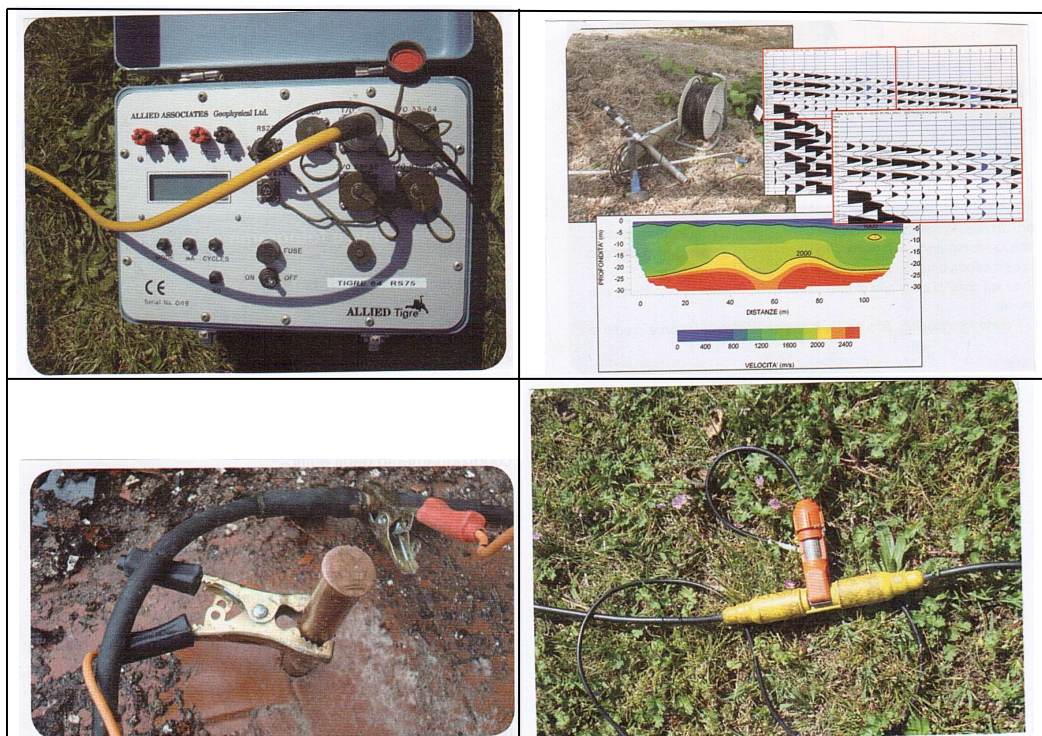


RELAZIONE sulla PERICOLOSITA' SISMICA

COMUNE di CARDINALE (CZ)



PROGETTO

***Interventi di sistemazione delle pendici sovrastanti il centro storico
del Comune di Cardinale – Codice CZ042A/10***

Comm.te: *Amministrazione Comunale*

STUDIO GEOLOGICO-GEOTECNICO
Bellezza Dott. Geologo Mariano
Ordine Geologi della Calabria n° 268
P. Nenni 6, Serra San Bruno



La presente relazione e' redatta a norma della vigente legislazione tecnica esistente in materia, ed in particolare ottemperando alla legge sismica n° 64 del 2 febbraio 1974, al successivo Decreto Ministeriale dell'11 marzo 1988 (norme tecniche riguardanti le indagini su terreni e rocce), alla Legge Regionale del 19 aprile 2002 n°19, alla circolare del 9 gennaio 1996 n° 218/24/3 del Ministero dei Lavori Pubblici, **all' O.P.C.M. 3274 del 20 marzo 2003 e successive integrazioni nonche' al Decreto Ministeriale del 17 gennaio 2018 (nuove norme tecniche per le costruzioni) .**

SISMICITA' STORICA DEL TERRITORIO

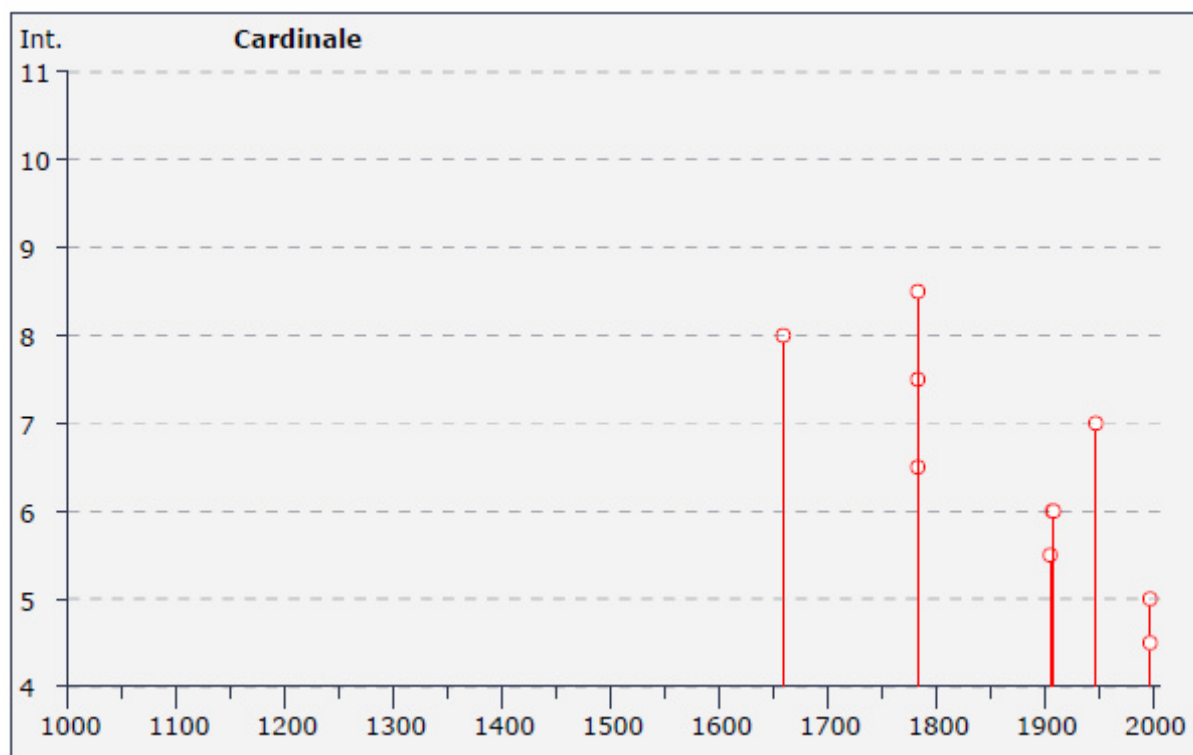
E' ben noto di come nell'intera zona del catanzarese sia diffusa l'attivita' sismica e di come essa sia una caratteristica importante per l'assetto fisico del territorio.

Basta pensare che storicamente la zona in esame ricade in una delle regioni colpite con maggiore frequenza da eventi tellurici di notevole entita'.

Di seguito si riportano la tabella con i piu' grandi eventi sismici che hanno interessato la Calabria ed il vibonese nell'ultimo millennio.

Effects	Earthquake occurred:						
Is	Anno Me Gi Or	Area epicentrale	Studio	nMDP	Io	Mw	
6-7	1638 03 27 15 05	Calabria	CFTI	206	11	7.00	
8-9	1638 06 08 09 45	Crotonese	CFTI	40	9-10	6.60	
6	1783 02 05 12	Calabria	CFTI	357	11	6.91	
7	1783 03 28 18 55	Calabria	CFTI	323	10	6.94	
8-9	1832 03 08 18 30	Crotonese	CFTI	78	9-10	6.48	
5	1836 04 25 00 20	Calabria settent.	CFTI	46	9	6.16	
3-4	1869 11 28	VIBO VALENTIA	DOM	21	6-7	5.03	
NF	1887 12 03 03 45	Calabria settent.	CFTI	142	8	5.52	
3	1894 11 16 17 52	Calabria meridionale	CFTI	299	8-9	6.05	
7	1905 09 08 01 43 11	Calabria	CFTI	827	11	7.06	
NF	1907 10 23 20 28 19	Calabria meridionale	CFTI	270	8-9	5.93	
7	1908 12 28 04 20 27	Calabria meridionale	CFTI	786	11	7.24	
5	1913 06 28 08 53 02	Calabria settentrion	CFTI	151	8	5.65	
6	1932 01 02 23 36	CROTONESE	DOM	22	6-7	5.62	
4	1947 05 11 06 32 15	Calabria centrale	CFTI	254	8	5.71	
4	1980 11 23 18 34 52	Irpinia-Basilicata	CFTI	1317	10	6.89	
4	1988 04 13 21 28 28	POLLINO	BMING	272	6-7	4.98	
NF	1990 05 05 07 21 17	POTENTINO	BMING	1374	7	5.84	

In particolare ovvero riferendosi esclusivamente al Comune di Cardinale, viene a seguire illustrata in tabella la storia sismica comunale, con l'andamento del trend sismico zonale, estratto dal "DATABASE delle osservazioni macrosismiche dei terremoti italiani"



Sulla base di cio' e di quanto gia' la normativa prevedeva in una generale ottica di classificazione, la citta' di Cardinale con il suo comprensorio rientrava, come risultava dalla proposta del Consiglio Nazionale delle Ricerche - Progetto Finalizzato Geodinamica, ripresa dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, tra i comuni a rischio sismico con grado di sismicita' alto e cioe' pari ad $S=12$ (ex prima categoria).

Di conseguenza il coefficiente sismico C , che esprimeva numericamente l'accelerazione massima orizzontale in superficie che ci si doveva attendere durante un evento sismico, dato dalla relazione

$$C = (S-2)/100$$

(Il D.M. 24/01/1986 proponeva di valutarlo attraverso tale espressione) risultava pari a $C=0,10$.

L'aggiornamento della classificazione sismica del territorio regionale avvenuta nel 2003, che ha suddiviso i territori in "zone sismiche" contraddistinte da determinati valori di accelerazione sismica, ha collocato la Citta' di Cardinale nella "Zona 1".

PERICOLOSITA' E PARAMETRI SISMICI

Per quel che concerne il comportamento alle sollecitazioni sismiche dei terreni presenti ed affioranti nel territorio in questione.

In riferimento alla porzione di territorio rilevata ed indagata anche strumentalmente esso risulta essere differente a seconda dell'omogeneita' litologica e del grado di compattezza che presentano.

Così detto, appare chiaro che da parte del litotipo granitico, proprio in virtù della sua vasta area d'affioramento e della sua rilevante eterogeneita' dovuta all'intenso processo di alterazione-degradazione, sussiste un comportamento diverso sotto sollecitazione tellurica a seconda se esso siano caratterizzabili a consistenza litoide e/o assimilabili ad un terreno incoerente sciolto (coltre residuale).

Infatti, premesso che il litotipo allo stato "fresco" denota un comportamento rigido esplicantesi in deformazioni permanenti che nella massima parte dei casi trasmette le onde sismiche senza alterarne sensibilmente l'intensita' originaria, per quel che concerne il litotipo più superficiale affiorante, nel nostro generico caso, ci si può limitare a trascrivere che anche per l'esistenza di discontinuita' litologica esso e' particolarmente portato ad esaltare l'intensita' delle scosse sismiche potendo determinare aumenti dell'intensita' di esse anche di 3 - 4 gradi, e potendo peraltro dare origine a fenomeni di interferenza e di riflessione.

A quanto detto, nell'eventualita' dei casi, incide maggiormente la presenza nell'immediato sottosuolo della falda idrica.

Invero, come da O.P.C.M. 3274 del 20 marzo 2003 e successive integrazioni e dal D.M. del 14/01/08 (Nuove norme tecniche per le costruzioni.....), nell'ambito progettuale riveste una primaria importanza la valutazione della "pericolosita' sismica di base" del sito di costruzione, la quale costituisce l'elemento di conoscenza primaria per la determinazione delle azioni sismiche.

Essa e' definita in termini di "accelerazione massima attesa" (a_g) riferibile allo spettro di risposta elastico (S_eT), in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale e con riferimento a prefissate probabilita' di eccedenza (P_{vr}) nel periodo di riferimento V_r .

Ai fini delle valutazioni delle azioni sismiche di progetto, riveste anche in tal caso primaria importanza la valutazione dell'influenza delle condizioni litologiche e morfologiche locali sulle caratteristiche del moto del suolo in superficie, effettuando una stima delle velocita' medie delle onde di taglio nei primi trenta metri di profondita' (V_s-30).

Circa gli interventi progettuali, la norma prescrive anche che sotto l'effetto delle azioni sismiche di progetto deve essere garantito il rispetto degli stati limiti ultimi (SLU) e degli stati limiti di esercizio (SLE), individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso.

Per la "stima" di tutto quanto specificato, si consultino i seguenti elaborati impostati sulle coordinate geografiche sotto riportate :

LONGITUDINE: 16,3862

LATITUDINE: 38,6505

Individuazione della pericolosità

Selezionare la Regione, la Provincia ed il Comune interessato per identificare il sito di proprio interesse. Si precisa inoltre che la ricerca viene eseguita su coordinate ISTAT del Comune e che per tanto, all'interno del proprio territorio comunale le azi	REGIONE	PROVINCIA	COMUNE
	Calabria ▼	Catanzaro ▼	Cardinale ▼
	LONGITUDINE	LATITUDINE	MERIDIANO DI RIFER.:
	16,38620	38,65050	Greenwich
☒ Ricerca per Comuni: ☐ Ricerca per coordinate	LONGITUDINE	LATITUDINE	MERIDIANO DI RIFER.:
	15,96020	38,68750	Greenwich

:Elaborazioni

- ☐ Spettri di risposta
- ☐ Campi di Variabilità dei parametri
- ☐ Tabella dei parametri

Selezionare il comando posto a fianco della descrizione, presente nel riquadro "Elaborazioni" per avviare l'applicazione

Interpolazione reticolare:

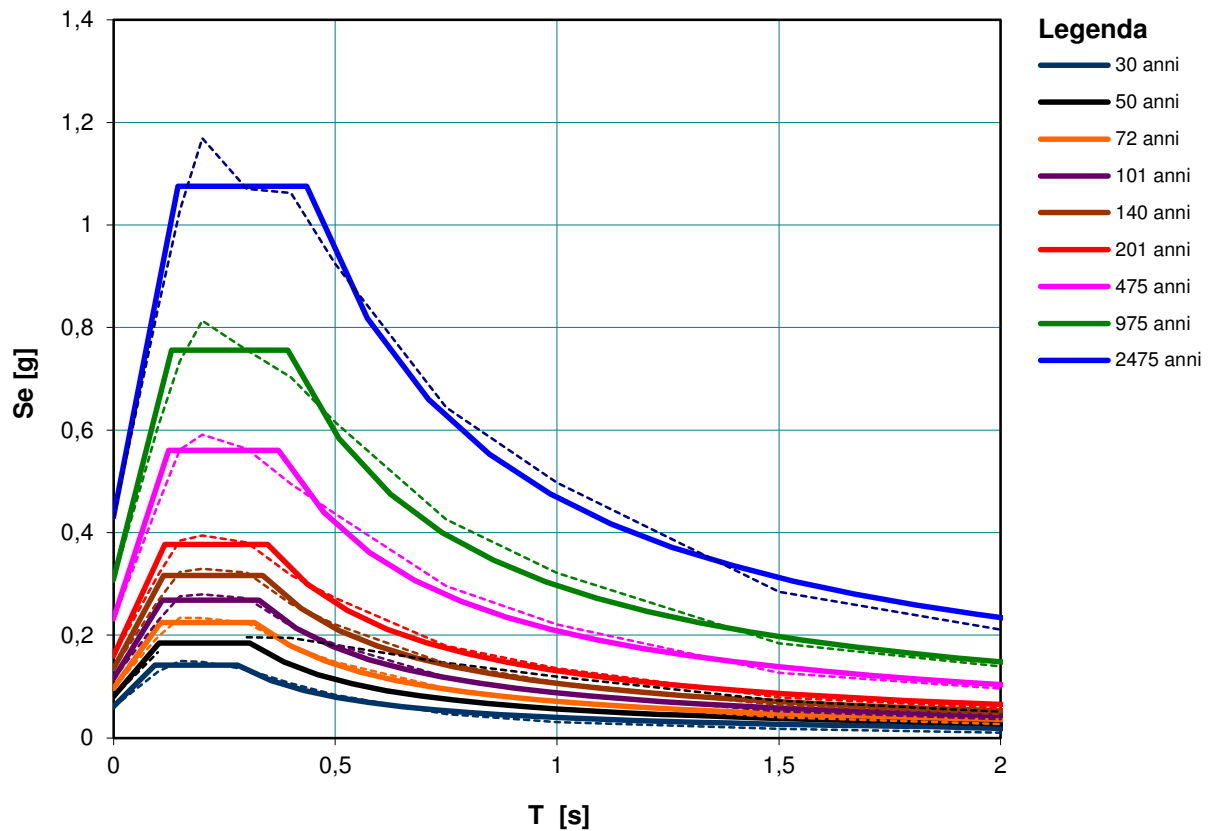
Metodo applicato
 media ponderata ▼

:Nota Importante
 I casi al di fuori del reticolo non sono previsti. (il reticolo è rappresentato da 4 punti collegati da una .linea a tratti

Reticolo di riferimento:

☒ Per quanto possibile il posizionamento è nel complesso accettabile, tuttavia potrebbero verificarsi erronei posizionamenti.

Spettri di risposta elastici
Periodi di riferimento con tempi di ritorno TR



(*) La linea continua rappresenta gli spettri secondo le "Norme Tecniche per le Costruzioni" - D.M. del 17/01/2018, , mentre con quella a tratti gli spettri di progetto - S1-INGV.

Tabella dei campi di variabilità dei parametri

“Norme Tecniche per le Costruzioni” - D.M. del 17/01/2018,

T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C[*] [s]
30	0,061	2,340	0,280
50	0,080	2,309	0,307
72	0,097	2,322	0,318
101	0,115	2,332	0,328
140	0,135	2,347	0,337
201	0,160	2,365	0,347
475	0,232	2,420	0,372
975	0,308	2,456	0,392
2475	0,429	2,504	0,436

Legenda:

a_g: accelerazione orizzontale
massima attesa;

F_o: fattore che quantifica
l'amplificazione spettrale
massima;

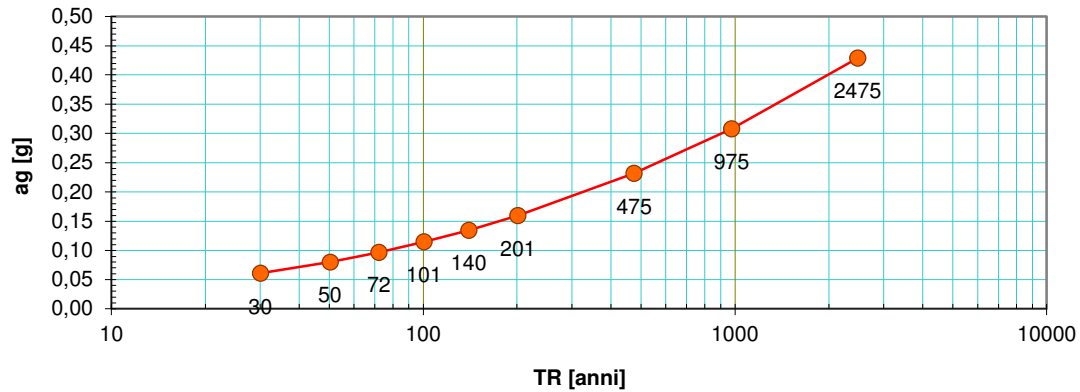
T_C^{*}: periodo di inizio del tratto a
velocità costante dello spettro in
accelerazione orizzontale;

T_R: periodi di ritorno di riferimento.

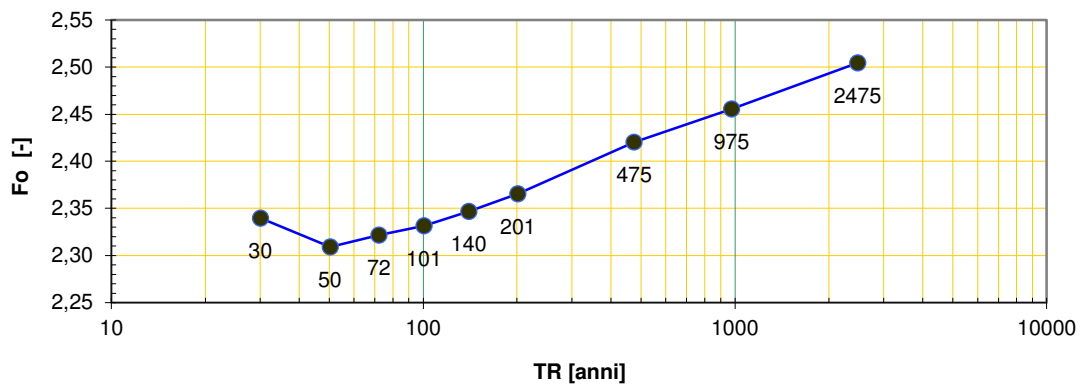
Campi di variabilità dei parametri

"Norme Tecniche per le Costruzioni" - D.M. del 17/01/2018,

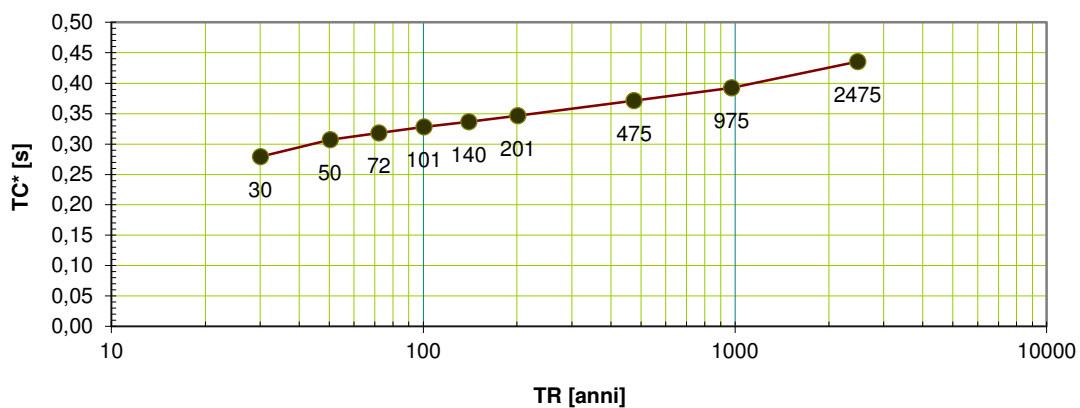
Accelerazione orizzontale max attesa



Fattore quantitativo per l'amplificazione spettrale max



Periodo iniziale tratto uniforme spettro in accelerazione orizzontale



PARAMETRI SISMICI

Tipo di elaborazione: opere di sostegno

Sito in esame.

latitudine: 38,650500 [°]

longitudine: 16,386200 [°]

Classe d'uso: II. Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Vita nominale: 50 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

Siti di riferimento.

	ID	Latitudine [°]	Longitudine [°]	Distanza [m]
Sito 1	42780	38,647190	16,366320	1765,2
Sito 2	42781	38,645500	16,430170	3858,7
Sito 3	42559	38,695470	16,432350	6407,5
Sito 4	42558	38,697170	16,368470	5412,9

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C

Categoria topografica: T2

Periodo di riferimento: 50 anni

Coefficiente c_u : 1

	Prob. superament o [%]	Tr [anni]	ag [g]	Fo [-]	Tc* [s]
Operatività (SLO)	81	30	0,061	2,340	0,280

Danno (SLD)	63	50	0,080	2,309	0,307
Salvaguardia della vita (SLV)	10	475	0,232	2,420	0,372
Prevenzione e dal collasso (SLC)	5	975	0,308	2,456	0,392

Coefficienti Sismici

	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	Kh [-]	Kv [-]	Amax [m/s ²]	Beta [-]
SLO	1,500	1,600	1,200	0,020	0,010	1,074	0,180
SLD	1,500	1,550	1,200	0,026	0,013	1,415	0,180
SLV	1,360	1,460	1,200	0,117	0,059	3,708	0,310
SLC	1,250	1,430	1,200	0,143	0,072	4,531	0,310

CALCOLO DEL V_s -30 E CATEGORIA DI SUOLO PREVIO PROSPEZIONI GEOSISMICHE TIPO MASW

Per la determinazione del V_s -30 ovvero della categoria di suolo in cui collocare la struttura in progetto, e' stato effettuato nelle vicinanze dell'area e presa a riferimento N° 1 prospezione geosismica del tipo M.A.S.W..

Lo stendimento e' stato effettuato, in prossimita' del corpo stradale che costeggia la base del versante.

Per quanto attiene la presa visione dei risultati grafici delle MASW, si rimanda alle successive pagine.

Ad ogni buon conto, sulla scorta di quanto prodotto ovvero analizzato previo la presa visione dei risultati, sinteticamente, sempre riferendosi al recente D.M 17/01/2018, nuove NTC, nell'ambito della previsione della valutazione della categoria di suolo su cui poggieranno le strutture, si e' calcolato quanto segue in tabella:

*Classificazione zona = **ZONA 1***

*Accelerazione massima sismica orizzontale (A_g) = **$A_g=0,35$***

*Tipologia di suolo = **Depositi di terreni sabbiosi e ghiaiosi a consistenza media e mediamente addensati***

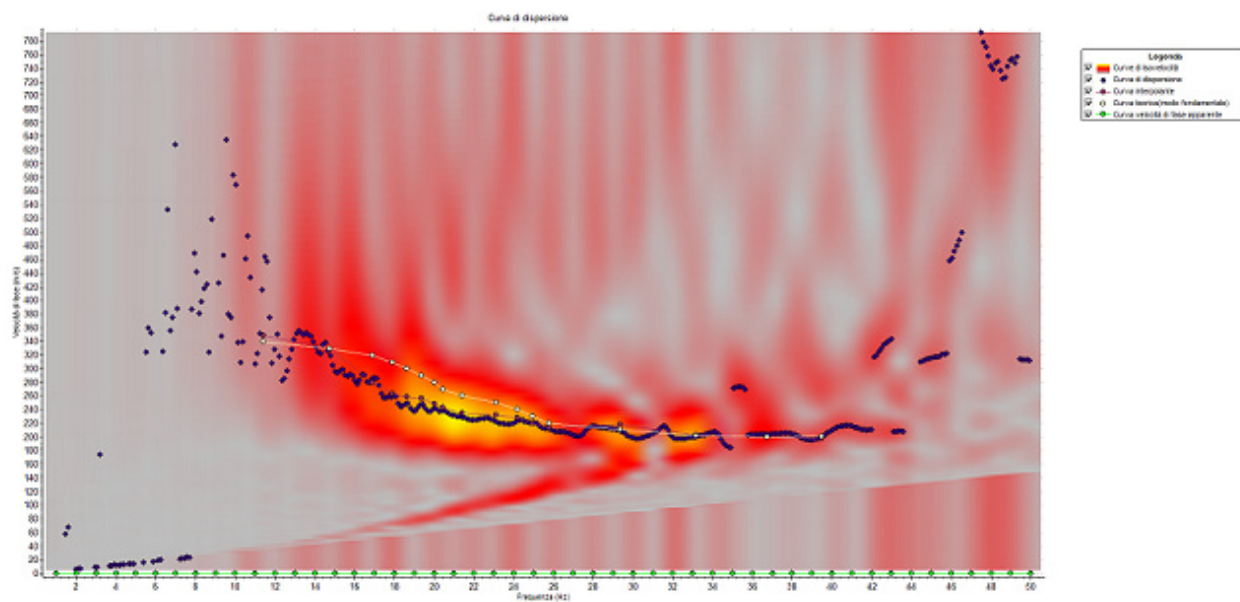
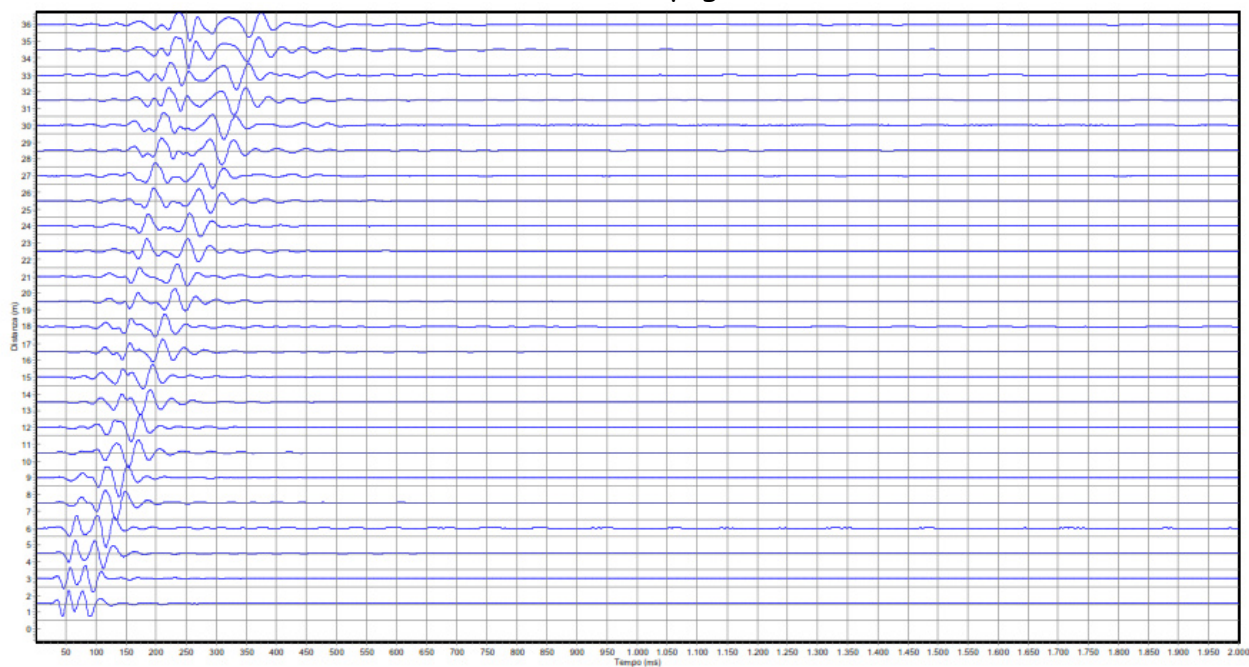
*Valori del V_s -30 = **compresi tra 180-360 m/sec***

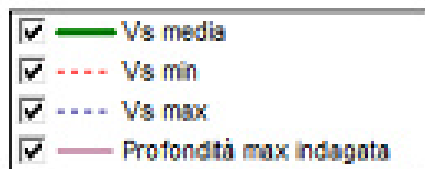
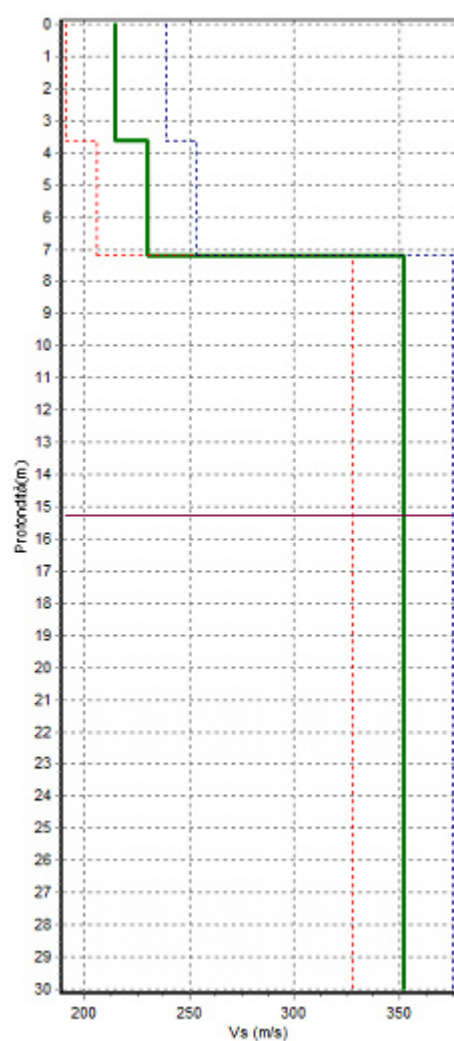
*Categoria di suolo = **categoria "C"***

*Fattore di amplificazione sismica **S = S=1,25** .*

MASW n.1

Dati di campagna





Classe sito: C - V_{s30} (m/s) = 308,7

Risultati finali

Vs30 [m/s].....308,7

La normativa applicata è il DM 17 gennaio 2018

Il sito appartiene alle classi A, B, C, D, E o S1 (alluvionale, ghiaia, sabbia, limo, argilla, roccia).

Il sito non è suscettibile di liquefazione e non è argilla sensitiva.

L'unità geotecnica dello strato rigido è la numero 3

TIPO DI SUOLO:”C”

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

SUSCETTIBILITA' ALLA LIQUEFAZIONE

E' ben noto come la liquefazione del terreno sia legata alla condizione simultanea di tre fattori quali, la presenza di terreni prevalentemente incoerenti con potenza "significativa" (sabbie), la presenza di falda idrica entro i primissimi metri di profondita' dal piano campagna e l'esistenza di una sollecitazione (anche se la riunione di tali fattori, comunque, non conduce necessariamente allo stato di liquefazione).

In considerazione che, nel nostro specifico caso, garanzie al riguardo sono gia' date dal fatto che la litologia prevalente e' rappresentata da terreni granitici con assenza di falda idrica di certo entro i primi 10 metri dal piano campagna, non sussistendone quindi le condizioni basilari, sono assolutamente da escludere sotto scuotimento tellurico fenomenologie connesse con la liquefazione dei terreni.

A titolo puramente indicativo, si rammenta comunque che i terreni in oggetto, in passato e sotto sollecitazioni sismiche di varia grandezza, non hanno mai dato adito a fenomeni di liquefazione.

CONCLUSIONI

Premesso che da sempre l'area in esame rientra tra i comprensori territoriali classificati sismicamente con il massimo rischio (ex prima categoria e/o Zona 1), in riferimento all'ultima normativa sismica ovvero a quanto emerso dal corso delle indagini, si può senz'altro asserire che le opere in progetto da erigere, potranno trarre sufficiente conforto dalla situazione parametrica dei terreni riscontrati.

Questi ultimi, difatti, risultano collocati nella categoria di suolo "C", rappresentativi di "depositi di sabbie mediamente addensate, con spessori variabili da diverse decine di metri fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di V_s -30 compresi tra 180 e 360 m/sec o da valori di N_{spt} compresi tra 15 e 50".

Inoltre, in virtù anche dell'assenza idrica nell'immediato sottosuolo, compatibilmente con la tipologia di terreno riscontrato in situ, dai calcoli scaturiti si denota la facoltà ad escludere problematiche circa la liquefazione del terreno interessato dagli interventi sotto scuotimento tellurico.

Bellezza Dott. GEOLOGO Mariano



