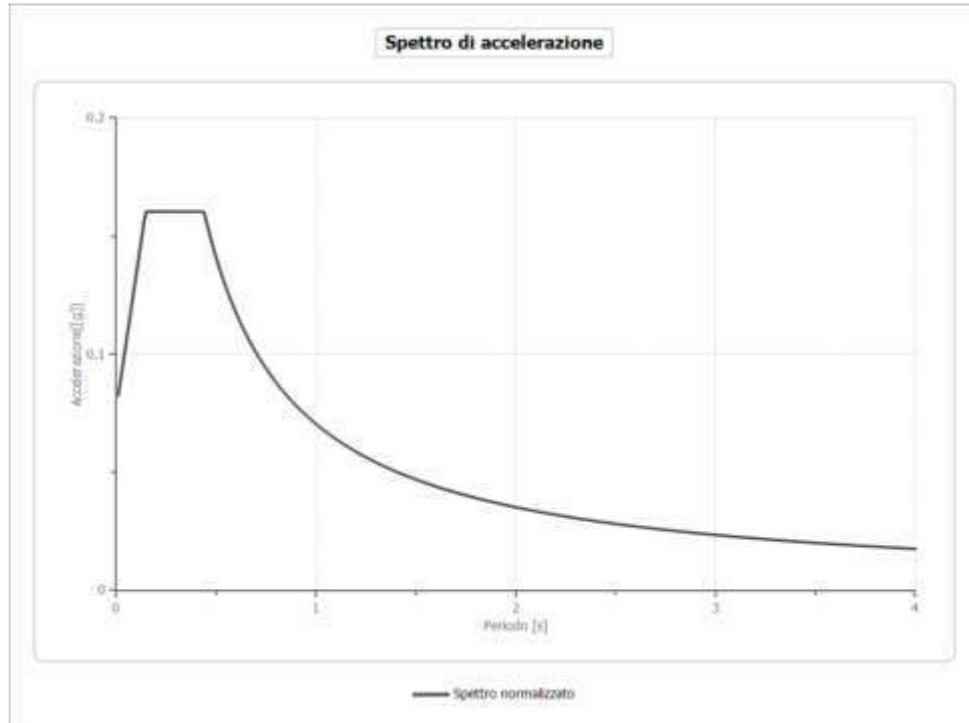


Spettro normalizzato

Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]
0.01	0.0826	0.27	0.1604	0.53	0.1328	1.00	0.0704	2.30	0.0306
0.02	0.0883	0.28	0.1604	0.54	0.1304	1.05	0.0670	2.35	0.0300
0.03	0.0940	0.29	0.1604	0.55	0.1280	1.10	0.0640	2.40	0.0293
0.04	0.0997	0.30	0.1604	0.56	0.1257	1.15	0.0612	2.50	0.0282
0.05	0.1054	0.31	0.1604	0.57	0.1235	1.20	0.0587	2.60	0.0271
0.06	0.1111	0.32	0.1604	0.58	0.1214	1.25	0.0563	2.70	0.0261
0.07	0.1168	0.33	0.1604	0.60	0.1173	1.30	0.0541	2.80	0.0251
0.08	0.1225	0.34	0.1604	0.62	0.1135	1.35	0.0521	2.90	0.0243
0.09	0.1282	0.35	0.1604	0.64	0.1100	1.40	0.0503	3.00	0.0235
0.10	0.1339	0.36	0.1604	0.66	0.1067	1.45	0.0485	3.10	0.0227
0.11	0.1397	0.37	0.1604	0.68	0.1035	1.50	0.0469	3.20	0.0220
0.12	0.1454	0.38	0.1604	0.70	0.1006	1.55	0.0454	3.30	0.0213
0.13	0.1511	0.39	0.1604	0.72	0.0978	1.60	0.0440	3.40	0.0207
0.14	0.1568	0.40	0.1604	0.74	0.0951	1.65	0.0427	3.50	0.0201
0.15	0.1604	0.41	0.1604	0.76	0.0926	1.70	0.0414	3.60	0.0196
0.16	0.1604	0.42	0.1604	0.78	0.0902	1.75	0.0402	3.70	0.0190

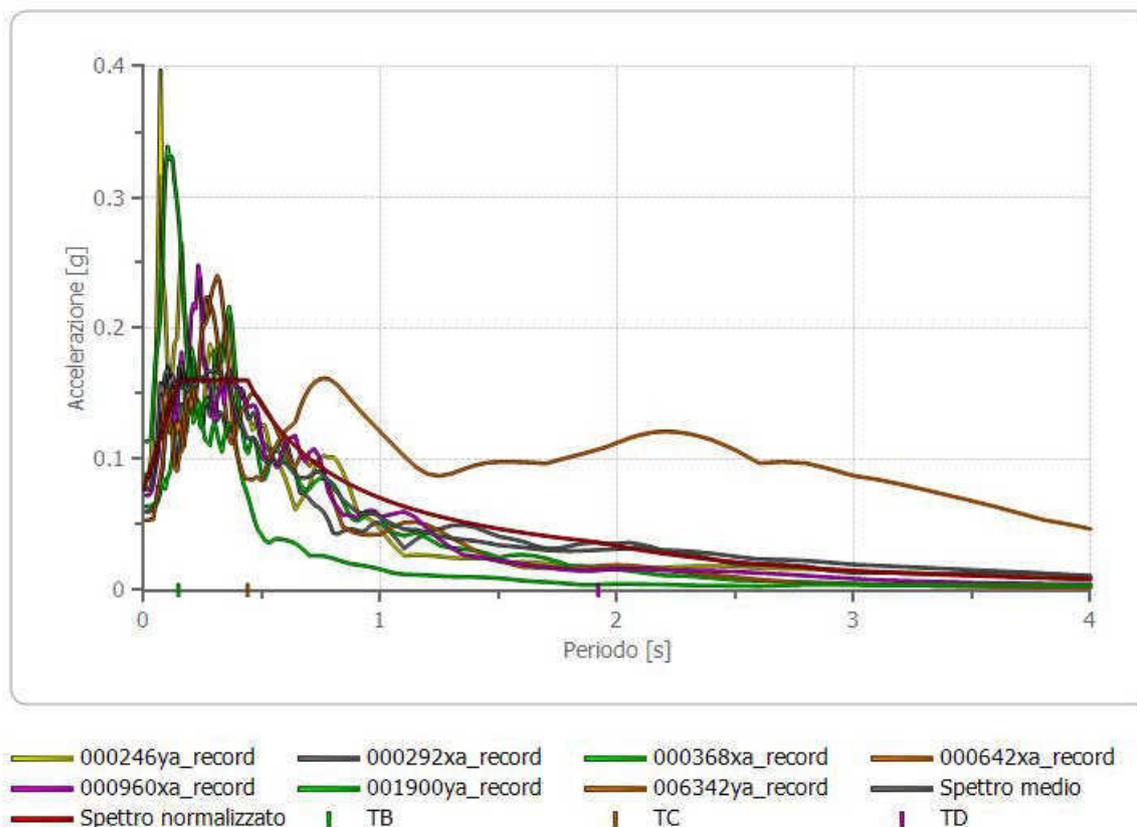
**Realizzazione nuovo edificio pubblico, destinato a scuola con struttura in legno nel
comune di Santa Maria del Cedro (Cs) - Classe d'uso della costruzione III**

0.17	0.1604	0.43	0.1604	0.80	0.0880	1.80	0.0391	3.80	0.0185
0.18	0.1604	0.44	0.1600	0.82	0.0858	1.85	0.0381	3.90	0.0180
0.19	0.1604	0.45	0.1564	0.84	0.0838	1.90	0.0370	4.00	0.0176
0.20	0.1604	0.46	0.1530	0.86	0.0819	1.95	0.0361		
0.21	0.1604	0.47	0.1498	0.88	0.0800	2.00	0.0352		
0.22	0.1604	0.48	0.1467	0.90	0.0782	2.05	0.0343		
0.23	0.1604	0.49	0.1437	0.92	0.0765	2.10	0.0335		
0.24	0.1604	0.50	0.1408	0.94	0.0749	2.15	0.0327		
0.25	0.1604	0.51	0.1380	0.96	0.0733	2.20	0.0320		
0.26	0.1604	0.52	0.1354	0.98	0.0718	2.25	0.0313		



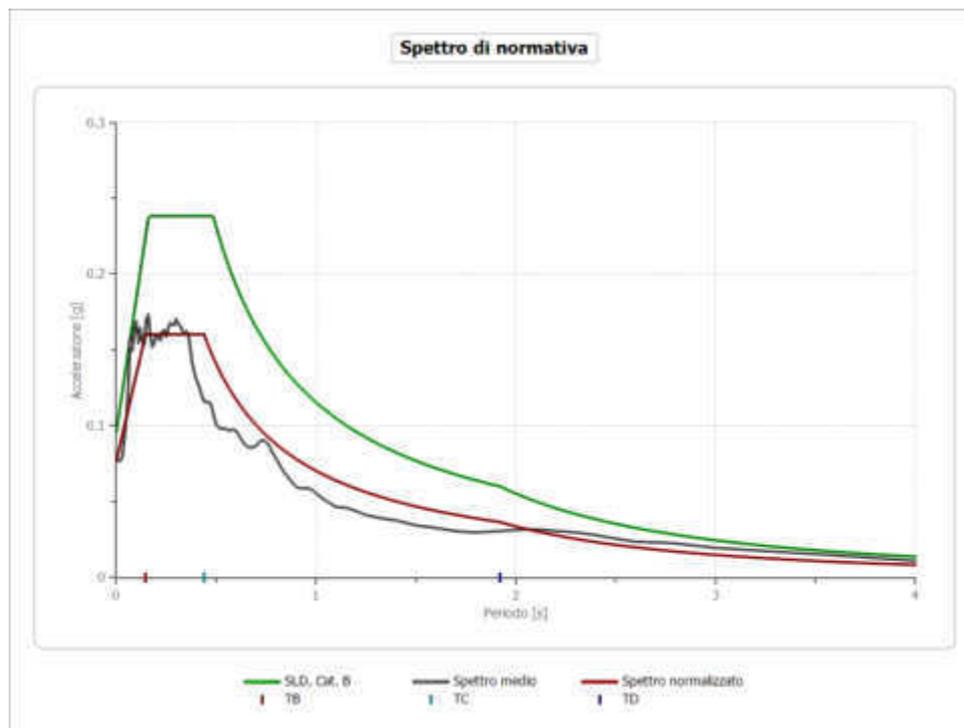
Confronto tra gli spettri

Spettro di accelerazione output



Confronto spettro normativa

	Operatività SLO	Danno SLD	Salvaguardia vita SLV	Prev. collasso SLC
Tr [anni]	68	113	1068	2193
ag [g]	0.064	0.080	0.200	0.260
Fo	2.458	2.481	2.513	2.52
Tc* [s]	0.335	0.359	0.45	0.462
Ss	1.20	1.20	1.20	1.14
St	1.00	1.00	1.00	1.00
Cc	1.37	1.35	1.29	1.28
TB [s]	0.153	0.162	0.194	0.198
TC [s]	0.459	0.485	0.581	0.593
TD [s]	1.856	1.920	2.400	2.640
Se(0) [g]	0.077	0.096	0.240	0.296
Se(TB) [g]	0.189	0.238	0.603	0.746



Elaborazione Analisi per lo stato limite SLV

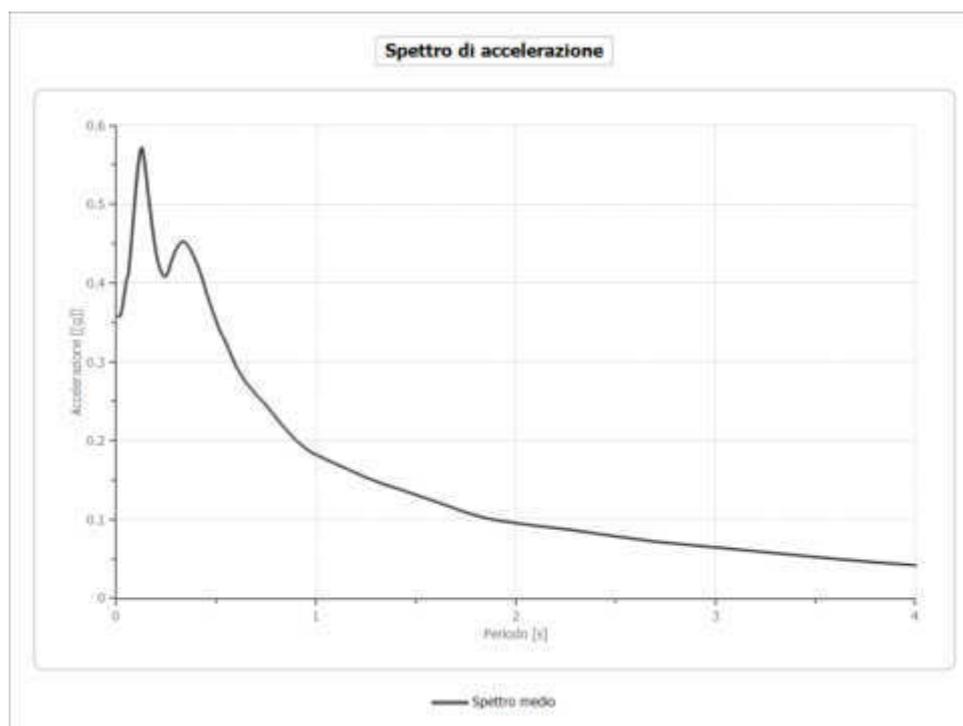
Numero di iterazioni 8
Rapporto tra deformazione a taglio effettiva e deformazione massima 0.5
Tipo di modulo elastico Shake
Massimo errore percentuale di convergenza 1.78 E01

Fattori di amplificazione

Tai	0.300 [s]
Tvi	2.150 [s]
Tao	0.130 [s]
Tvo	2.350 [s]
Sami	5.365 [m/s ²]
Svmi	0.522 [m/s]
Samo	5.000 [m/s ²]
Svmo	0.369 [m/s]
Fa	0.932 [-]
Fv	0.707 [-]
TB	0.154 [s]
TC	0.463 [s]
TD	2.400 [s]
SA(0)	0.201 [g]
SA(TB)	0.510 [g]

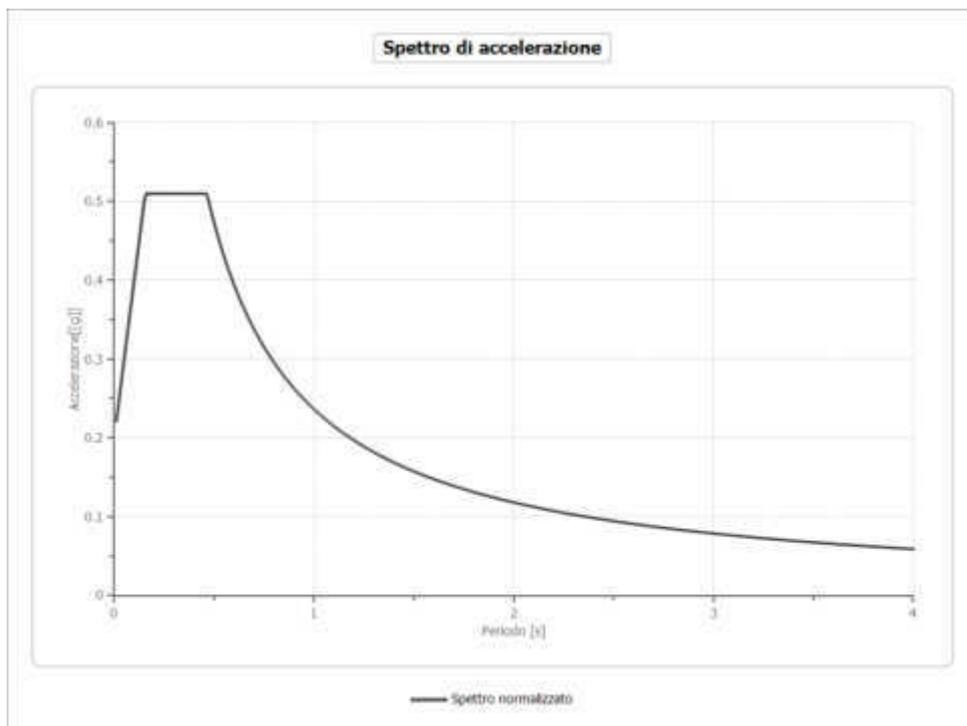
Spettro medio

Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]
0.01	0.3578	0.27	0.4229	0.53	0.3335	1.00	0.1823	2.30	0.0860
0.02	0.3583	0.28	0.4311	0.54	0.3285	1.05	0.1762	2.35	0.0843
0.03	0.3689	0.29	0.4375	0.55	0.3230	1.10	0.1703	2.40	0.0824
0.04	0.3860	0.30	0.4433	0.56	0.3174	1.15	0.1649	2.50	0.0788
0.05	0.4032	0.31	0.4473	0.57	0.3114	1.20	0.1590	2.60	0.0754
0.06	0.4104	0.32	0.4508	0.58	0.3054	1.25	0.1534	2.70	0.0720
0.07	0.4357	0.33	0.4527	0.60	0.2937	1.30	0.1486	2.80	0.0695
0.08	0.4652	0.34	0.4519	0.62	0.2851	1.35	0.1438	2.90	0.0672
0.09	0.4960	0.35	0.4502	0.64	0.2770	1.40	0.1399	3.00	0.0648
0.10	0.5267	0.36	0.4464	0.66	0.2702	1.45	0.1357	3.10	0.0624
0.11	0.5506	0.37	0.4427	0.68	0.2645	1.50	0.1314	3.20	0.0599
0.12	0.5687	0.38	0.4377	0.70	0.2586	1.55	0.1271	3.30	0.0575
0.13	0.5717	0.39	0.4320	0.72	0.2529	1.60	0.1227	3.40	0.0550
0.14	0.5557	0.40	0.4263	0.74	0.2476	1.65	0.1182	3.50	0.0526
0.15	0.5343	0.41	0.4204	0.76	0.2420	1.70	0.1137	3.60	0.0503
0.16	0.5109	0.42	0.4132	0.78	0.2356	1.75	0.1091	3.70	0.0480
0.17	0.4917	0.43	0.4056	0.80	0.2290	1.80	0.1053	3.80	0.0459
0.18	0.4714	0.44	0.3974	0.82	0.2227	1.85	0.1020	3.90	0.0440
0.19	0.4522	0.45	0.3882	0.84	0.2167	1.90	0.0993	4.00	0.0422
0.20	0.4361	0.46	0.3806	0.86	0.2112	1.95	0.0975		
0.21	0.4248	0.47	0.3727	0.88	0.2057	2.00	0.0956		
0.22	0.4166	0.48	0.3657	0.90	0.2003	2.05	0.0939		
0.23	0.4114	0.49	0.3589	0.92	0.1961	2.10	0.0923		
0.24	0.4079	0.50	0.3517	0.94	0.1919	2.15	0.0908		
0.25	0.4090	0.51	0.3442	0.96	0.1879	2.20	0.0893		
0.26	0.4142	0.52	0.3383	0.98	0.1848	2.25	0.0877		



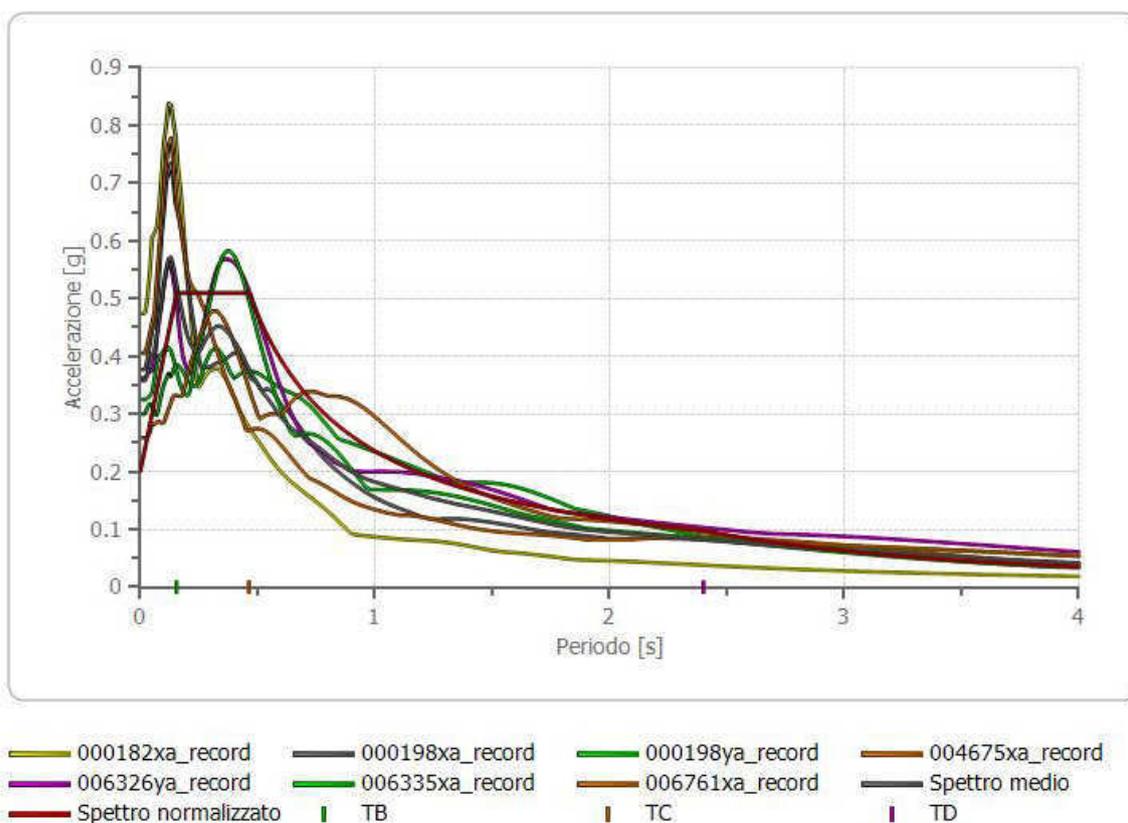
Spettro normalizzato

Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]
0.01	0.2213	0.27	0.5097	0.53	0.4454	1.00	0.2361	2.30	0.1026
0.02	0.2412	0.28	0.5097	0.54	0.4372	1.05	0.2248	2.35	0.1005
0.03	0.2612	0.29	0.5097	0.55	0.4292	1.10	0.2146	2.40	0.0984
0.04	0.2812	0.30	0.5097	0.56	0.4216	1.15	0.2053	2.50	0.0944
0.05	0.3012	0.31	0.5097	0.57	0.4142	1.20	0.1967	2.60	0.0908
0.06	0.3211	0.32	0.5097	0.58	0.4070	1.25	0.1889	2.70	0.0874
0.07	0.3411	0.33	0.5097	0.60	0.3935	1.30	0.1816	2.80	0.0843
0.08	0.3611	0.34	0.5097	0.62	0.3808	1.35	0.1749	2.90	0.0814
0.09	0.3810	0.35	0.5097	0.64	0.3689	1.40	0.1686	3.00	0.0787
0.10	0.4010	0.36	0.5097	0.66	0.3577	1.45	0.1628	3.10	0.0762
0.11	0.4210	0.37	0.5097	0.68	0.3472	1.50	0.1574	3.20	0.0738
0.12	0.4410	0.38	0.5097	0.70	0.3372	1.55	0.1523	3.30	0.0715
0.13	0.4609	0.39	0.5097	0.72	0.3279	1.60	0.1475	3.40	0.0694
0.14	0.4809	0.40	0.5097	0.74	0.3190	1.65	0.1431	3.50	0.0674
0.15	0.5009	0.41	0.5097	0.76	0.3106	1.70	0.1389	3.60	0.0656
0.16	0.5097	0.42	0.5097	0.78	0.3027	1.75	0.1349	3.70	0.0638
0.17	0.5097	0.43	0.5097	0.80	0.2951	1.80	0.1312	3.80	0.0621
0.18	0.5097	0.44	0.5097	0.82	0.2879	1.85	0.1276	3.90	0.0605
0.19	0.5097	0.45	0.5097	0.84	0.2810	1.90	0.1242	4.00	0.0590
0.20	0.5097	0.46	0.5097	0.86	0.2745	1.95	0.1211		
0.21	0.5097	0.47	0.5023	0.88	0.2683	2.00	0.1180		
0.22	0.5097	0.48	0.4918	0.90	0.2623	2.05	0.1152		
0.23	0.5097	0.49	0.4818	0.92	0.2566	2.10	0.1124		
0.24	0.5097	0.50	0.4721	0.94	0.2511	2.15	0.1098		
0.25	0.5097	0.51	0.4629	0.96	0.2459	2.20	0.1073		
0.26	0.5097	0.52	0.4540	0.98	0.2409	2.25	0.1049		



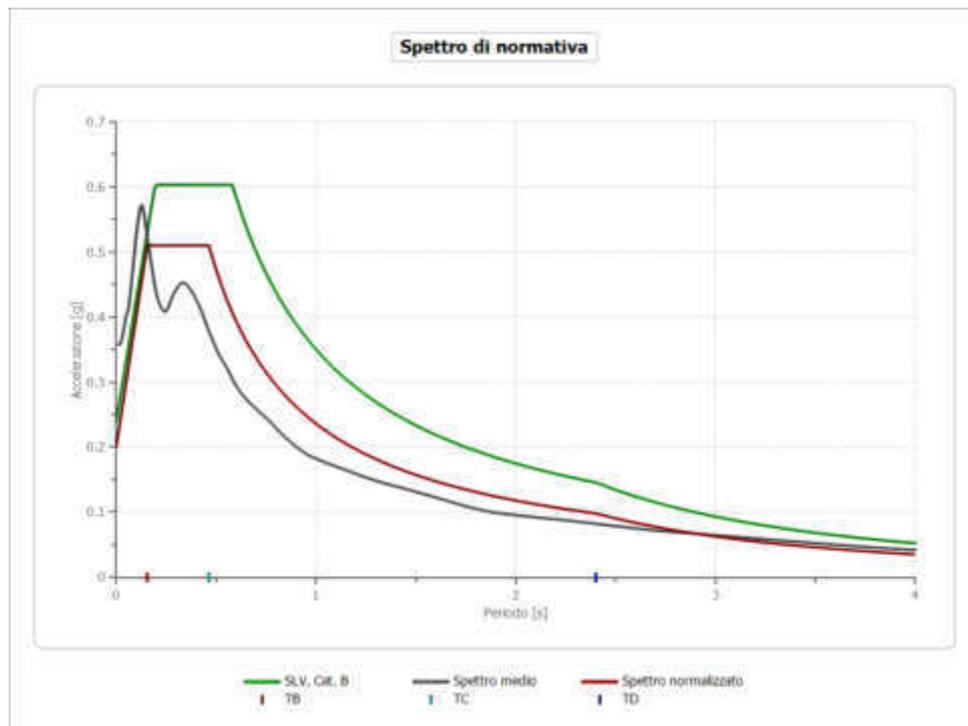
Confronto tra gli spettri

Spettro di accelerazione output



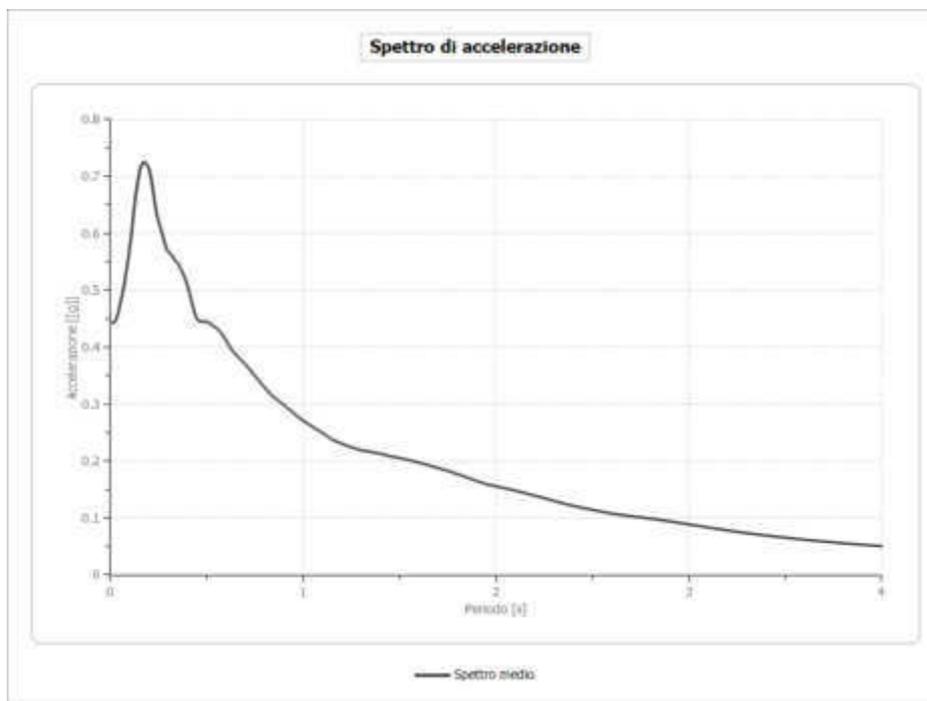
Confronto spettro normativa

	Operatività SLO	Danno SLD	Salvaguardia vita SLV	Prev. collasso SLC
Tr [anni]	68	113	1068	2193
ag [g]	0.064	0.080	0.200	0.260
Fo	2.458	2.481	2.513	2.52
Tc* [s]	0.335	0.359	0.45	0.462
Ss	1.20	1.20	1.20	1.14
St	1.00	1.00	1.00	1.00
Cc	1.37	1.35	1.29	1.28
TB [s]	0.153	0.162	0.194	0.198
TC [s]	0.459	0.485	0.581	0.593
TD [s]	1.856	1.920	2.400	2.640
Se(0) [g]	0.077	0.096	0.240	0.296
Se(TB) [g]	0.189	0.238	0.603	0.746



**Realizzazione nuovo edificio pubblico, destinato a scuola con struttura in legno nel
comune di Santa Maria del Cedro (Cs) - Classe d'uso della costruzione III**

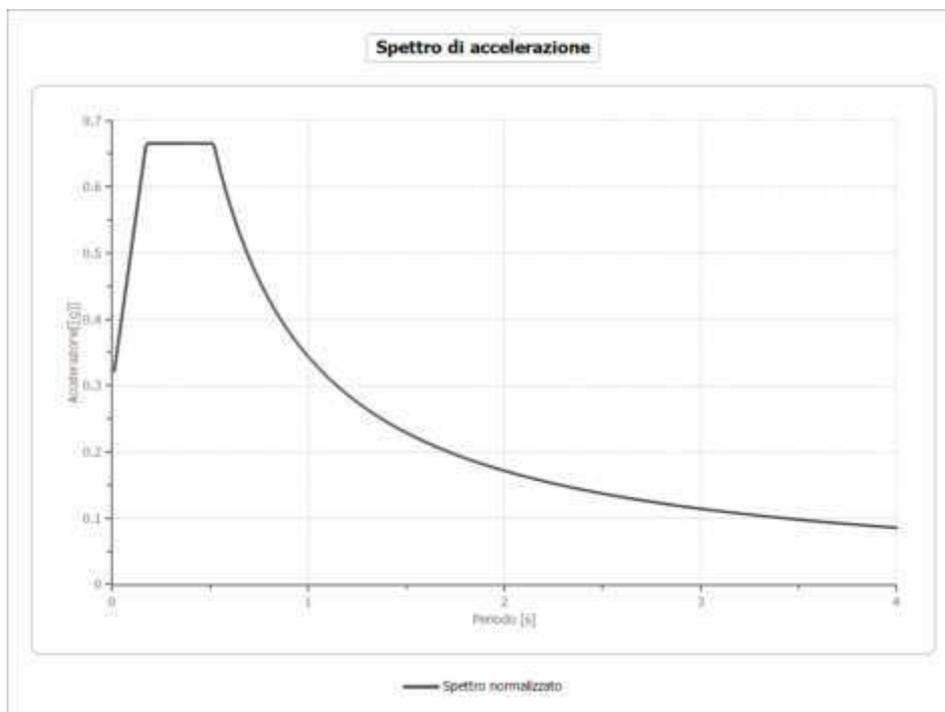
0.22	0.6760	0.48	0.4449	0.90	0.2982	2.05	0.1521		
0.23	0.6518	0.49	0.4455	0.92	0.2927	2.10	0.1481		
0.24	0.6318	0.50	0.4446	0.94	0.2871	2.15	0.1439		
0.25	0.6201	0.51	0.4430	0.96	0.2814	2.20	0.1395		
0.26	0.6081	0.52	0.4405	0.98	0.2759	2.25	0.1348		



Spettro normalizzato

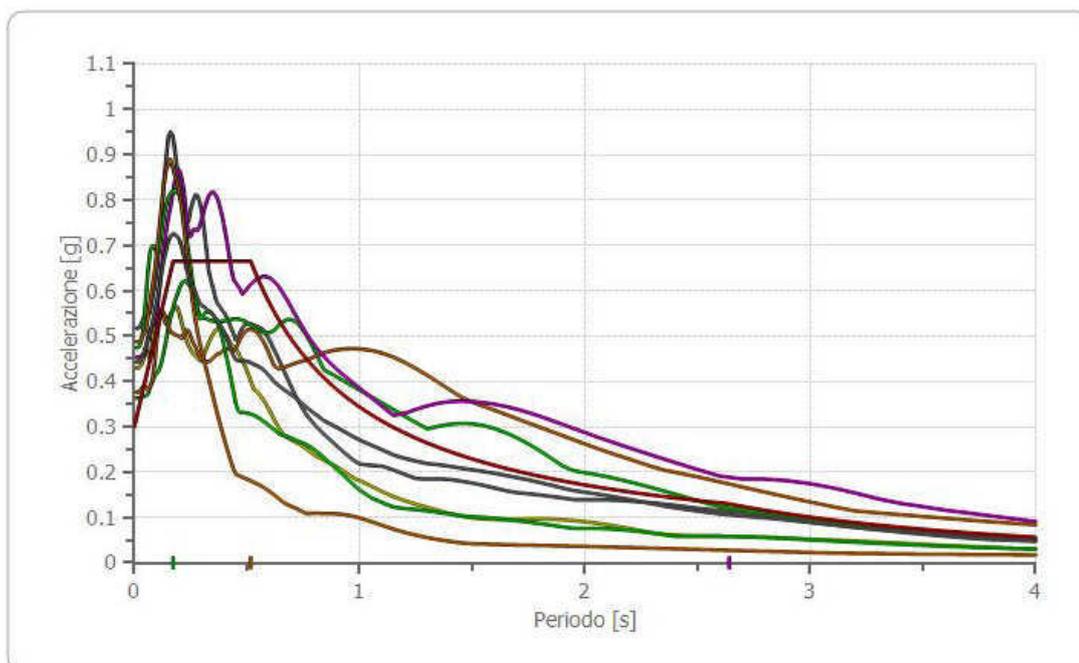
Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]
0.01	0.3221	0.27	0.6655	0.53	0.6482	1.00	0.3435	2.30	0.1494
0.02	0.3433	0.28	0.6655	0.54	0.6362	1.05	0.3272	2.35	0.1462
0.03	0.3645	0.29	0.6655	0.55	0.6246	1.10	0.3123	2.40	0.1431
0.04	0.3856	0.30	0.6655	0.56	0.6134	1.15	0.2987	2.50	0.1374
0.05	0.4068	0.31	0.6655	0.57	0.6027	1.20	0.2863	2.60	0.1321
0.06	0.4280	0.32	0.6655	0.58	0.5923	1.25	0.2748	2.70	0.1272
0.07	0.4492	0.33	0.6655	0.60	0.5725	1.30	0.2642	2.80	0.1227
0.08	0.4704	0.34	0.6655	0.62	0.5541	1.35	0.2545	2.90	0.1185
0.09	0.4916	0.35	0.6655	0.64	0.5368	1.40	0.2454	3.00	0.1145
0.10	0.5128	0.36	0.6655	0.66	0.5205	1.45	0.2369	3.10	0.1108
0.11	0.5339	0.37	0.6655	0.68	0.5052	1.50	0.2290	3.20	0.1074
0.12	0.5551	0.38	0.6655	0.70	0.4907	1.55	0.2216	3.30	0.1041
0.13	0.5763	0.39	0.6655	0.72	0.4771	1.60	0.2147	3.40	0.1010
0.14	0.5975	0.40	0.6655	0.74	0.4642	1.65	0.2082	3.50	0.0981
0.15	0.6187	0.41	0.6655	0.76	0.4520	1.70	0.2021	3.60	0.0954
0.16	0.6399	0.42	0.6655	0.78	0.4404	1.75	0.1963	3.70	0.0928
0.17	0.6611	0.43	0.6655	0.80	0.4294	1.80	0.1908	3.80	0.0904
0.18	0.6655	0.44	0.6655	0.82	0.4189	1.85	0.1857	3.90	0.0881
0.19	0.6655	0.45	0.6655	0.84	0.4090	1.90	0.1808	4.00	0.0859
0.20	0.6655	0.46	0.6655	0.86	0.3994	1.95	0.1762		
0.21	0.6655	0.47	0.6655	0.88	0.3904	2.00	0.1718		

0.22	0.6655	0.48	0.6655	0.90	0.3817	2.05	0.1676		
0.23	0.6655	0.49	0.6655	0.92	0.3734	2.10	0.1636		
0.24	0.6655	0.50	0.6655	0.94	0.3655	2.15	0.1598		
0.25	0.6655	0.51	0.6655	0.96	0.3578	2.20	0.1561		
0.26	0.6655	0.52	0.6606	0.98	0.3505	2.25	0.1527		



Confronto tra gli spettri

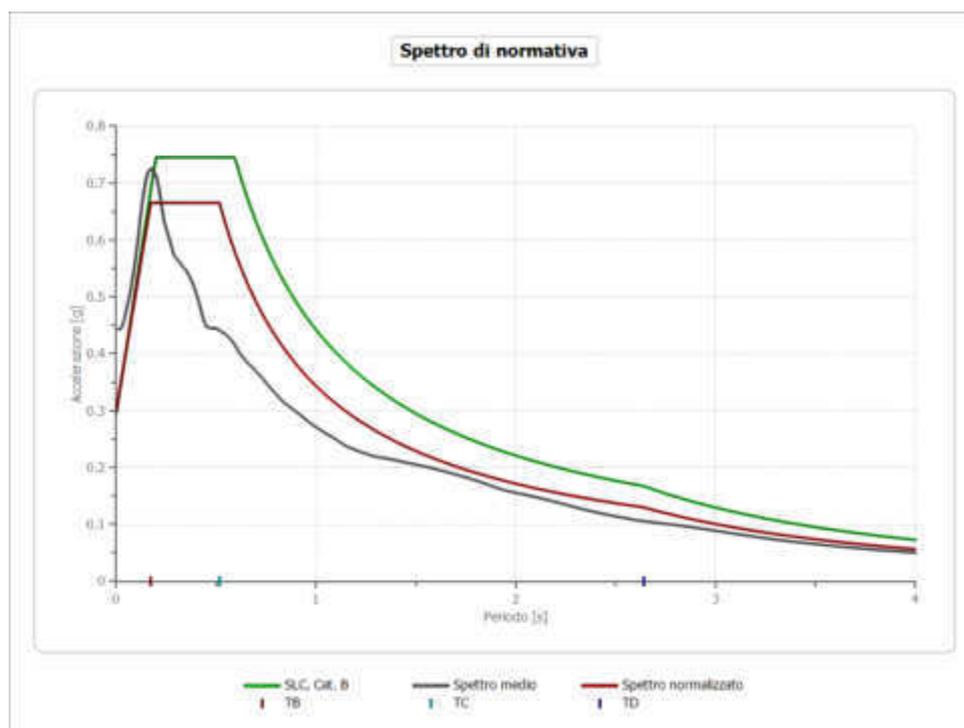
Spettro di accelerazione output



- | | | | |
|----------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 000182ya_record | 000198xa_record | 000198ya_record | 000287ya_record |
| 000290xa_record | 007142ya_record | 007156xa_record | Spettro medio |
| Spettro normalizzato | TB | TC | TD |

Confronto spettro normativa

	Operatività SLO	Danno SLD	Salvaguardia vita SLV	Prev. collasso SLC
Tr [anni]	68	113	1068	2193
ag [g]	0.064	0.080	0.200	0.260
Fo	2.458	2.481	2.513	2.52
Tc* [s]	0.335	0.359	0.45	0.462
Ss	1.20	1.20	1.20	1.14
St	1.00	1.00	1.00	1.00
Cc	1.37	1.35	1.29	1.28
TB [s]	0.153	0.162	0.194	0.198
TC [s]	0.459	0.485	0.581	0.593
TD [s]	1.856	1.920	2.400	2.640
Se(0) [g]	0.077	0.096	0.240	0.296
Se(TB) [g]	0.189	0.238	0.603	0.746



CONCLUSIONI

La relazione sulla pericolosità sismica di base, ha permesso di acquisire un grado sufficientemente chiaro delle caratteristiche sismiche dei terreni presenti nell'area in esame, interessata dal progetto: **Realizzazione nuovo edificio pubblico, destinato a scuola con struttura in legno nel comune di Santa Maria del Cedro (Cs) - Classe d'uso della costruzione III.**

Riassumendo, nell'area interessata dall'intervento, i risultati delle indagini eseguite pongono in evidenza quanto segue:

- La classe di sottosuolo identificata, tramite le indagini geofisiche eseguite in situ per il calcolo della V_{s30} , è la categoria “**B**”;

- La superficie topografica è risultata la “**T₁**”;

- La pericolosità sismica di base stabilita, indica che il territorio di SANTA MARIA DEL CEDRO, nella Frazione Marcellina, in Via Orsomarso, ricade in una zona con accelerazione sismica su substrato di riferimento (bedrock, suolo A) compreso tra 0,150 e 0,175 a_g/g , collocando il territorio Comunale in “**Zona Sismica 2**”.

- Ai fini del calcolo strutturale, si consiglia l'utilizzo degli spettri di normativa in quanto più restrittivi rispetto a quelli normalizzati, come si evince dal confronto degli stessi, nell'analisi sismica locale.

SANTA MARIA DEL CEDRO, OTTOBRE 2016

Il geologo
Dott. Vincenzo LUCIA

Comune di Santa Maria del Cedro

Provincia di Cosenza



Area Tecnica
Settore Lavori Pubblici



Regione Calabria

PROGETTO :

REALIZZAZIONE DEGLI INTERVENTI DIRETTI ALL'AMPLIAMENTO DELLA SCUOLA ELEMENTARE UBICATA IN VIA ORSOMARSO DEL COMUNE DI SANTA MARIA DEL CEDRO FRAZIONE MARCELLINA

Il Committente

Comune di Santa Maria del Cedro
via Nazionale n.16
87020, Santa Maria del Cedro (CS)
Tel. 0.985/5727 - C.F. 00433700788

Il Sindaco

Avv. Ugo Vetere

Il Responsabile del Servizio



Dott. Ing. Giuseppe Durante

I Progettisti e DD.LL.

Dott. Geom. Giuseppe Riccetti

Geom. Carmine Covucci

Data : dicembre 2016

Tavola :

4

Elaborato :

RELAZIONE PAESAGGISTICA

Scala :

Visti e Pareri :

Aggiornamenti :

RELAZIONE PAESAGGISTICA

PREMESSA

La presente relazione è stata redatta in ottemperanza all'esigenza dell'Ente Comunale, il quale intende migliorare ed implementare i livelli di servizi infrastrutturali ed urbani del proprio territorio, attraverso la realizzazione di opere che mirano ad eliminare l'officiosità di carenze attraverso il loro potenziamento e la loro implementazione.

Gli interventi descritti nella presente relazione riguardano due immobili di proprietà comunale il primo adibito a scuola primaria composto ad un unico piano fuori terra, mentre il secondo prospiciente la prima scuola, è composto da due piani fuori terra al cui primo piano risiede la scuola dell'infanzia. Gli interventi da attuare su quest'ultimo immobile sono al solo piano terra, che ad oggi si presenta internamente allo stato rustico privo di qualsiasi finitura ed impiantistica.

Gli immobili sono ubicati in località Marcellina in Via Orsomarso e Via della fibula.

Le opere in progetto riguarderanno la realizzazione dei seguenti interventi:

- 1.** Ampliamento della scuola elementare, mediante un nuovo corpo con struttura portante in legno lamellare;
- 2.** Ultimazione del piano terra scuola dell'infanzia;
- 3.** ripristino dei relativi spazi esterni.

Le opere così pensate mirano a soddisfare i bisogni crescenti della popolazione che da un punto di vista demografico fanno segnare un incremento di bambini.

La finalità del progetto è dunque quella di aumentare il numero dei posti disponibili per la scuola primaria e soddisfare le continue richieste di nuove iscrizioni.

ANALISI DEL SITO

L'intervento di ampliamento e completamento della scuola primaria di Via Orsomarso è situato in zona centrale dell'abitato di Marcellina che conta la frazione più grande del comune di Santa Maria del Cedro (CS).

La stessa zona è classificata secondo il piano di governo della città come area **F2 - ATTREZZATURE SCOLASTICHE**; di fatti l'area è composta da due edifici scolastici.

Nelle immediate vicinanze ed intorno ad essa si sviluppano molteplici attività rivolte alla comunità, strutture di interesse pubblico quali scuole, servizio postale, chiese, piazze e verde pubblico, che rendono tali edifici strategici e d'interesse collettivo.

L'area dei lavori è caratterizzata dalla presenza di due scuole parallele l'una all'altra, il primo corpo di fabbrica denominato "scuola dell'infanzia" ha struttura portante in cemento armato, il piano terra che non è comunicante sempre in cemento armato con il piano primo costituirà l'ampliamento della scuola primaria. Il secondo corpo di fabbrica denominata "scuola primaria" distanziato di circa 14 metri dal primo è composta da un unico piano terra a pianta pressoché regolare.

L'epoca di costruzione delle due scuole risale a due periodi differenti: la prima, scuola primaria (elementare) è stata costruita intorno agli anni sessanta, mentre la seconda, denominata scuola dell'infanzia (materna), è stata realizzata nei primi anni ottanta.



Vista dei due corpi di Fabbrica



Vista del corpo di fabbrica - Scuola Primaria



Vista del corpo di fabbrica - Scuola dell'infanzia

DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI

1. Nuova Struttura in legno lamellare - Ampliamento

Come si è già avuto modo di anticipare, l'intervento ha l'obiettivo di ampliare, ridistribuire e razionalizzare gli spazi della scuola primaria al fine di poter evadere le richieste di nuove iscrizioni.

Il progetto prevede la realizzazione di una nuova struttura in ampliamento di circa 115 mq ad unico piano fuori terra che si colloca tra i due fabbricati esistenti così da poterli rendere comunicanti e creare un unico edificio scolastico sviluppato sullo stesso livello.

Il nuovo corpo con struttura portante in legno lamellare sarà composto da due aule per attività didattiche normali e da un corridoio che si collegherà al piano terra del primo corpo di fabbrica superando così un dislivello tra le due strutture di circa un metro.

Le due aule didattiche del nuovo corpo, ciascuna con superficie pari a circa 34,00 mq. sono state pensate per ospitare 19 alunni ciascuna così da rispettare il parametro di 1/8 mq/alunni dettato dal D.M. 18.12.1975 - "Norme tecniche aggiornate relative all'edilizia scolastica, ivi compresi gli indici di funzionalità didattica, edilizia ed urbanistica, da osservarsi nella esecuzione di opere di edilizia scolastica".

1.a Descrizione della Struttura e dei Materiali.

Opere in Elevazione:

- Le strutture verticali e orizzontali saranno in legno lamellare GLh24 con sezione di cm 16*32 e classe di resistenza al fuoco almeno R60.
- La copertura è prevista ad un'unica falda inclinata con struttura in legno lamellare GLh24 con sezione di cm 16*32 e 20*40 e classe di resistenza al fuoco almeno R60.

1.b Descrizione dei Materiali di finitura esterna

- Gli infissi saranno in alluminio a taglio termico di colore bianco così da allinearsi all'attuale scuole pre-esistente.
- Le pareti di tamponamento esterno con spessore di cm 35,00 avranno orditura metallica doppia e parallela con rivestimento in lastre in cartongesso per esterno rifinite con apposito rasante a base cementizia per la successiva fase di tinteggiatura con colori chiari così per come specificato negli elaborati grafici di progetto.
- Il solaio di copertura sarà dotato di idonea coibentazione termica in lana di roccia, mentre il manto di copertura, a posare su una doppia orditura metallica, sarà realizzato con lastre grecate coibentate con schiuma poliuretana a cellule chiuse, applicata all'intradosso della lastra con spessore costante 10 mm a seguire la superficie geometrica della greca da posare e sormontare con sovrapposizione laterale pari ad una greca e mezzo. La finitura superficiale è di tipo: liscio naturale – preverniciato sul lato a vista e con primer sul lato opposto, mentre la finitura preverniciata è nel colore standard bianco grigio (RAL 9002). La finitura superficiale della copertura non sarà a vista in quanto a partire dal piano di gronda della copertura sarà posto perimetralmente un muretto di altezza pari a circa 50 cm che nasconderà quasi del tutto il manto di copertura.
- Le opere di lattoneria saranno in acciaio zincato preverniciato da 8/10 mm idoneamente sagomate e montate come da disegni tecnici e indicazioni impartite dalla DD.LL. di colore bianco e grigio perla.
- Le porte d'uscita verso l'esterno, di colore bianco, fungeranno anche da uscita di sicurezza per cui dotate di maniglioni antipanico con apertura nel senso dell'esodo e larghezza almeno 1,20 metri pari a due moduli. Le stesse dovranno essere fornite con battente doppio, in acciaio a doppia lamiera zincata a caldo con rinforzo interno e

isolamento in lana minerale, dotata di vetrate termoisolanti, composti da due lastre di vetro antinfortunistico, intercapedine lastre 16 mm (4+16+4).

Tutti gli infissi sono stati pensati in modo da garantire una continuità con quelli già presenti.

2. Completamento Piano Terra - struttura esistente (scuola dell'infanzia)

L'intervento riguarderà l'ultimazione dei locali posti al piano terra del fabbricato che ospita al primo piano la scuola dell'infanzia, si precisa che i due piani non sono comunicanti tra loro.

Attualmente gli spazi interni risultano privi di qualsiasi rifinitura, impiantistica e servizi igienici.

Le opere da realizzare hanno come obiettivo quello di implementare i servizi e le attività didattiche normali e collettive connesse alla scuola primaria.

In particolare per via delle opere da realizzare verranno variati i seguenti prospetti:

Prospetto Ovest:

saranno sostituite n. 5 porte d'ingresso del tipo "a garage" in lamiera zincata con nuovi infissi in alluminio di colore bianco composti da invetriate laterali e sopra-luce con al centro una porta a vetro a due battenti con apertura verso l'esterno così da rispettare le norme di sicurezza in materia antincendio. Gli infissi sono stati pensati in modo da garantire una continuità con quelli già esistente al piano primo.

Prospetto Nord:

E' prevista l'apertura sulla facciata per l'inserimento di un nuovo infisso in alluminio di colore bianco con le stesse caratteristiche di quello descritto nel precedente prospetto ovest, in modo da avere un continuo architettonico in tutte le facciate.

Prospetto Sud:

In corrispondenza dell'attuale finestra con grata in ferro sarà prevista la sostituzione con due infissi in alluminio di colore bianco ad uso della nuova aula didattica progettata.

Inoltre in corrispondenza del nuovo bagno per disabili sarà realizzata una nuova finestra con le stesse caratteristiche e finiture delle precedenti.

Prospetto Est:

In corrispondenza dei nuovi servizi igienici in progetto saranno sostituiti gli attuali infissi fatiscenti e quasi del tutto privi di vetri e finiture con nuove finestre in alluminio bianco aventi le stesse caratteristiche degli altri elementi precedentemente elencati. Inoltre si precisa che gli infissi dei servizi igienici non saranno visibili dall'esterno, in quanto gli stessi sono prospicienti un'intercapedine confinante con un muro di sostegno che assolve il compito di contenere il terreno proveniente da monte.

Di seguito vengono riportate le caratteristiche tecniche degli infissi sopra detti:

Gli infissi saranno in alluminio a taglio termico e dotati di vetrate termoisolanti, composti da due lastre di vetro antinfortunistico, intercapedine lastre 16 mm (4+16+4), a completamento saranno installati avvolgibili con guide in ferro ad "U" ed avvolgitore incassato di ferro in PVC pesante e cinghia di nailon o plastica armata di colore chiaro.

Le due porte di sicurezza per esterni sono con battente, singolo e doppio, in acciaio a doppia lamiera zincata a caldo con rinforzo interno e isolamento in lana minerale, dotati di vetrate termoisolanti, composti da due lastre di vetro antinfortunistico, intercapedine lastre 16 mm (4+16+4), corredate di maniglioni antipanico dal lato interno.

Tutte le modifiche apportate ai prospetti sopra elencati, sono il risultato di una nuova e funzionale progettazione architettonica che ha avuto lo scopo di riutilizzare e migliorare i preesistenti spazi interni d'impiego alle seguenti attività:

- un'aula per attività didattiche normali avente superficie pari a circa 30 metri quadrati;
- aula da destinare ad attività collettive integrative e della comunità educativa con superficie di circa 30 metri quadrati;
- aula da destinare ad attività collettive integrative e della comunità educativa con superficie di circa 168 metri quadrati;

- infine a corredo delle attività sopra descritte saranno realizzati quattro nuovi moduli destinati a servizi igienici distinti per sesso e per categoria di utente (persone con disabilità, bambine, bambini, personale docente, ATA e utenti esterni).

L'adeguamento del piano terra sopra descritto e il nuovo corpo in progetto formeranno con la scuola esistente un unico edificio scolastico che si sviluppa su uno stesso livello.

ASPETTO PAESAGGISTICO-AMBIENTALE

L'intervento in oggetto, ricade in area fortemente urbanizzata con tipologie di opere simili a quelle in progetto in quanto trattasi di ampliamento e completamento dell'attuale scuola elementare, inoltre, la stessa zona è classificata secondo il piano di governo della città come area **F2** - ATTREZZATURE SCOLASTICHE; di fatti l'area è composta da due edifici scolastici, per cui inquadrandosi nel contesto paesaggistico circostante non crea turbativa del paesaggio precostituito trattandosi di modeste opere che non incideranno, a nostro parere, sull'aspetto estetico già approvato in quanto la tipologia costruttiva prefigurata andrà a perseguire quanto più possibile le stesse caratteristiche per materiali, finiture e forme architettoniche dell'esistente costruito.

L'intervento descritto non è collocato in punti di particolare visibilità (pendio, lungo mare, lungo fiume, ecc.), di fatti lo stesso è ben contenuto tra due edifici scolastici ad Est ed Ovest in quanto trattasi di costruzioni in aderenza e da un muro di sostegno alto circa ml. 4,50 posto a Sud del complesso che di fatti impedisce quasi del tutto la visibilità dell'opera in progetto lungo lo stesso lato.

In quanto trattasi di interventi su edifici e manufatti esistenti è stato rappresentato lo stato di fatto della preesistenza negli elaborati grafici allegati.

Nelle soluzioni progettuali è stata curata, in particolare, l'adeguatezza architettonica (forma, colore, materiali, rapporto volumetrico con la preesistenza), del nuovo intervento

con l'oggetto edilizio preesistente e con l'intorno basandosi su criteri di continuità paesaggistica il quale hanno contribuito a migliorare la qualità complessiva dei luoghi.

Da tanto descritto non si ravvedono cause significative di rischio né per la salute umana, né per l'ambiente e la comunità potenzialmente coinvolta a seguito dell'intervento.

Essendo zona sottoposta a vincolo ambientale di cui al DLgs n°42/2004 si richiede il nulla osta paesaggistico ambientale.

Nell'area di intervento non si ravvisano elementi particolari di valore paesaggistico.

In quanto agli effetti conseguenti alla realizzazione dell'opera, l'intervento non comporta modifiche indispensabili della morfologia per l'ubicazione del manufatto, non presenta modificazioni sostanziali della compagine vegetale, non comporta modificazioni dello skyline naturale, e non presenta modificazioni dell'assetto fondiario, agricolo e colturale.

CONCLUSIONI

L'intero progetto ha l'obiettivo di ampliare, ridistribuire e razionalizzare gli spazi della scuola primaria al fine di poter evadere le richieste di nuove iscrizioni.

Inoltre, la progettazione è volta alla riduzione dell'impatto ambientale del fabbricato, al risparmio energetico ed al miglioramenti degli elementi costruttivi in modo da rispettare le prescrizioni di legge in materia di abbattimento acustico, risparmio energetico e norme tecniche sulle costruzioni.

Per quanto non specificato nella presente relazione tecnica, si rimanda agli elaborati grafici allegati che ne fanno parte integrante.

Santa Maria del Cedro

Dicembre 2016

I Progettisti e DD.LL.

Dott. Geom. Giuseppe Riccetti

Geom. Carmine Covucco



PROGETTO ANTINCENDI

AL COMANDO PROVINCIALE
dei VV.F. di COSENZA - CALABRIA

RELAZIONE TECNICA ANTINCENDIO

OGGETTO: Scuole di ogni ordine, grado e tipo, collegi, accademie con oltre 100 persone presenti; asili nido con oltre 30 persone presenti: nuovo insediamento
VIA ORSOMARSO SNC, 87020 SANTA MARIA DEL CEDRO - CS

IL COMMITTENTE: COMUNE DI SANTA MARIA DEL CEDRO (CS)
IL RESPONSABILE ING. Durante Giuseppe
DEL SERVIZIO:

Data, 24/11/2016

Il Responsabile della progettazione

Dr. Geom. Riccetti Giuseppe

Geom. Covucci Carmine

PREMESSA

Scopo della presente relazione, redatta ai sensi del D.M. 07/08/2012, è quello di fornire gli elementi necessari per la valutazione del progetto ai fini della progettazione di prevenzione incendi.

L'attività in oggetto è individuata al n. **67 - Scuole di ogni ordine, grado e tipo, collegi, accademie con oltre 100 e fino a 300 persone presenti; asili nido con oltre 30 persone presenti** del D.P.R. 151 del 01/8/2011.

Nel seguito della relazione sono descritte le scelte progettuali effettuate per l'attività suddetta.

Il presente progetto è stato redatto in ottemperanza all'esigenza dell'Ente Comunale, il quale intende migliorare ed implementare i livelli di servizi infrastrutturali ed urbani del proprio territorio, attraverso la realizzazione di opere che mirano ad eliminare l'officiosità di carenze attraverso il loro potenziamento e la loro implementazione.

Gli interventi descritti nella presente relazione riguardano due immobili di proprietà comunale, il primo adibito a scuola elementare composto ad un unico piano fuori terra, mentre il secondo prospiciente al primo corpo di fabbrica, è composto da due piani fuori terra, non comunicanti tra loro, al cui primo piano risiede la scuola materna. Gli interventi da attuare su quest'ultimo immobile (scuola materna) sono al solo piano terra che ad oggi risulta allo stato rustico privo di qualsiasi destinazione d'uso, il quale costituirà unitamente al nuovo corpo da realizzare un'estensione dell'attuale scuola elementare, i quali andranno a costituire un'unica compartimentazione.

Gli interventi riguardano quindi, l'ampliamento della scuola elementare mediante la realizzazione dei seguenti interventi:

1. nuovo corpo con struttura portante in legno lamellare;
2. completamento del piano terra del secondo corpo di fabbrica dove attualmente al primo piano risiede la scuola materna;

La scuola elementare ospiterà un totale di 234 bambini, 11 insegnanti, 5 personale ATA, per un totale di 250 persone. Essa risulterà essere ubicata su unico piano fuori terra (Piano Terra).

A servizio della scuola elementare vi è un impianto fotovoltaico posto in copertura, composto da n. 78 moduli aventi una potenza totale pari a 19,5 Kwp.

Si precisa che a servizio del complesso verrà inoltre realizzata una sala per rappresentazioni, essa sarà utilizzata dagli alunni sia durante l'orario scolastico che in orario extra scolastico.

NORME DI RIFERIMENTO

- Decreto Presidente della Repubblica del 1° agosto 2011, n. 151 - Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione degli incendi, a norma dell'articolo 49 comma 4-quater, del decreto-legge 31 maggio 2011, n. 78, convertito, con modificazioni, dalla legge 30 luglio 2010, n. 122.
- Decreto Ministero dell'Interno del 30 novembre 1983 - Termini, definizioni generali e simboli grafici di prevenzione incendi.
- Decreto Ministero dell'Interno del 7 agosto 2012 - Disposizioni relative alle modalità di presentazione delle istanze concernenti i procedimenti di prevenzione incendi e alla documentazione da allegare, ai sensi dell'articolo 2, comma 7, del decreto del Presidente della Repubblica 1 agosto 2011, n. 151.
- Decreto Ministero dell'Interno del 26 agosto 1992 - Norme di prevenzioni incendi per l'edilizia scolastica.
- Decreto Legislativo del 19 marzo 1996 n.242. - Modificazioni del Decreto Ministeriale 19 Settembre 1994 n.626.
- Decreto Ministero dell'Interno del 20 dicembre 2012 - Regola tecnica di prevenzione incendi per gli impianti di protezione attiva contro l'incendio installati nelle attività soggette ai controlli di prevenzione incendi.

CLASSIFICAZIONE

L'edificio scolastico viene classificato in funzione delle presenze effettive contemporanee in essa prevedibile di alunni, di personale docente e non docente. L'istituto "SCUOLA ELEMENTARE DI VIA ORSOMARSO" rientra nel tipo 1: da 101 a 300 presenze contemporanee.

CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE

Scelta dell'area

L'edificio adibito a scuola non si troverà ubicato in prossimità di attività che comportano gravi rischi di incendio e/o esplosione. La scelta del sito soddisfa le disposizioni contenute nel decreto del Ministero dei lavori pubblici 18 dicembre 1975.

Ubicazione

I locali scolastici saranno ubicati in edifici indipendenti.

Accessi all'area

Gli accessi alle aree sono progettati secondo quanto prescritto dalla normativa vigente onde consentire l'intervento dei VV.F.

L'elenco di seguito mostrato riporta in dettaglio le caratteristiche degli accessi.

da via Orsomarso

- larghezza dell'accesso: 4.00 m;

- altezza libera: 6.00 m;
- raggio di volta: 13.00 m;
- pendenza: 6 %;
- resistenza al carico: 20 t (passo 4 m).

da via della Fibula

- larghezza dell'accesso: 6.00 m;
- altezza libera: 6.00 m;
- raggio di volta: 13.00 m;
- pendenza: 2 %;
- resistenza al carico: 20 t (passo 4 m).

Accostamento autoscale

Sarà assicurata la possibilità di accostamento all'edificio delle autoscale dei Vigili del Fuoco.

Separazione

COMPORTAMENTO AL FUOCO

Resistenza al fuoco

L'altezza antincendio sarà pari a 4 m, le strutture portanti garantiranno una resistenza al fuoco pari a R 60 e le strutture separanti garantiranno una resistenza al fuoco pari a REI 60.

Reazione al fuoco dei materiali

Negli atri, nei corridoi, nei disimpegni, nelle scale, nelle rampe, nei percorsi orizzontali protetti, nei passaggi in genere, sarà consentito l'impiego di materiali di classe 1 in ragione del 50% massimo della loro superficie totale (pavimento + pareti + soffitto + proiezioni orizzontali delle scale). Per le restanti parti saranno impiegati materiali di classe 0 (non combustibili); i materiali di rivestimento combustibili, ammessi nelle varie classi di reazione al fuoco saranno posti in opera in aderenza agli elementi costruttivi, di classe 0 escludendo spazi vuoti o intercapedini; i materiali suscettibili di prendere fuoco su entrambe le facce (tendaggi, ecc.) saranno di classe di reazione al fuoco non superiore ad 1.

SEZIONAMENTI

Compartimentazione

La massima superficie di compartimentazione sarà pari a 910 m².

MISURE PER L'EVACUAZIONE IN CASO DI EMERGENZA

Piani e Compartimenti

L'edificio scolastico è composto da 1 piani. Le caratteristiche dei diversi piani sono riportate di seguito:

PIANO TERRA

Trattasi di un unico piano con un unico comparto caratterizzato da aule didattiche, aule attività integrative, servizi igienici e deposito.

Caratteristiche del piano:

- tipologia: fuori terra;
- superficie: 910 m²;
- n° vie d'uscita: 4;
- capacità di deflusso: 60 p/modulo;
- densità di affollamento: 0.28 p/m²;
- massimo affollamento ipotizzabile: 255 presenze contemporanee;
- quote pavimentazioni: 0.0 m; 0.60m; 1.00 m

PIANO TERRA

Il piano presenta 4 vie d'uscita.

L'elenco di seguito riportato indica le caratteristiche di ciascuna di esse:

Via d'uscita:

PERCORSO 1

- percorso: Il PERCORSO 1 serve la parte di scuola destinata alle seguenti attività:- n°4 aule didattiche;- n°1 aula attività integrativa;- n°2 locali servizi igienici- n° 1 locali di deposito
- lunghezza del percorso: 50 m
- larghezza dell'uscita: 180 cm (tolleranza del +/- 5%)
- larghezza del percorso: ≥ 150 cm (tolleranza del +/- 5%)

Via d'uscita:

PERCORSO 2

- percorso: Il PERCORSO 2 serve la parte di scuola destinata alle seguenti attività:- n°4 aule didattiche;- n°1 aula attività integrativa_1;- n°4 locali servizi igienici
- lunghezza del percorso: 45 m
- larghezza dell'uscita: 2 da 120 cm (tolleranza del +/- 5%)
- larghezza del percorso: 150 cm (tolleranza del +/- 5%)

Via d'uscita:

PERCORSO 3

- percorso: Il PERCORSO 3 serve la parte di scuola destinata alle seguenti attività:- n°1 aula attività integrativa_2 - utilizzabile anche come sala rappresentazioni;
- lunghezza del percorso: 30 m
- larghezza dell'uscita: 120 cm (tolleranza del +/- 5%)
- larghezza del percorso: ≥ 150 cm (tolleranza del +/- 5%)

Il sistema di vie d'uscita descritto permette di rispettare i vincoli sulla capacità di deflusso di 60 (in persone/modulo) del piano in base alla densità di affollamento prevista per esso, pari a 0.28 (in persone/m²).

Inoltre, i percorsi suddetti saranno dotati di idonea segnaletica e di impianti di illuminazione di sicurezza, in aggiunta a quelli di illuminazione ordinaria. In termini di misure di protezione, si adotteranno le opportune misure di protezione sia attiva che passiva e si predisporranno gli addetti a mantenere gli stessi percorsi privi di ogni tipo di ostacolo che possa rappresentare un ingombro.

Le uscite da ciascun piano dell'edificio non saranno inferiori a due, e saranno posizionate in punti ragionevolmente contrapposti. I locali destinati ad uso collettivo (spazi per esercitazioni, spazi per l'informazione ed attività parascolastiche, mense, dormitori) saranno dotati, oltre che della normale porta di accesso, anche di almeno una uscita di larghezza non inferiore a due moduli, apribile nel senso del deflusso, con sistema a semplice spinta, che adduca in luogo sicuro. Le aule didattiche saranno servite da una porta ogni 50 persone presenti; le porte avranno larghezza almeno di 1.20m e si apriranno nel senso dell'esodo quando il numero massimo di persone presenti nell'aula sia superiore a 25 e per le aule per esercitazione dove si depositano e/o manipolano sostanze infiammabili o esplosive quando il numero di persone presenti sia superiore a 5. Le porte che si apriranno verso corridoi interni di deflusso saranno realizzate in modo da non ridurre la larghezza utile dei corridoi stessi per rispettare il parametro minimo di 1,20 m.

SPAZI A RISCHI SPECIFICO

Spazi per depositi

Saranno presenti i seguenti tipi di deposito:

- depositi di materiali infiammabili;
- depositi di materiali solidi combustibili.

Ubicazione	Strutture	Accesso	Sup. (in m ²)
piani fuori terra	REI 60	porte REI 60	16

Le strutture del deposito di materiali solidi combustibili garantiranno una resistenza al fuoco pari a REI 60. L'accesso al deposito avverrà tramite porta con caratteristiche di REI 60 dotata di congegno di autochiusura. I locali avranno apertura di aerazione di superficie non inferiore ad 1/40 della superficie in pianta, protette da robuste griglie a maglia fitta. Ad uso di ogni locale sarà previsto almeno un estintore, di tipo approvato, di capacità estinguente non inferiore a 21 A, ogni 200 m² di superficie. I depositi di materiali infiammabili liquidi e gassosi saranno ubicati al di fuori del volume del fabbricato; lo stoccaggio, la distribuzione e l'utilizzazione di tali materiali saranno eseguiti in conformità delle norme e dei criteri tecnici di prevenzione incendi. Ogni deposito sarà dotato di almeno un estintore di tipo approvato, di capacità estinguente non inferiore a 21 A, 89 B, C ogni 150 m² di superficie.

Servizi tecnologici

Impianti di condizionamento e di ventilazione

Nell'edificio scolastico saranno presenti impianti di condizionamento. L'impianto di condizionamento e ventilazione sarà di tipo centralizzato.

La potenza dell'impianto centralizzato sarà minore di 75 kw.

Le strutture di separazione garantiranno una resistenza al fuoco pari a REI 60.

Le condotte attraverseranno i seguenti spazi:

- luoghi sicuri (non a cielo libero).

Le condotte saranno racchiuse in strutture resistenti al fuoco di classe almeno pari a quella del vano attraversato.

Dati Tecnici Impianto Di Climatizzazione :

n° 17 Ventil a parete con comando a bordo - tipo fancoil sistema idronico

n° 1 Chiller per sistema di climatizzazione Caldo/freddo; da installarsi esternamente alla struttura realizzata;

n° 1 Caldaia a condensazione 22 Kw Classe A++; da installarsi in apposito vano tecnico esterno alla struttura con resistenza al fuoco REI 60

n° 36 Elementi radianti in alluminio per bagni, completi di kit

Le tubazioni da utilizzare per l'impianto saranno del tipo: Tubo multistrato coibentato 15mm.

Dispositivi di controllo

L'impianto sarà dotato di un dispositivo di comando manuale, situato in un punto facilmente accessibile, per l'arresto dei ventilatori in caso di incendio.

- dispositivi automatici termostatici: avendo l'impianto una potenzialità superiore a 20.000mc/h questo sarà dotato di dispositivi termostatici di arresto automatico dei ventilatori in caso di aumento anormale della temperatura nelle condotte.

Spazi per l'informazione e le attività parascolastiche

Saranno presenti i seguenti locali:

Tipo locale	Ubicazione
sale per rappresentazione	locali fuori terra

La capienza dei locali sarà pari a 99 persone.

IMPIANTI ELETTRICI

Gli impianti elettrici del complesso scolastico saranno realizzati in conformità alla legge 1° marzo 1968, n. 186. La scuola sarà munita di interruttore generale, posto in posizione segnalata, che permetterà di togliere tensione all'impianto elettrico dell'attività; tale interruttore sarà munito di comando di sgancio a distanza, posto nelle vicinanze dell'ingresso o in posizione presidiata.

Le scuole saranno dotate di un impianto di sicurezza alimentato da apposita sorgente, distinta da quella ordinaria. L'impianto elettrico di sicurezza alimenterà le seguenti utilizzazioni,

strettamente connesse con la sicurezza delle persone: a) illuminazione di sicurezza, compresa quella indicante i passaggi, le uscite ed i percorsi delle vie di esodo che garantisca un livello di illuminazione non inferiore a 5 lux; b) impianto di diffusione sonora e/o impianto di allarme. Nessun'altra apparecchiatura sarà collegata all'impianto elettrico di sicurezza. L'alimentazione dell'impianto di sicurezza potrà essere inserita anche con comando a mano posto in posizione conosciuta dal personale. L'autonomia della sorgente di sicurezza non sarà inferiore ai 30 minuti. Saranno presenti nell'edificio lampade con alimentazione autonoma.

Il dispositivo di carica degli accumulatori sarà di tipo automatico e consentirà la ricarica completa entro 12 ore.

SISTEMI DI ALLARME

La scuola sarà munita di un sistema di allarme in grado di avvertire gli alunni ed il personale presenti in caso di pericolo. Il sistema di allarme avrà caratteristiche atte a segnalare il pericolo a tutti gli occupanti il complesso scolastico ed il suo comando sarà posto in locale costantemente presidiato durante il funzionamento della scuola.

Il sistema di allarme sarà costituito dello stesso impianto a campanelli usato normalmente per la scuola, ma con un suono particolare convenuto.

MEZZI ED IMPIANTI FISSI DI PROTEZIONE ED ESTINZIONE DEGLI INCENDI

Reti idranti (con applicazione del D.M. 20/12/2012)

Analizzate le caratteristiche dell'attività, si può ad essa associare un livello di pericolosità pari a livello 1, secondo la classificazione indicata dal D.M. 20/12/2012.

Per soddisfare i requisiti di progetto previsti dalla UNI 10779 per la rete a protezione interna si garantirà che la pressione di erogazione di ciascun terminale sia pari ad almeno 2 bar e che la portata non sia inferiore a 120 l/min.

I terminali utilizzati saranno idranti DN45.

Non è necessaria alcuna rete a protezione esterna.

La protezione sarà assicurata con l'installazione di soli idranti. L'impianto dovrà essere dimensionato per garantire il simultaneo funzionamento di non meno di 2 idranti.

In accordo a quanto previsto dalla normativa UNI EN 12845, l'alimentazione sarà classificabile come di tipo "singola".

La durata dell'alimentazione sarà di almeno 30 minuti.

acquedotto comunale

La scuola sarà dotata di una rete di idranti costituita da una rete di tubazione realizzata ad anello. Dalla rete sarà derivato ad ogni piano, sia fuori terra che interrato, almeno un idrante con attacco UNI 45, a disposizione per eventuale collegamento di tubazione flessibile o attacco per naspo.

La tubazione flessibile sarà costituita da un tratto di tubo approvato, con caratteristiche di lunghezza tali da consentire di raggiungere col getto ogni punto dell'area protetta. Il naspo sarà corredato di tubazione semirigida con diametro minimo di 25 mm e di lunghezza idonea ad assicurare l'intervento in tutte le aree del piano medesimo. Al piede di ogni colonna montante,

poichè l'edificio avrà meno di 4 piani fuori terra, sarà installato un solo attacco per autopompa per tutto l'impianto.

Le tubazioni di alimentazione e quelle costituenti la rete saranno protette dal gelo, da urti e dal fuoco.

Le colonne montanti correranno, a giorno o incassate, in appositi alloggiamenti resistenti al fuoco di resistenza REI 60.

Estintori

Saranno installati estintori portatili di capacità estinguente non inferiore 13 A, 89 B, C di tipo approvato dal Ministero dell'interno in ragione di almeno un estintore per ogni 200 m² di pavimento o frazione di detta superficie, con un minimo di due estintori per piano.

Complessivamente l'intero complesso scolastico consta di una superficie di mq 910 ragionon per cui è prevista l'installazione di n°6 idranti più che sufficienti per rispettare la vigente normativa.

SEGNALETICA DI SICUREZZA

Saranno osservate le disposizioni sulla segnaletica di sicurezza: D.Lgs. n.81/2008 e s.m.i..

NORME DI ESERCIZIO

A cura del titolare dell'attività sarà predisposto un registro di controlli periodici dove saranno annotati tutti gli interventi ed i controlli relativaall'efficienza degli impianti elettrici, dell'illuminazione di sicurezza, dei presidi antincendio, dei dispositivi di sicurezza e di controllo, delle aree a rischio specifico e dell'osservanza della limitazione dei carichi d'incendio nei vari ambientidell'attività.

Tale registro sarà mantenuto costantemente aggiornato e disponibile per i controlli da parte dell'autorità competente.

Le vie di uscite saranno tenute costantemente sgombre da qualsiasi materiale.

OBIETTIVI

Ai fini della sicurezza antincendio e per conseguire gli obiettivi di incolumità delle persone e tutela dei beni, i locali destinati alle attività soggette a controllo saranno realizzati e gestiti in modo da:

- *minimizzare le cause di incendio;*
- *garantire la stabilità delle strutture portanti al fine di assicurare il soccorso agli occupanti;*
- *limitare la produzione e la propagazione di un incendio all'interno dei locali;*
- *limitare la propagazione di un incendio ad edifici e/o locali contigui;*

- assicurare la possibilità che gli occupanti lascino i locali indenni o che gli stessi siano soccorsi in altro modo;
- garantire la possibilità per le squadre di soccorso di operare in condizioni di sicurezza.

IMPIANTI FOTOVOLTAICI A SERVIZIO DELLE ATTIVITÀ

Nel progetto in esame si tiene in conto anche della presenza dell'impianto fotovoltaico a servizio dell'attività 'Scuole oltre 100 presenze'.

In base alle definizioni previste dalla Circolare N°1324 del 07/02/2012 e successive note, l'installazione di un impianto fotovoltaico incorporato nell'attività soggetta può comportare un aggravio del livello di rischio incendio, in termini di:

- interferenza con il sistema di ventilazione dei prodotti della combustione;
- ostacolo alle operazioni di raffreddamento/estinzione di tetti combustibili;
- rischio di propagazione delle fiamme all'esterno o verso l'interno del fabbricato;
- sicurezza degli operatori addetti alla manutenzione;
- sicurezza degli addetti alle operazioni di soccorso.

Pertanto, l'installazione degli impianti fotovoltaici a servizio delle attività soggette ai controlli di prevenzione incendi richiede gli adempimenti previsti dal comma 6 dell'art. 4 del D.P.R. n. 151 del 1° agosto 2011.

NORME DI RIFERIMENTO

- Nota DCPREV prot n. 1324 del 7 febbraio 2012: Guida per l'installazione degli impianti fotovoltaici - Edizione Anno 2012.
- Nota prot. n. 6334 del 4 maggio 2012: Chiarimenti alla nota prot. DCPREV 1324 del 7 feb-braio 2012 "Guida per l'installazione degli impianti fotovoltaici - Edizione 2012".
- Nota prot EM 622/867 del 18/02/2011.
- Nota DCPREV prot. n. 12678 del 28/10/2014.

PRESCRIZIONI IMPIANTO "Scuole oltre 100 presenze"

L'installazione sarà eseguita in modo da evitare la propagazione di un incendio dal generatore fotovoltaico al fabbricato nel quale è incorporato. L'installazione dell'impianto fotovoltaico non potrà avvenire né su strutture o elementi realizzati con materiali incombustibili, né con l'interposizione di uno strato con classe di resistenza almeno EI30, secondo quanto previsto dalla circolare specifica. Si provvederà ad effettuare una valutazione specifica del rischio di propagazione dell'incendio per dimostrare che l'installazione dell'impianto non comporta alcun aggravio delle condizioni di sicurezza antincendio. La classe del materiale di tali elementi sarà di Classe 0, secondo la classificazione prevista dal D.M. 26/06/1984

L'impianto sarà inoltre provvisto di un dispositivo di comando di emergenza, ubicato in posizione segnalata ed accessibile che consente il sezionamento dell'impianto elettrico, all'interno dell'area interessata nei confronti delle sorgenti di alimentazione e dell'impianto stesso.

L'area in cui sarà ubicato il generatore e i suoi accessori sarà segnalata con apposita cartellonistica conforme al D. Lgs. 81/2008, secondo quanto riportato nella Circolare n° 1324 del 7/2/2012.

INDICE

PROGETTO ANTINCENDI	1
PREMESSA	2
SCUOLE OLTRE 100 PRESENZE	2
NORME DI RIFERIMENTO	2
CLASSIFICAZIONE	2
CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE.....	3
Scelta dell'area	3
Ubicazione.....	3
Accessi all'area.....	3
Accostamento autoscale	3
Separazione	3
COMPORAMENTO AL FUOCO.....	4
Resistenza al fuoco	4
Reazione al fuoco dei materiali.....	4
SEZIONAMENTI.....	4
Compartimentazione	4
MISURE PER L'EVACUAZIONE IN CASO DI EMERGENZA.....	4
Piani e Compartimenti	4
SPAZI A RISCHI SPECIFICO.....	6
Spazi per depositi	6
Servizi tecnologici.....	6
Impianti di condizionamento e di ventilazione.....	6
Dispositivi di controllo.....	6
Spazi per l'informazione e le attività parascolastiche	7
IMPIANTI ELETTRICI.....	7
SISTEMI DI ALLARME	7
MEZZI ED IMPIANTI FISSI DI PROTEZIONE ED ESTINZIONE DEGLI INCENDI	7
Reti idranti (con applicazione del D.M. 20/12/2012)	8
Estintori	8
SEGNALETICA DI SICUREZZA	8
NORME DI ESERCIZIO	8
OBIETTIVI.....	9
IMPIANTI FOTOVOLTAICI A SERVIZIO DELLE ATTIVITÀ.....	10
NORME DI RIFERIMENTO	10
PRESCRIZIONI IMPIANTO "Scuole oltre 100 presenze"	10
INDICE.....	12
FIRME	13

FIRME

I Responsabili della progettazione

Dr. Geom. Riccetti Giuseppe

Geom. Covucci Carmine

PROGETTO ANTINCENDI

AL COMANDO PROVINCIALE
dei VV.F. di CS - CALABRIA

DETERMINAZIONE DI PRESTAZIONE E CLASSIFICAZIONE DI RESISTENZA AL FUOCO DELLE STRUTTURE

(D.M. 09 marzo 2007 e D.M. 16 febbraio 2007)

OGGETTO: Scuole di ogni ordine, grado e tipo, collegi, accademie con oltre
100 persone presenti; asili nido con oltre 30 persone presenti:
nuovo insediamento
VIA ORSOMARSO SNC, 87020 SANTA MARIA DEL CEDRO - CS

IL COMMITTENTE: COMUNE DI SANTA MARIA DEL CEDRO (CS)

IL RESPONSABILE ING. Durante Giuseppe

DEL SERVIZIO:

Data, 24/11/2016

Il Responsabile della progettazione

Dr. Geom. Riccetti Giuseppe

Geom. Covucci Carmine

PREMESSA

Scopo della presente relazione è quello di determinare la resistenza al fuoco della struttura in funzione del carico incendio, ai sensi del D.M. 09/03/2007.

Per i compartimenti è presentato il calcolo del carico incendio tenendo conto dei materiali combustibili, con relativa quantità di stoccaggio, presenti o previsti al loro interno.

La verifica alla resistenza è quindi ottenuta confrontando i valori progettuali o di realizzazione degli elementi costitutivi di ciascuna compartimentazione con quelli previsti dalla normativa vigente, tenendo conto della Classe REI richiesta in base al carico incendio ottenuto.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

1. Decreto del Ministero dell'Interno del 09 marzo 2007, recante i criteri per determinare le prestazioni di resistenza al fuoco che devono possedere le costruzioni nelle attività soggette al controllo del Corpo nazionale dei Vigili del Fuoco, ad esclusione delle attività per le quali le prestazioni di resistenza al fuoco sono espressamente stabilite da specifiche regole tecniche di prevenzione incendi.
2. Decreto del Ministero dell'Interno del 16 febbraio 2007, recante classificazione di resistenza al fuoco di prodotti e delle opere da costruzione per i casi in cui è prescritta tale classificazione al fine di conformare le stesse opere e le loro parti al requisito essenziale «Sicurezza in caso di incendio» della direttiva 89/106/CE.
3. Lettera Circolare Prot. n. 1968 del 15/02/2008 - Pareti di muratura portanti resistenti al fuoco.

CARICO DI INCENDIO SPECIFICO DI PROGETTO

Il valore del carico d'incendio specifico di progetto ($q_{f,d}$) è determinato secondo la seguente relazione:

$$q_{f,d} = \delta_{q1} \cdot \delta_{q2} \cdot \delta_n \cdot q_f \quad [\text{MJ/m}^2] \quad (1)$$

dove:

δ_{q1} è il fattore che tiene conto del rischio di incendio in relazione alla dimensione del compartimento e i cui valori sono definiti in Tabella 1;

Superficie in pianta lorda del compartimento (m ²)	δ_{q1}	Superficie in pianta lorda del compartimento (m ²)	δ_{q1}
A < 500	1,00	2500 ≤ A < 5000	1,60
500 ≤ A < 1000	1,20	5000 ≤ A < 10000	1,80
1000 ≤ A < 2500	1,40	A ≥ 10000	2,00

Tabella 1

δ_{q2} è il fattore che tiene conto del rischio di incendio in relazione al tipo di attività svolta nel compartimento ed i cui valori sono definiti in Tabella 2;

Classi di rischio	Descrizione	δ_{q2}
I	Aree che presentano un basso rischio di incendio in termini di probabilità di	0,80

	innesco, velocità di propagazione delle fiamme e possibilità di controllo dell'incendio da parte delle squadre di emergenza	
II	Aree che presentano un moderato rischio di incendio in termini di probabilità d'innesco, velocità di propagazione di un incendio e possibilità di controllo dell'incendio stesso da parte delle squadre di emergenza	1,00
III	Aree che presentano un alto rischio di incendio in termini di probabilità d'innesco, velocità di propagazione delle fiamme e possibilità di controllo dell'incendio da parte delle squadre di emergenza	1,20

Tabella 2

$\delta_n = \prod_i \delta_{ni}$ è il fattore che tiene conto delle differenti misure di protezione e i cui valori sono definiti in Tabella 3;

δ_{ni} , Funzione delle misure di protezione								
Sistemi automatici di estinzione		Sistemi di evacuazione automatica di fumo e calore	Sistemi automatici di rilevazione, segnalazione e allarme di incendio	Squadra aziendale dedicata alla lotta antincendio ¹	Rete idrica antincendio		Percorsi protetti di accesso	Accessibilità ai mezzi di soccorso VVF
ad acqua	altro				interna	interna e esterna		
δ_{n1}	δ_{n2}	δ_{n3}	δ_{n4}	δ_{n5}	δ_{n6}	δ_{n7}	δ_{n8}	δ_{n9}
0,60	0,80	0,90	0,85	0,90	0,90	0,80	0,90	0,90

Tabella 3

q_f è il valore nominale del carico d'incendio specifico da determinarsi secondo la formula:

$$q_f = \frac{\sum_{i=1}^n g_i \cdot H_i \cdot m_i \cdot \psi_i}{A} \quad [\text{MJ/m}^2] \quad (2)$$

dove:

- g_i massa dell'i-esimo materiale combustibile [kg];
- H_i potere calorifico inferiore dell'i-esimo materiale combustibile [MJ/kg],
i valori di H_i dei materiali combustibili possono essere determinati per via sperimentale in accordo con UNI EN ISO 1716:2002 ovvero essere mutuati dalla letteratura tecnica;
- m_i fattore di partecipazione alla combustione dell'i-esimo materiale combustibile pari a 0,80 per il legno e altri materiali di natura cellulosica e 1,00 per tutti gli altri materiali combustibili;
- ψ_i fattore di limitazione della partecipazione alla combustione dell'i-esimo materiale combustibile pari a 0 per i materiali contenuti in contenitori appositamente progettati per resistere al fuoco; 0,85 per i materiali contenuti in contenitori non combustibili e non appositamente progettati per resistere al fuoco; 1 in tutti gli altri casi;
- A superficie in pianta lorda del compartimento [m²].

¹ Gli addetti devono aver conseguito l'attestato di idoneità tecnica di cui all'art. 3 della legge 28 novembre 1996, n. 609, a seguito del corso di formazione di tipo C di cui all'allegato IX del decreto ministeriale 10 marzo 1998.

Qualora, in alternativa alla formula suddetta, si pervenga alla determinazione di q_f attraverso una valutazione statistica del carico di incendio per la specifica attività, si deve far riferimento a valori con probabilità di superamento inferiore al 20%.

Lo spazio di riferimento generalmente coincide con il compartimento antincendio considerato e il carico di incendio specifico è quindi riferito alla superficie in pianta lorda del compartimento stesso, nell'ipotesi di una distribuzione sufficientemente uniforme del carico di incendio. In caso contrario il valore nominale q_f del carico d'incendio specifico è calcolato anche con riferimento all'effettiva distribuzione dello stesso.

Richieste di Prestazione

1. Le prestazioni da richiedere ad una costruzione, in funzione degli obiettivi di sicurezza, sono individuate nei seguenti livelli:
 - Livello I: Nessun requisito specifico di resistenza al fuoco dove le conseguenze della perdita dei requisiti stessi siano accettabili o dove il rischio di incendio sia trascurabile.
 - Livello II: Mantenimento dei requisiti di resistenza al fuoco per un periodo sufficiente all'evacuazione degli occupanti in luogo sicuro all'esterno della costruzione.
 - Livello III: Mantenimento dei requisiti di resistenza al fuoco per un periodo congruo con la gestione dell'emergenza.
 - Livello IV: Requisiti di resistenza al fuoco tali da garantire, dopo la fine dell'incendio, un limitato danneggiamento della costruzione.
 - Livello V: Requisiti di resistenza al fuoco tali da garantire, dopo la fine dell'incendio, il mantenimento della totale funzionalità della costruzione stessa.
2. I livelli di prestazione comportano l'adozione di differenti classi di resistenza al fuoco secondo quanto stabilito ai punti successivi.
3. Le classi di resistenza al fuoco sono le seguenti: 15; 20; 30; 45; 60; 90; 120; 180; 240; 360. Esse sono di volta in volta precedute dai simboli indicanti i requisiti che devono essere garantiti, per l'intervallo di tempo descritto, dagli elementi costruttivi portanti e/o separanti che compongono la costruzione. Tali requisiti, individuati sulla base di una valutazione del rischio d'incendio, sono rappresentati con i simboli elencati nelle decisioni della Commissione dell'Unione Europea 2000/367/CE del 3 maggio 2000 e 2003/629/CE del 27 agosto 2003.

Livello I di prestazione

Il livello I di prestazione non è ammesso per le costruzioni che ricadono nel campo di applicazione del decreto.

Livello II di prestazione

1. Il livello II di prestazione può ritenersi adeguato per costruzioni fino a due piani fuori terra ed un piano interrato, isolate - eventualmente adiacenti ad altre purché strutturalmente e funzionalmente separate - destinate ad un'unica attività non aperta al pubblico e ai relativi impianti tecnologici di servizio e depositi, ove si verificano tutte le seguenti ulteriori condizioni:
 1. le dimensioni della costruzione siano tali da garantire l'esodo in sicurezza degli occupanti;
 2. gli eventuali crolli totali o parziali della costruzione non arrechino danni ad altre costruzioni;
 3. gli eventuali crolli totali o parziali della costruzione non compromettano l'efficacia degli elementi di compartimentazione e di impianti di protezione attiva che proteggono altre costruzioni;
 4. il massimo affollamento complessivo della costruzione non superi 100 persone e la densità di affollamento media non sia superiore a 0,2 pers/m²;
 5. la costruzione non sia adibita ad attività che prevedono posti letto;
 6. la costruzione non sia adibita ad attività specificamente destinate a malati, anziani, bambini o a persone con ridotte o impedito capacità motorie, sensoriali o cognitive.
2. Le classi di resistenza al fuoco necessarie per garantire il livello II di prestazione sono le seguenti, indipendentemente dal valore assunto dal carico di incendio specifico di progetto:
 - 30** per costruzioni ad un piano fuori terra, senza interrati
 - 60** per costruzioni fino a due piani fuori terra e un piano interrato

3. Sono consentite classi inferiori a quelle precedentemente indicate se compatibili con il livello III di prestazione.

Livello III di prestazione

1. Il livello III di prestazione può ritenersi adeguato per tutte le costruzioni rientranti nel campo di applicazione del decreto fatte salve quelle per le quali sono richiesti i livelli IV o V.
2. Le classi di resistenza al fuoco necessarie per garantire il livello III sono indicate nella tabella 4, in funzione del carico d'incendio specifico di progetto ($q_{f,d}$) definito con la (1).

Carichi d'incendio specifici di progetto ($q_{f,d}$)	Classe
Non superiore a 100 MJ/m ²	0
Non superiore a 200 MJ/m ²	15
Non superiore a 300 MJ/m ²	20
Non superiore a 450 MJ/m ²	30
Non superiore a 600 MJ/m ²	45
Non superiore a 900 MJ/m ²	60
Non superiore a 1200 MJ/m ²	90
Non superiore a 1800 MJ/m ²	120
Non superiore a 2400 MJ/m ²	180
Superiore a 2400 MJ/m ²	240

Livelli IV e V di prestazione

1. I livelli IV o V possono essere oggetto di specifiche richieste del committente o essere previsti dai capitolati tecnici di progetto. I livelli IV o V di prestazione possono altresì essere richiesti dalla autorità competente per costruzioni destinate ad attività di particolare importanza.
2. Per i livelli IV e V resta valido quanto indicato nel decreto del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti 14 settembre 2005 e successive modifiche ed integrazioni.

COMPARTIMENTI

Di seguito è riportato l'elenco dei compartimenti oggetto della relazione con relativa superficie (Area), livello di prestazione richiesto (L) e classe di resistenza determinata.

Compartimento	Area [m ²]	L	Classe
PIANO TERRA	910	Liv. III	20

Si riportano successivamente il calcolo e le verifiche in dettaglio di ciascun compartimento individuato.

COMPARTIMENTO: PIANO TERRA

Nella tabella sottostante sono riportati i materiali combustibili presenti all'interno del compartimento, con le relative quantità, poteri calorifici e calore sviluppabile.

Materiale	m	Ψ	Qnt	H	Calore totale [MJ]
Scuola	1.00	1.00	910 m ²	285.00 MJ/m ²	259350.00

Il compartimento ha una superficie di 910.00 m².

Il calore complessivamente sviluppabile è pari a 259 350.00 MJ.

Il carico incendio specifico q_f determinato usando la (2) risulta pari a:

$$q_f = 285 \text{ MJ/m}^2.$$

Il fattore δ_{q1} è pari a 1.20.

Il fattore δ_{q2} è pari a 1.00.

Misure di protezione

Le misure di protezione adottate sono:

- Sistemi automatici di estinzione: Non presente [1.00]
- Sistemi di evacuazione automatica di fumo e calore: Assente [1.00]
- Sistemi automatici di rilevazione, segnalazione e allarme antincendio: Assente [1.00]
- Squadra aziendale dedicata alla lotta antincendio: Assente [1.00]
- Rete idrica antincendio: Interna [0.90]
- Percorsi protetti di accesso: Assente [1.00]
- Accessibilità ai mezzi di soccorso VV.F.: Si [0.90]

Pertanto il fattore δ_n è pari a **0.81**.

Il valore del carico d'incendio specifico di progetto ($q_{f,d}$), applicando la (1), risulta:

$$q_{f,d} = 277.02 \text{ MJ/m}^2.$$

Essendo il livello di prestazione richiesto pari a Liv. III, la classe dell'ambiente risulta essere:

CLASSE = 20.

Verifica

Elemento COMPARTIMENTAZIONE: Parete 1

Descrizione: PARETE PERIMETRALE dell'attuale struttura esistente posta al piano terra dell'edificio 2 - scuola materna.

Parametro	Valore
Tipo parete	Murature in blocchi di calcestruzzo normale
Tipo Blocco	Con fori multicamera
Presenza intonaco	Non presente
Tipo intonaco	Normale
Spessore parete	200 mm

In base alla tipologia costruttiva e al dimensionamento, la struttura di compartimentazione è sufficiente a garantire i requisiti EI per la classe **120**. L'altezza della parete fra i due solai o la distanza fra due elementi di irrigidimento con equivalente funzione di vincolo dei solai sarà non superiore a 4 m. Lo spessore dell'elemento è da considerarsi ad esclusione dell'intonaco.

Elemento COMPARTIMENTAZIONE: Parete 2

Descrizione: PARETE PERIMETRALE dell'attuale struttura esistente posta al piano terra dell'edificio 1 - scuola elementare.

Parametro	Valore
Tipo parete	Murature in blocchi di laterizio
Percentuale foratura blocco	> 55%
Presenza intonaco	Presente su entrambi i lati
Tipo intonaco	Normale
Spessore parete	300 mm

In base alla tipologia costruttiva e al dimensionamento, la struttura di compartimentazione è sufficiente a garantire i requisiti EI per la classe **240**. L'altezza della parete fra i due solai o la distanza fra due elementi di irrigidimento con equivalente funzione di vincolo dei solai sarà non superiore a 4 m. Lo spessore dell'elemento è da considerarsi ad esclusione dell'intonaco. Per questa tipologia l'intonaco sarà di almeno 10 mm su ciascun lato della struttura.

Elemento ORIZZONTALE: Solaio 1

Descrizione: La presente tipologia di solaio riguarda l'intera superficie delle attuali strutture esistenti edificio 1, 2

Parametro	Valore
Tipologia elementi	Solai a travetti con alleggerimento
Spessore totale Solaio (H)	200 mm
Tipo armatura	Lenta
Distanza dall'asse delle armature (a)	20 mm
Presenza intonaco	Si, intonaco normale
Tipo Intonaco	Normale
Spessore intonaco	20 mm
Spessore strato materiale isolante (h)	60 mm
Spessore strato c.a. (d)	40 mm

In base alla tipologia costruttiva e al dimensionamento, la struttura di compartimentazione è sufficiente a garantire i requisiti EI per la classe **60** e il requisito R per la classe **60**. Si è tenuto conto in (H) della presenza di intonaco normale considerando lo spessore dell'intonaco come 20 mm di calcestruzzo. In caso di ricoprimento di calcestruzzo superiore a 50 mm si prevederà una armatura diffusa aggiuntiva tale da assicurare la stabilità del ricoprimento.

Elemento PORTANTE: Portante 1

Descrizione: TRAVI piano terra dell'edificio 2 - scuola materna.

Parametro	Valore
Tipo struttura	Trave in cemento armato
Larghezza della sezione (b)	350 mm
Distanza dall'asse (a)	30 mm
Larghezza d'anima (bw)	500 mm
Tipo armatura	Lenta
Intonaco	Assente
Spessore intonaco	25 mm

In base alla tipologia costruttiva e al dimensionamento, la struttura portante ha un R pari a **60**. Il valore di (a) non sarà inferiore ai minimi di regolamento per le opere di c.a. e c.a.p. In caso di ricoprimento di calcestruzzo superiore a 50 mm si prevederà una armatura diffusa aggiuntiva tale da assicurare la stabilità del ricoprimento.

Elemento PORTANTE: Portante 2

Descrizione: PILASTRI piano terra dell'edificio 2 - scuola materna.

Parametro	Valore
Tipo struttura	Pilastro in cemento armato
Tipo sezione	Rettangolare
Lato piccolo (B)	350 mm
Distanza dall'asse (a)	20 mm
Esposizione al fuoco	Su più lati
Tipo armatura	Lenta
Intonaco	Normale
Spessore intonaco	30 mm

In base alla tipologia costruttiva e al dimensionamento, la struttura portante ha un R pari a **90**. Il valore di (a) non sarà inferiore ai minimi di regolamento per le opere di c.a. e c.a.p. Si è tenuto conto in (a) della presenza di intonaco normale considerando lo spessore dell'intonaco come 30 mm di calcestruzzo. In caso di ricoprimento di calcestruzzo superiore a 50 mm si prevederà una armatura diffusa aggiuntiva tale da assicurare la stabilità del ricoprimento.

L'area complessiva di armatura (A_s) sarà minore o uguale a 0,04 volte l'area efficace della sezione trasversale del pilastro (A_c).

Elemento PORTANTE: Portante 3

Descrizione: PARETE presente nell'attuale struttura esistente posta al piano terra dell'edificio 2 - scuola materna.

Parametro	Valore
Tipo struttura	Parete portante in cemento armato
Spessore (s)	300 mm
Distanza dall'asse (a)	20 mm
Esposizione al fuoco	Su un lato
Tipo armatura	Lenta
Intonaco	Assente
Spessore intonaco	0 mm

In base alla tipologia costruttiva e al dimensionamento, la struttura portante ha un REI pari a **60**. Il valore di (a) non sarà inferiore ai minimi di regolamento per le opere di c.a. e c.a.p. In caso di ricoprimento di calcestruzzo superiore a 50 mm si prevederà una armatura diffusa aggiuntiva tale da assicurare la stabilità del ricoprimento.

Elemento Parti o elementi non portanti: Pareti divisorie 1

Descrizione: Parete divisoria interna ad orditura metallica singola, fornita e posta in opera con rivestimento in lastre di gesso rivestito Tipo Knauf o equivalente, dello spessore totale di 125 mm in grado di garantire un potere fonoisolante pari a 56 dB ed una resistenza al fuoco EI 60.

LASTRE: N.1 Lastre Knauf GKB sp. 12,5 mm e n.1 Lastre Kasa, per lato.

Si specifica che la lastra Knauf Kasa è equiparabile alla lastra Knauf GKB sp. 12,5 mm e quindi conforme al certificato antincendio allegato n.1.

In base ai dati forniti, la struttura risulta di classe di resistenza al fuoco **EI60**.

Vedi allegato n.1

Elemento Parti o elementi non portanti: Parete di tamponamento esterno

Descrizione: parete di tamponamento perimetrale ad orditura metallica e rivestimento in lastre di cemento rinforzato tipo Aquapanel® Outdoor, dello spessore totale di 30 cm circa. Sul lato interno dell'orditura metallica in MGZ verrà avvitato un doppio strato di lastre in gesso rivestito Knauf GKB, con marchio CE a norma EN520, dello spessore ciascuno di 12.5 mm in classe di reazione al fuoco A2s1d0 (non infiammabile), avvitate all'orditura metallica con viti autopercoranti fosfatate. Il rivestimento interno sarà realizzato con doppio strato di lastre in gesso rivestito Knauf GKB e KASA.

In base ai dati forniti, la struttura risulta di classe di resistenza al fuoco **EI60**.

Vedi allegato n.1

Elemento Parti o elementi non portanti: Controsoffitto

Descrizione: Controsoffitto antincendio ribassato fornito e posto in opera ad orditura metallica doppia e doppio rivestimento in lastre di gesso rivestito Knauf, atto a garantire una classe di resistenza al fuoco EI 60 indipendentemente dal solaio sovrastante.

LASTRE:

2 Ignilastra® Knauf GKF (DF) sp. 15 mm

ORDITURA: Profili primari Knauf C 27/50/27,
sp.0,6 mm, interasse 600 mm

Profili secondari Knauf C 27/50/27, sp.0,6 mm,
interasse 400 mm

Guide Knauf U30/27/30, sp.0,6 mm

SOSPENSIONE: Pendino con occhiello chiuso
Knauf

+ Gancio con molla Knauf, interasse 600 mm

GANCIO DI UNIONE: Gancio di unione ortogonale
Knauf a base doppia

In base ai dati forniti, la struttura risulta di classe di resistenza al fuoco **EI60**.

Vedi allegato n.2

Elemento Elementi portanti con funzione di compartimento antincendio: Controsoffitto antisfondellamento

Descrizione: Controsoffitto antisfondellamento interno REI 120, ribassato rispetto al solaio, realizzato con lastre in gesso rivestito Knauf Diamant o equivalenti su orditura metallica doppia, atto a garantire il contenimento per solai in latero-cemento soggetti a fenomeno di sfondellamento.

LASTRE:

1 lastra Knauf Diamant® (DFH2IR) sp. 12,5 mm

ORDITURA:

- Profili primari Knauf CPlus 25/60/25 Gratex®,
sp.0,6 mm, interasse 750 mm

- Profili secondari Knauf CPlus 25/60/25

Gratex®, sp.0,6 mm, interasse 500 mm

- Guide Knauf U25/25/25 Gratex®, sp.0,6 mm

SOSPENSIONE:

Pendino Nonius + Gancio Noius, fissati con
doppio coppiglio, e tassellati al solaio con
Tassello M6 per Controsoffitto

In base ai dati forniti, la struttura risulta di classe di resistenza al fuoco **REI120**.

Vedi allegato n.3

Elemento Parti o elementi non portanti: Contro parete interna

Descrizione: Controparete interna ad orditura metallica autoportante e doppio rivestimento in lastre di gesso rivestito Knauf, atto a garantire una classe di resistenza al fuoco EI 60.

LASTRE: 1 Ignilastra® Knauf GKF (DF) sp. minimo 12,5 mm

Vedi allegato n.4

Elemento Elementi portanti privi di funzione di compartimento: LEGNO LAMELLARE

Descrizione: Opere strutturali in legno lamellare di qualsiasi forma e dimensione, eseguite in conformità delle prescrizioni progettuali.

In base ai dati forniti, la struttura risulta di classe di resistenza al fuoco **R60**.

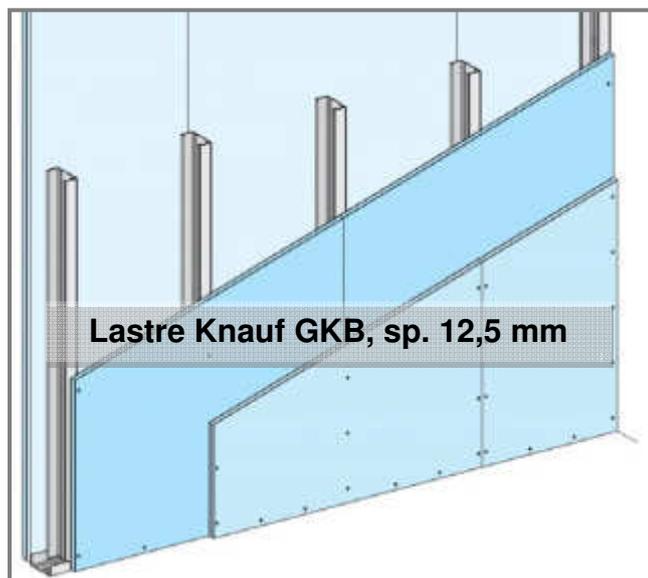
Si allega il calcolo per la verifica di resistenza al fuoco degli elementi lignei sopra descritti.

Vedi allegato n.5



Rapporto di classificazione 07-A-234*
Laboratorio Efectis
Data emissione 30/08/2007

Norme di riferimento EN 1363-1
EN 1364-1
*Traduzione asseverata



DESCRIZIONE:

Parete simmetrica: fuoco da entrambi i lati

LASTRE: 2 Lastre Knauf GKB sp. 12,5 mm, per lato.

PROFIL: Montanti Knauf a C 50/50/50, sp. 0,6 mm,
int. 600 mm.
Guida Knauf a U 40/50/40, sp. 0,6 mm.

VITI: viti Knauf punta chiodo,
1a lastra $\varnothing 3,5 \times 25$ mm,
2a lastra $\varnothing 3,5 \times 45$ mm.

Armatura dei giunti con nastro Knauf e stuccatura dei giunti e della testa delle viti con stucco Knauf a base gesso.

Classificazione valida per pareti con ALTEZZA MASSIMA 6,20 m

CAMPO DI DIRETTA APPLICAZIONE:

E' consentito:

- Riduzione dell'altezza della parete
- Aumento dello spessore totale della parete
- Aumento dello spessore dei materiali componenti
- Riduzione di larghezza e lunghezza delle lastre (non dello spessore)
- Riduzione dell'interasse tra i montanti
- Riduzione del passo delle viti
- Aumento di larghezza della parete

NB. I profili metallici indicati sono quelli utilizzati nel test di laboratorio e sono da considerarsi validi solo ai fini della resistenza al fuoco della parete. L'orditura deve essere comunque verificata anche "a freddo" secondo le *Norme Tecniche per le Costruzioni*, come da *DM 14 gennaio 2008*. Per ulteriori informazioni consultare il Servizio Tecnico Knauf.



Rapporto di classificazione 07-A-234*
 Laboratorio Efectis
 Data emissione 30/08/2007

Norme di riferimento

EN 1363-1
 EN 1364-1

*Traduzione asseverata

CAMPO DI APPLICAZIONE ESTESA

Estensione in altezza

Altezza massima della parete EI60 in funzione dell'orditura metallica utilizzata

Tipologia di montante	C 50x50x50 sp. 0,6		C 50x75x50 sp. 0,6		C 50x100x50 sp. 0,6	
	Singolo [	Doppio]]	Singolo [	Doppio]]	Singolo [	Doppio]]
Interasse 600 mm	3,20	3,80	3,80	4,50	4,70	5,60
Interasse 400 mm	3,55	4,20	4,20	5,10	5,20	6,20

Occorre lasciare un gioco in sommità, tra il montante e la guida, di almeno 10-15 mm.
 Per fissare i montanti schiena-schiena, utilizzare viti finta rondella, passo 1000 mm.

Sostituzione delle lastre

E' possibile sostituire parzialmente o integralmente, le lastre GKB (A) del rivestimento con:

Tipologia di lastra	Class. secondo EN 520	Classe di reazione al fuoco
Idrolastra GKI	H	A2-s1,d0
Lastre A-zero	A	A1
Lastre Diamant	DFH2IR	A2-s1,d0

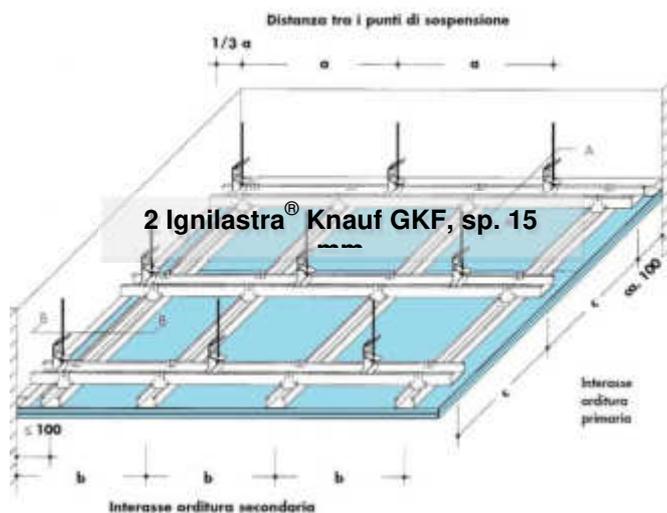
***Traduzione asseverata:** i nomi commerciali delle lastre utilizzati nel certificato e le sezioni dei profili metallici, si riferiscono a prodotti Knauf commercializzati in Francia. Per gli equivalenti italiani, fare riferimento alla presente scheda o al Settore Tecnico Knauf.

NB. I profili metallici indicati sono quelli utilizzati nel test di laboratorio e sono da considerarsi validi solo ai fini della resistenza al fuoco della parete. L'orditura deve essere comunque verificata anche "a freddo" secondo le *Norme Tecniche per le Costruzioni*, come da *DM 14 gennaio 2008*. Per ulteriori informazioni consultare il Servizio Tecnico Knauf.



Fascicolo tecnico* 15/D11/01
 Laboratorio Istituto Giordano
 Data emissione 07/04/2015

CONTROSOFFITTO A MEMBRANA KNAUF D112 ad orditura metallica doppia, costituito da:



LASTRE: 2 Ignilastra® Knauf GKF (DF) sp. 15 mm

ORDITURA: Profili primari Knauf C 27/50/27, sp.0,6 mm, interasse 600 mm

Profili secondari Knauf C 27/50/27, sp.0,6 mm, interasse 400 mm

Guide Knauf U30/27/30, sp.0,6 mm

SOSPENSIONE: Pendino con occhiello chiuso Knauf

+ Gancio con molla Knauf, interasse 600 mm

GANCIO DI UNIONE: Gancio di unione ortogonale Knauf a base doppia

VITI: Knauf punta chiodo

ø3,5x25 mm (I° strato)

ø3,5x45 mm (II° strato)

FINITURA SUPERFICIALE: Armatura dei giunti tra le lastre con nastro Knauf e stuccatura dei giunti e della testa delle viti con stucco Knauf a base gesso.

E' ammessa qualsiasi altezza di intercapedine

Sostituzione delle lastre

E' possibile sostituire parzialmente o integralmente, le Ignilastre GKF (DF) del rivestimento con:

Tipologia di lastra	Classe di reazione al fuoco
Idroignilastra GKFI	A2-s1,d0
Lastra Diamant	A2-s1,d0
Lastra F-zero	A1
Lastra Fireboard	A1

Inserimento di isolante

E' possibile inserire un pannello isolante in lana di vetro o lana di roccia in classe A1 di reazione al fuoco nell'intercapedine.

* Rapporti di prova e di classificazione di riferimento:

318160/3675FR del 07/08/2014 Istituto Giordano – 398672/3465FR del 10/10/2012 Istituto Giordano
 07/32302623 del 20/12/2013 Applus - 06/32301547 del 15/01/2007 Applus - 06/323011737 del 01/02/2007 Applus

CONTROSOFFITTO D112 ANTISFONDELLAMENTO REI120

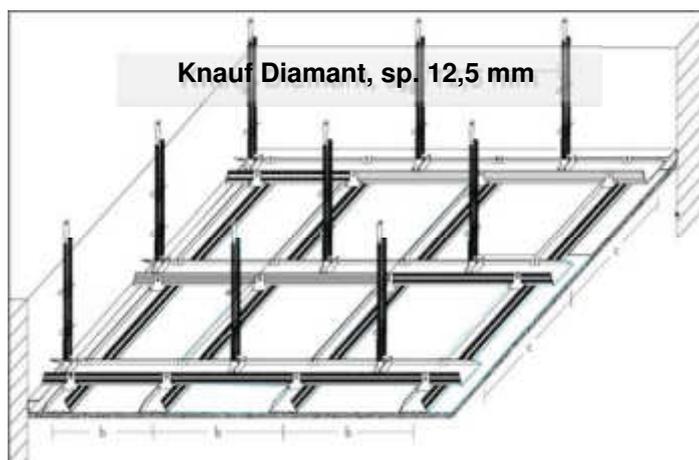


Rapporto di classificazione	320937/3700FR	Norme di riferimento	EN 1363-1
Laboratorio	Istituto Giordano		EN 1365-2
Data emissione	17/12/2014		

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE TESTATO

SUPPORTO: Solaio in laterocemento di spessore 200 mm (160+40 mm) protetto da:

CONTROSOFFITTO KNAUF D112 ad orditura metallica doppia, costituito da:



LASTRE:

1 lastra Knauf Diamant® (DFH₂IR) sp. 12,5 mm

ORDITURA:

- Profili primari Knauf CPlus 25/60/25 Gratex®, sp.0,6 mm, interasse 750 mm
- Profili secondari Knauf CPlus 25/60/25 Gratex®, sp.0,6 mm, interasse 500 mm
- Guide Knauf U25/25/25 Gratex®, sp.0,6 mm

SOSPENSIONE:

Pendino Nonius + Gancio Noius, fissati con doppio coppiglio, e tassellati al solaio con Tassello M6 per Controsoffitto

Antisfondellamento, interasse 500 mm

GANCIO DI UNIONE: Gancio di unione ortogonale Knauf a base doppia

INTERCAPEDINE: 200 mm

VITI: Knauf Diamant XTN punta chiodo $\varnothing 3,9 \times 23$ mm

FINITURA SUPERFICIALE: Armatura dei giunti tra le lastre con nastro Knauf e stuccatura dei giunti e della testa delle viti con stucco Knauf a base gesso

CAMPO DI APPLICAZIONE DIRETTA

(in accordo con la norma UNI EN 1365-2:2002 - Paragrafo 13)

Sono consentite le seguenti variazioni rispetto al campione testato:

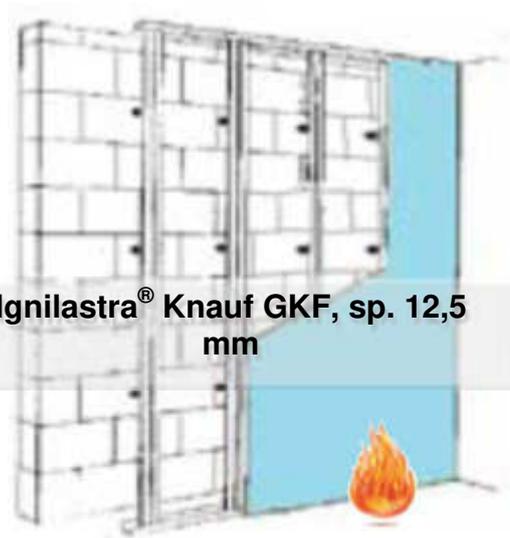
- con riferimento al SOLAIO:
 - i momenti M e le forze di taglio T massimi non devono essere maggiori di quelli sottoposti a prova (M=47,04 kNm e T=35,25 kN)
- con riferimento al CONTROSOFFITTO:
 - la dimensione delle lastre non deve essere modificata;
- con riferimento all'INTERCAPEDINE:
 - è consentito aumentare l'intercapedine;
 - nell'intercapedine non deve essere aggiunto alcun materiale combustibile o isolante.



Rapporto di classificazione	320159/3692FR	Norme di riferimento	EN 1363-1
Laboratorio	Istituto Giordano		EN 1364-1
Data emissione	13/11/2014		

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE TESTATO

SUPPORTO: Parete in blocchi di cls, spessore 120 mm, protetta sul LATO ESPOSTO AL FUOCO da:



CONTROPARETE KNAUF W623 ad orditura metallica con collegamento a parete, ingombro minimo 46,5 mm, costituita da:

LASTRE: 1 Ignilastra® Knauf GKF (DF) sp. 12,5 mm

ORDITURA: Profili Knauf CPlus 27/50/27, sp.0,6 mm, interasse 600 mm. Guide Knauf U30/27/30, sp.0,6 mm

GANCIO: Gancio semplice Knauf, interasse 800 mm

VITI: Knauf punta chiodo $\varnothing 3,5 \times 25$ mm

FINITURA SUPERFICIALE: Armatura dei giunti tra le lastre con nastro Knauf e stuccatura dei giunti e della testa delle viti con stucco Knauf a base gesso

Parete asimmetrica: fuoco da un solo lato

Classificazione EI90 valida per controparete con altezza massima 4,00 m

CAMPO DI APPLICAZIONE DIRETTA

(in accordo con la norma UNI EN 1364-1:2002 - Paragrafo 13.)

Sono consentite le seguenti variazioni rispetto al campione testato:

- Riduzione dell'altezza della parete
- Aumento di spessore totale della parete
- Aumento di spessore dei materiali componenti
- Riduzione di larghezza e lunghezza delle lastre (non dello spessore)
- Aumento di larghezza della parete
- Aumento dell'altezza della parete fino a max 4,00 m.

NB. I profili metallici indicati sono quelli utilizzati nel test di laboratorio e sono da considerarsi validi solo ai fini della resistenza al fuoco della parete. L'orditura deve essere comunque verificata anche "a freddo" secondo la Norma Tecnica per le Costruzioni, come da DM 14 gennaio 2008. Per ulteriori informazioni consultare il Servizio Tecnico Knauf.

VERIFICA DI RESISTENZA AL FUOCO TRAVE

Caratteristiche Trave.

Altezza $h = 32 \text{ cm}$

Base $b = 16 \text{ cm}$

Interasse $i = 1,42 \text{ mt}$

Luce $l = 4,50 \text{ mt}$

Caratteristiche Sezione Ridotta.

Materiale: legno di abete lamellare glh24

Classe di Resistenza **REI 60** (tempo di esposizione al fuoco $t = 60 \text{ min.}$)

Tipo di Esposizione 3 lati

Sezione Rettangolare in Legno Lamellare GL24h), Massa $> 380,00 \text{ kg/m}^3$; ($560,00 \text{ kg/m}^3$)

Velocità di Carbonizzazione $b_0 = 0,80 \text{ mm/min.}$

Profondità zona Carbonizzata $d_{char} = 42 \text{ mm.}$

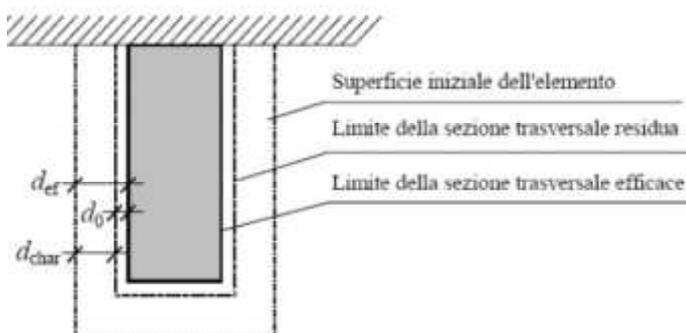
Profondità zona Alterata $d_0 = 7 \text{ mm.}$

Coefficiente di Carbonizzazione $t = 60 \text{ min.}$ $k_0 = 1$

Profondità effettiva di Carbonizzazione $d_{ef} = d_{char} + k_0 d_0 = 49 \text{ mm.}$

Base ridotta = 6,20 cm

Altezza ridotta = 27,10 cm



VERIFICHE

- Trave esposta al fuoco su tre lati.
- Trave inflessa semplicemente appoggiata di sezione rettangolare (cm 6,20x27,10), caricata uniformemente su tutta la luce.
- Carico totale per metro lineare **170,00 kg/ml**
- Resistenza massima a flessione in caso di incendio UNI 9504 $\sigma_f = 180/240 \text{ Kg/cm}^2$
- Resistenza a taglio = 15 kg/cm^2

Tabella 1 : valori di resistenza (UNI 9504)- si consideri il valore di conversione $1 \text{ N/mm}^2 = 10 \text{ Kg/cm}^2$

Proprietà	Valori di calcolo	
	Tipo di legno	
	massiccio	lamellare *
Resistenza a flessione	16,0 N/mm ²	da 18 a 24 N/mm ²
Resistenza a trazione parallela	10,0 N/mm ²	da 15 a 19 N/mm ²
Resistenza a trazione perpendicolare	0,3 N/mm ²	0,4 N/mm ²
Resistenza a compressione parallela	15,0 N/mm ²	da 15 a 21 N/mm ²
Resistenza a compressione perpendicolare	5,5 N/mm ²	5,5 N/mm ²
Resistenza a taglio	1,5 N/mm ²	1,5 N/mm ²
Modulo di elasticità flessionale	8 000 N/mm ²	da 9 000 a 10 000 N/mm ²
Modulo di elasticità tangenziale	500 N/mm ²	500 N/mm ²
Velocità di penetrazione della carbonizzazione	0,9 mm/min	0,7 mm/min

* La scelta dei valori di calcolo fra gli estremi indicati dipende dalla garanzia di qualità del lamellare utilizzato.

1. Momento Max

$$M = ql^2/8 = \frac{170 \text{ Kg/m} * (4,50 \text{ m})^2}{8} = 430 \text{ kg*m}$$

$$\sigma_{\max} = \frac{M}{J} * \frac{h}{2}$$

$$J = \frac{b * h^3}{12} = \frac{0,062 \text{ m} * (0,2710 \text{ m})^3}{12} = 0,0001028296 \text{ m}^4 = 10.282,96 \text{ cm}^4 \quad \text{momento di inerzia}$$

$$\sigma_{\max} = \frac{430 \text{ kg*m} * 0,1355 \text{ m}}{0,0001028296 \text{ m}^4} = 566.617,00 \text{ Kg/m}^2$$

$$\sigma_{\max} = 566.617,00 \text{ Kg/m}^2 = 56,6617 \text{ Kg/cm}^2 < \mathbf{180 \text{ Kg/cm}^2} \quad \underline{\text{Verificato}}$$

2. Taglio

$$T = ql/2 = 170 \text{ kg/m} * 4,50 \text{ m} / 2 = 382,50 \text{ kg}$$

$$\tau = \frac{T * S}{J * b}$$

$$S = (6,2 \text{ cm} * 13,55 \text{ cm}) * 13,55 \text{ cm} / 2 = 569,17 \text{ cm}^3 \quad \text{momento statico}$$

$$J = b * h^3 / 12 = 6,2 \text{ cm} * (2,71 \text{ cm})^3 / 12 = 10.282,96 \text{ cm}^4 \quad \text{momento di inerzia}$$

$$\tau = \frac{382,50 \text{ kg} * 569,17 \text{ cm}^3}{10.282,96 \text{ cm}^4 * 6,2 \text{ cm}} = 3,41 \text{ kg/cm}^2 < \text{di } 15 \text{ kg/cm}^2 \text{ (resistenza a taglio) } \underline{\text{Verificato}}$$

VERIFICA DI RESISTENZA AL FUOCO PILASTRO

Caratteristiche Pilastro.

Altezza $h = 32$ cm

Base $b = 16$ cm

Luce Trave = 4,50 mt

Caratteristiche Sezione Ridotta.

Materiale: legno di abete lamellare glh24

Classe di Resistenza **REI 60** (tempo di esposizione al fuoco $t = 60$ min.)

Tipo di Esposizione **4** lati

Sezione Rettangolare in Legno Lamellare GL24h), Massa $> 380,00$ kg/m³; (560,00 kg/m³)

Velocità di Carbonizzazione $b_0 = 0,80$ mm/min.

Profondità zona Carbonizzata $d_{char} = 42$ mm.

Profondità zona Alterata $d_0 = 7$ mm.

Coefficiente di Carbonizzazione $t = 60$ min. $k_0 = 1$

Profondità effettiva di Carbonizzazione $d_{ef} = d_{char} + k_0 d_0 = 49$ mm.

Base ridotta = cm 6,20

Altezza ridotta = 22,20 cm

Area Ridotta = 137,64 cm²



VERIFICHE

- Pilastro esposto al fuoco su tre lati.
- Ipotizzando la trave appoggiata su due pilastri
- Carico totale su ogni pilastro $ql/2 = 170 \text{ kg/m} * 4,50\text{m}/2 = 382,50 \text{ kg}$
- Resistenza a compressione alle fibre $5,5 \text{ N/mm}^2 = 55 \text{ kg/cm}^2$

Sforzo normale

$$N/A = 382,50 \text{ kg} / 137,64 \text{ cm}^2 = 2,77 \text{ kg/cm}^2 < 55 \text{ kg/cm}^2 \text{ Verificato}$$

Comune di Santa Maria del Cedro

Provincia di Cosenza



Area Tecnica
Settore Lavori Pubblici



Regione Calabria

REALIZZAZIONE DEGLI INTERVENTI DIRETTI ALL'AMPLIAMENTO DELLA SCUOLA ELEMENTARE UBICATA IN VIA ORSOMARSO DEL COMUNE DI SANTA MARIA DEL CEDRO FRAZIONE MARCELLINA

VALUTAZIONE DI PROGETTO

per attività soggette a prevenzione incendi di categoria B

Art.3 del Decreto 7 Agosto 2012

Il Committente

Comune di Santa Maria del Cedro
via Nazionale n.16
87020, Santa Maria del Cedro (CS)
Tel. 0.985/5727 - C.F. 00433700788

Il Sindaco

Avv. Ugo Vetere

Il Responsabile del Servizio

Dott. Ing. Giuseppe Durante

I Progettisti e DD.LL.

Dott. Geom. Giuseppe Riccetti

Geom. Carmine Covucci

Data : novembre 2016

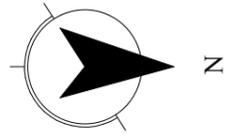
Tavola :
1
VV.F.

Elaborato :
PLANIMETRIA GENERALE

Scala :
1:500

Visti e Pareri :

Aggiornamenti :



Marciopiede

Via Orsomarso

Scuola Elementare Esistente

Ampliamento della Scuola Elementare

Estensione al Piano Terra della Scuola Elementare

Attacco Autopompa

Rete Gas Metano Bassa Pressione

Cabina Elettrica

Via della Fibula

Via Orsomarso

Via degli Scavi

Comune di Santa Maria del Cedro

Provincia di Cosenza



Area Tecnica
Settore Lavori Pubblici



Regione Calabria

REALIZZAZIONE DEGLI INTERVENTI DIRETTI ALL'AMPLIAMENTO DELLA SCUOLA ELEMENTARE UBICATA IN VIA ORSOMARSO DEL COMUNE DI SANTA MARIA DEL CEDRO FRAZIONE MARCELLINA

VALUTAZIONE DI PROGETTO

per attività soggette a prevenzione incendi di categoria B

Art.3 del Decreto 7 Agosto 2012

Il Committente

Comune di Santa Maria del Cedro
via Nazionale n.16
87020, Santa Maria del Cedro (CS)
Tel. 0.985/5727 - C.F. 00433700788

Il Sindaco

Avv. Ugo Vetere

Il Responsabile del Servizio

Dott. Ing. Giuseppe Durante

I Progettisti e DD.LL.

Dott. Geom. Giuseppe Riccetti

Geom. Carmine Covucci

Data : novembre 2016

Tavola :
2
VV.F.

Elaborato :
PIANTA DEGLI INTERVENTI IN PROGETTO

Scala :
1:200

Visti e Pareri :

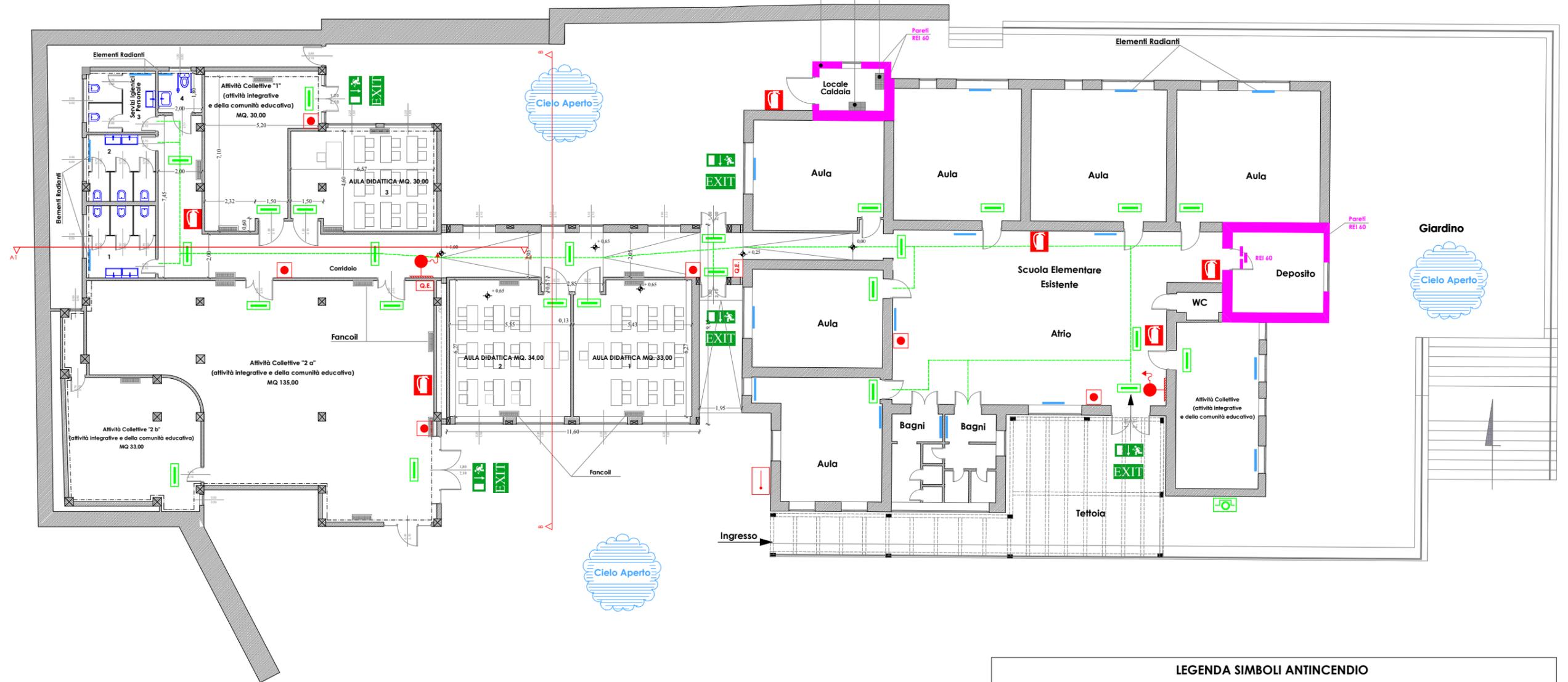
Aggiornamenti :

PIANO TERRA
scala 1:200

Caldai a gas metano alimenteranno esclusivamente l'impianto di riscaldamento da realizzare sul corpo in ampliamento e sul fabbricato oggetto di ampliamento e completamento

Chiller da posizionare esternamente, sul solaio (piano) di copertura in C.A.
Alimenterà esclusivamente l'impianto di riscaldamento da realizzare sul corpo in ampliamento e sul fabbricato oggetto di ampliamento e completamento

Caldai esistente a Gas Metano alimenta esclusivamente l'impianto di riscaldamento della scuola elementare



LEGENDA SIMBOLI ANTINCENDIO

	Luci di emergenza		
	Pulsante manuale di allarme		Struttura REI 60
	Estintore portatile a polvere		Porta REI 60
	Idrante		Sgancio elettrico generale e impianto fotovoltaico
	Attacco autopompa		Uscita di Emergenza

Comune di Santa Maria del Cedro

Provincia di Cosenza



Area Tecnica
Settore Lavori Pubblici



Regione Calabria

REALIZZAZIONE DEGLI INTERVENTI DIRETTI ALL'AMPLIAMENTO DELLA SCUOLA ELEMENTARE UBICATA IN VIA ORSOMARSO DEL COMUNE DI SANTA MARIA DEL CEDRO FRAZIONE MARCELLINA

VALUTAZIONE DI PROGETTO

per attività soggette a prevenzione incendi di categoria B

Art.3 del Decreto 7 Agosto 2012

Il Committente

Comune di Santa Maria del Cedro
via Nazionale n.16
87020, Santa Maria del Cedro (CS)
Tel. 0.985/5727 - C.F. 00433700788

Il Sindaco

Avv. Ugo Vetere

Il Responsabile del Servizio

Dott. Ing. Giuseppe Durante

I Progettisti e DD.LL.

Dott. Geom. Giuseppe Riccetti

Geom. Carmine Covucci

Data : novembre 2016

Tavola :
3
VV.F.

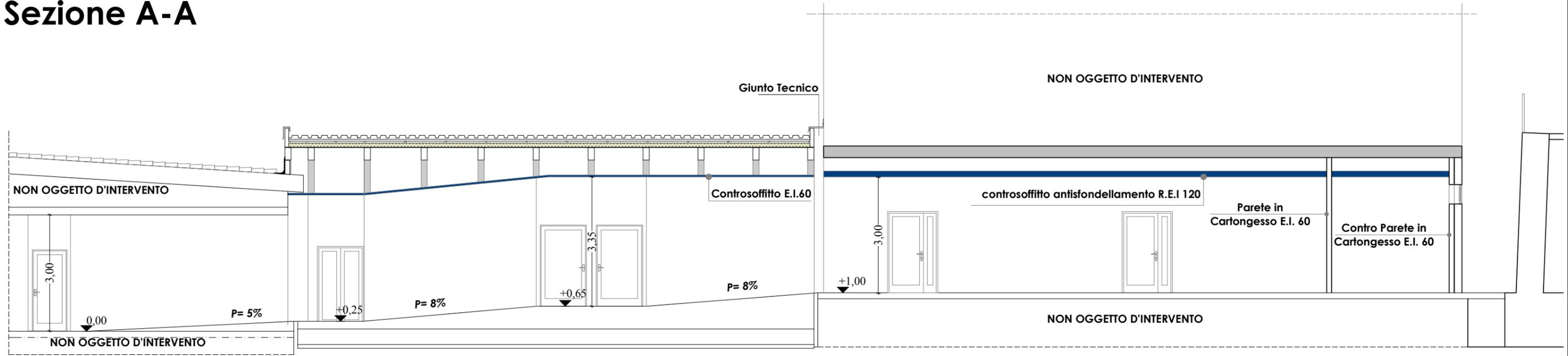
Elaborato :
SEZIONI DEGLI INTERVENTI IN PROGETTO

Scala :
1:100

Visti e Pareri :

Aggiornamenti :

Sezione A-A



Sezione B-B

