

COMUNE DI
ALESSANDRIA DELLA ROCCA
(Libero Consorzio dei Comuni di Agrigento)

RELAZIONE SISMICA E
RELAZIONE PERICOLOSITA' SISMICA

OGGETTO: VERIFICHE DI VULNERABILITÀ SISMICA
PER IL PLESSO ADIBITO A SCUOLA PRIMARIA
"L. CAPUANA" DELL'ISTITUTO COMPRENSIVO "A. MANZONI"

Via Portella n°1 - (N.C.T.: Fg.20 p.lla 463)

COMMITTENTE: *Comune di Alessandria della Rocca*

Firma: _____

Informativa privacy ai sensi dell'art. 13 del d.lgs. 196/03 e del art. 13 del regolamento UE n.679 del 27/04/2016 del Parlamento Europeo e del Consiglio, sulla protezione dei dati personali (GDPR), richiesta di consenso per il trattamento dei dati personali raccolti presso l'Interessato.

IL GEOLOGO

Dr. Leonardo Mauceri

(iscritto all'Ordine Regionale dei Geologi di Sicilia al n° 1460 Sez. A)

info@geologomauceri.it
geologomauceri@gmail.com
PEC: geologomauceri@epap.sicurezza postale.it
www.geologomauceri.it



Montevago, Ottobre 2019

*Studio Geologico - Dott. Geol. Leonardo Mauceri - Studio Geologico: Via Olanda n. 15 - 92010 Montevago (AG) - C.F. MCR.LRD 64D28 F655F - P.IVA 01945310843
Tel/fax 0925/38573 - cell. 347/3552528 - 338/3059800 - e-mail: geologomauceri@gmail.com - info@geologomauceri.it - www.geologomauceri.it*



Dr. Geol. Leonardo Mauceri
Geologia - Geotecnica - Geologia ambientale
Ricerche idriche - Geologia applicata
Studio: Via Olanda, 15 92010 Montevago (AG)
Tel/fax 0925/38573 cell. 347/3552528-338/3059800
e-mail: geologomauceri@gmail.com
info@geologomauceri.it
Pec: geologomauceri@epap.sicurezzapostale.it
www.geologomauceri.it

**Committente: Amministrazione Comunale
di Alessandria della Rocca (AG)**

OGGETTO: VERIFICHE DI VULNERABILITÀ SISMICA - RELAZIONE GEOLOGICA PER IL PLESSO ADIBITO A SCUOLA PRIMARIA "L. CAPUANA" DELL'ISTITUTO COMPRENSIVO "A. MANZONI" Via Portella n°1 - (N.C.T.: Fg.20 p.lla 463).

PREMESSA

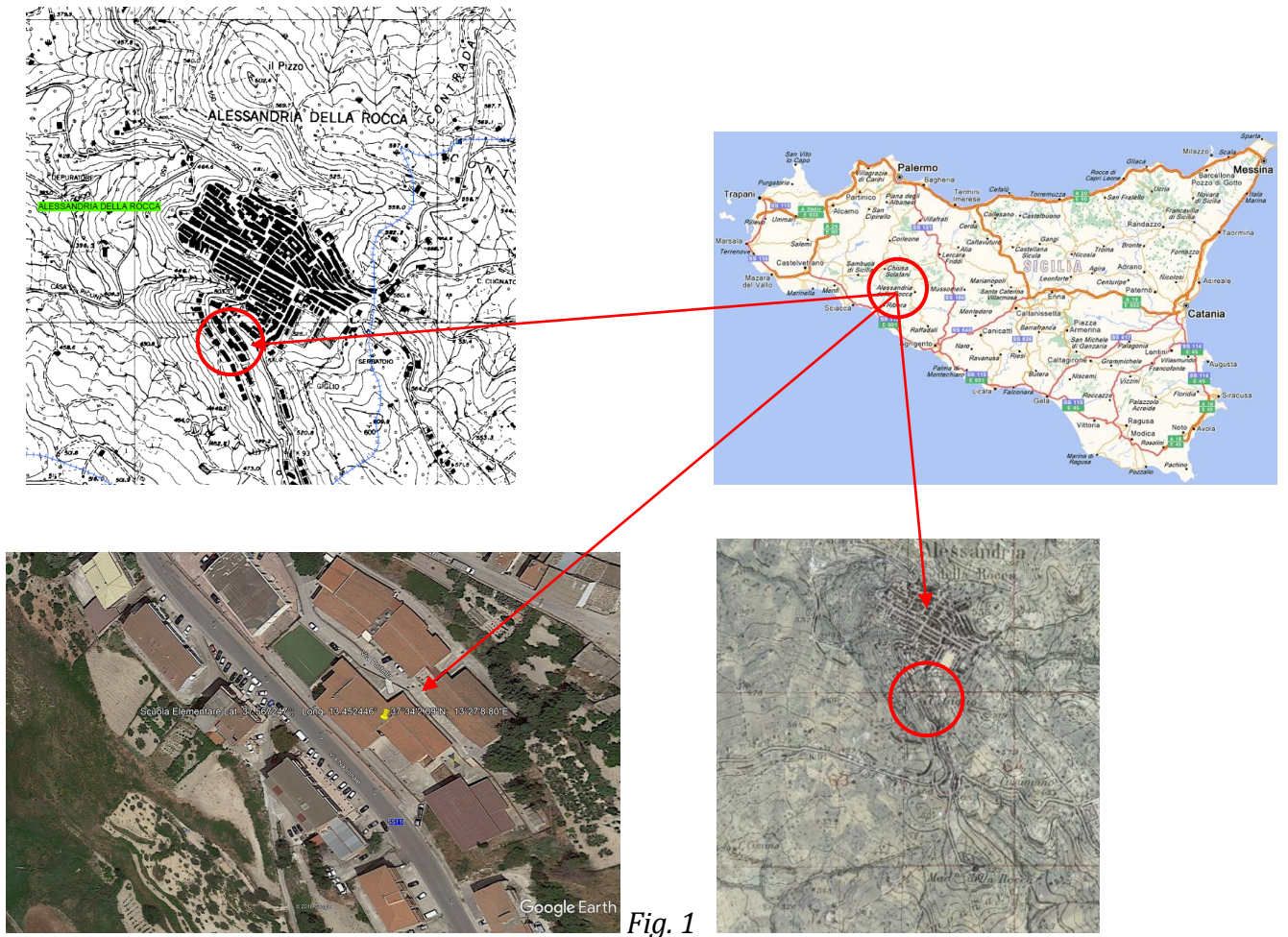
Il sottoscritto dott. Geologo *Leonardo Mauceri* nato a Montevago il 28/04/1964 ed ivi residente in via Olanda n. 15 cap 92010 Montevago (AG), iscritto all'Ordine Regionale dei Geologi di Sicilia al n° 1460 Sez. A, con Studio Geologico in Via Olanda n° 15 in Montevago (AG), ha redatto la presente relazione geofisica sul sito interessato dal *Progetto per le verifiche di vulnerabilità sismica per il plesso adibito a scuola Primaria "L. Capuana" dell'Istituto comprensivo "A. Manzoni" sito in via Portella n. 1 (N.T.C. Fg. n. 20 p.lla n. 463), nel comune di ALESSANDRIA DELLA ROCCA (AG) (Fig. 1)*. L'area in esame, dal punto di vista topografico, è compresa nelle tavolette, in scala 1:25.000, "*CIANCIANA*" F° 266 I S.E. e "*S. BIAGIO PLATANI*" F° 267 IV S.O. della Carta d'Italia edita dall'IGM, precisamente ricade sulla tavoletta "S. Biagio Platani" foglio 267 IV S.O. (Fig. 3), mentre nella CTR al 1:10.000 al n. 629020.

La presente è stata suddivisa in:

- Relazione Sismica;
- Relazione della Pericolosità Sismica di Base.



INQUADRAMENTO GEOGRAFICO





RELAZIONE SISMICA

Dott. geol. Leonardo Mauceri



Studio Geologico

C.FISC: MCRLRD64D28F655F

P.IVA: 01945310843

**Via: Olanda, 15
92010 Montevago - Agrigento**

Tel: 0925/38573 - 3383059800 - 3473552528

Fax: 0925/38573

Email: info@geologomauceri.it

geologomauceri@gmail.com PEC:

geologomauceri@epap.sicurezzapostale.it

Web: www.geologomauceri.it

**VERIFICHE DI VULNERABILITÀ SISMICA
RELAZIONE GEOLOGICA PER IL PLESSO ADIBITO A SCUOLA PRIMARIA
"L. CAPUANA" DELL'ISTITUTO COMPRENSIVO "A. MANZONI"
Via Portella n°1 - (N.C.T.: Fg.20 p.lla 463)**

Data: aprile 2019

**Il committente:
Comune di Alessandria della Rocca (AG)**

IL Tecnico

Il Progettista

Indagine geofisica tramite tecnica HVSR



Cenni sulla teoria della tecnica HVSR

La tecnica HVSR permette in primo luogo di valutare la frequenza di vibrazione naturale di un sito. Successivamente, come ulteriore sviluppo, la stima del parametro normativo Vs30 attraverso un processo di inversione del problema iniziale. Le ipotesi alla base della tecnica sono: una concentrazione del contenuto in frequenza localizzato maggiormente in quelle basse (tipicamente al di sotto dei 20 Hz); assenza di sorgenti periodiche e/o con contenuto in alte frequenze; le sorgenti di rumore sono uniformemente distribuite intorno alla stazione di registrazione. Se queste sono soddisfatte, la tecnica può essere suddivisa nelle fasi che vengono di seguito illustrate.

Si esegue una registrazione del rumore ambientale lungo tre direzioni ortogonali tra loro (x,y,z) con una singola stazione. Tale registrazione deve essere effettuata, secondo le indicazioni del progetto SESAME, per una durata non inferiore ai 20 minuti.

Si esegue un'operazione detta di windowing, in cui le tre tracce registrate vengono suddivise in finestre temporali di prefissata durata. Secondo le indicazioni del succitato progetto SESAME tale dimensione, detta Long Period, deve essere almeno pari ai 20 secondi. Si ottiene così un insieme di finestre “long”, che sono sincronizzate fra le tracce.

Queste finestre vengono filtrate in base a dei criteri che permettono di individuare l'eventuale presenza di transienti (disturbi temporanei con grandi contributi nelle frequenze alte) o di fenomeni di saturazione.

Per ciascuna delle finestre rimanenti, quindi ritenute valide, viene valutato lo spettro di Fourier. Quest'ultimo viene sottoposto a tapering e/o lisciamento secondo una delle varie tecniche note in letteratura e ritenute all'uopo idonee.

Successivamente si prendono in considerazione gli spettri delle finestre relative alle tracce orizzontali in coppia. Ovvero, ogni spettro di una finestra per esempio della direzione X, ha il suo corrispettivo per le finestre nella direzione Y, vale a dire che sono relative a finestre temporali sincrone. Per ognuna di queste coppie viene eseguita una somma tra le componenti in frequenza secondo un determinato criterio che può essere, ad esempio, una semplice media aritmetica o una somma euclidea.

Per ciascuna coppia di cui sopra, esiste lo spettro nella direzione verticale Z, ovvero relativo alla finestra temporale sincrona a quelle della coppia. Ogni componente in frequenza di questo spettro viene usato come denominatore nel rapporto con quello della suddetta coppia. Questo permette quindi di ottenere il ricercato rapporto spettrale H/V per tutti gli intervalli temporali in cui viene suddivisa la registrazione durante l'operazione di windowing.



Eseguendo per ciascuna frequenza di tali rapporti spettrali una media sulle varie finestre, si ottiene il rapporto spettrale H/V medio, la cui frequenza di picco (frequenza in cui è localizzato il massimo valore assunto dal rapporto medio stesso) rappresenta la deducibile stima della frequenza naturale di vibrazione del sito.

L'ulteriore ipotesi che questo rapporto spettrale possa ritenersi una buona approssimazione dell'ellitticità del modo fondamentale della propagazione delle onde di Rayleigh, permette di confrontare questi due al fine di ottenere una stima del profilo stratigrafico. Tale procedura, detta di inversione, consente di definire il profilo sostanzialmente in termini di spessore e velocità delle onde di taglio. Avendo quindi una stima del profilo della velocità delle onde di taglio, è possibile valutarne il parametro normativo V_{s30} .

La presente è stata redatta in ottemperanza al **Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018, Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni» MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI**, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n° 42 del 20.2.2018 (*Testo aggiornato delle norme tecniche per le costruzioni, di cui alla legge 5 novembre 1971, n. 1086, alla legge 2 febbraio 1974, n. 64, al decreto del Presidente della Repubblica 6 giugno 2001, n. 380, ed al decreto legge 28 maggio 2004, n. 136, convertito, con modificazioni, dalla legge 27 luglio 2004, n. 186. Le presenti norme sostituiscono quelle approvate con il decreto ministeriale 14 gennaio 2008*), che definiscono le regole da seguire per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni, sia in zona sismica che in zona non sismica. In particolare è stata eseguita una prospezione sismica con il metodo *HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio)*, metodologia che consente di ottenere un modello verticale delle onde V_s a partire dalle modalità di propagazione delle onde di superficie.

La registrazione di rumore sismico mediante metodologia *HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio)* è stata eseguita per risalire al valore del $V_{s,eq}$ e la frequenza di risonanza dei terreni, e pertanto consentire una microzonizzazione sismica dell'area con relativa definizione della categoria di sottosuolo dell'area oggetto di intervento al fine di una progettazione sismica delle strutture in progetto, il tutto rispettando la nuova normativa vigente (Norme Tecniche sulle Costruzioni – D.M. 14/01/2018). La normativa propone l'adozione di un sistema di caratterizzazione geofisica e geotecnica del profilo stratigrafico del suolo mediante cinque tipologie di suoli (A, B, C, D, E).

La Sismica Passiva si basa sulla misura dei microtremiti che sono sempre presenti sulla superficie terrestre e sono generati da fenomeni naturali (vento, onde marine etc.) e artificiali (attività antropiche).

La strumentazione utilizzata consiste in: SYSMATRACK Sismografo MAE A6000S 24 bit, 12 canali (espandibile a 24) (fig. 1).



- SPECIFICHE TECNICHE -

- Geofoni con frequenza 2Hz
- Componente verticale n.1
- Componenti orizzontali n.2
- Sfasamento delle componenti orizzontali: 90 gradi
- Messa in piano per mezzo di piedini con ghiera di regolazione e bolla di livello
- Contenitore: alluminio
- Dimensioni: diametro 140 mm, altezza 100 mm
- Peso: 4 Kg
- Grado di protezione: IP65
- Codice HS: 90158011

- Specifiche geofoni -

- Frequenza naturale: $2 \pm 0,75$ Hz
- Resistenza della bobina a $25^\circ \text{C} \pm 5\%$: 3810 Ohm
- Sensibilità tensione a 3810 Ohm $\pm 10\%$: 2 V / in / sec
- Massa $\pm 5\%$: 23 g

FIG 1



Sensore sismico 3D da superficie, frequenza geofoni 2 hz, contenitore in alluminio, piedini di supporto per utilizzo su pavimentazione o infissione nel terreno, bolla di livellamento, maniglia di trasporto.



SYSMATRACK
Sismografo 12 canali, espandibile a 24, risoluzione 24 bit, con batteria integrata

L'elaborazione sismica è stata fatta con il software Easy HVSR della GEOSTRU che permette l'analisi del rapporto spettrale dei microtremori con registrazioni a stazione singola. La semplicità d'uso e la velocità di esecuzione dei calcoli, consente di ottenere risultati immediati nella stima di: frequenza di risonanza, profilo stratigrafico e velocità delle onde di taglio equivalente Vs30. Il tutto secondo le direttive suggerite dal progetto SESAME. Il software importa file *SEG2*, *SAF* e *ASCII*.

Personalizzazione dell'analisi:

E' possibile scegliere i vari modi in cui trattare i dati, scegliendo i metodi più opportuni per la somma direzionale delle tracce nelle direzioni orizzontali, per il lisciamiento dati e per la banda di frequenza da analizzare.

Tra le somme direzionali a disposizione è infatti possibile scegliere dalla più semplice media aritmetica alla media quadratica o geometrica. Tra i metodi per il lisciamiento dei dati, suggeriti dal progetto SESAME, si possono scegliere: Konno & Ohmachi, Triangolare costante e Triangolare proporzionale. Si possono scegliere le finestre temporali da includere ed escludere semplicemente con un segno di spunta, vedendo in tempo reale le variazioni delle modifiche apportate. Il tutto supportato dalla possibilità' di filtrare i dati in input automaticamente.

Visualizzazione dei dati:

Tutti i risultati vengono rappresentati in grafici personalizzabili. I grafici a disposizione sono: le tracce nelle tre direzioni in analisi con la rappresentazione delle finestre temporali scelte; lo spettro medio delle tracce;



la mappa per la verifica della stazionarietà della registrazione; la mappa per la verifica dell'isotropia direzionale della registrazione; il rapporto spettrale H/V con il suo intervallo di fiducia con la possibile sovrapposizione

della curva dell'ellitticità di più modelli stratigrafici non solo del modo fondamentale ma anche di quelli superiori; la rappresentazione grafica del profilo stratigrafico; il profilo delle velocità associato alla stratigrafia.

Risultati:

Permette di valutare in automatico una prima stima del modello stratigrafico che meglio approssima il comportamento spettrale H/V registrato in situ ed analizzato per poi 'sintonizzarlo' ed affinarlo con maggiore rapidità. Si ottiene così, oltre che la frequenza naturale di vibrazione della stratigrafia tipica della tecnica HVSR, l'immediata valutazione del Vs30 e del profilo delle velocità delle onde di taglio del modello stratigrafico ipotizzato. Sul grafico del rapporto spettrale H/V sono quindi visibili, oltre che la stessa curva H/V con il suo intervallo di fiducia, tutte le curve dell'ellitticità dei vari modi di ciascun modello stratigrafico che l'utente può decidere di aggiungere. In questo modo si possono mettere a confronto le differenze da un punto di vista qualitativo, e va ad aggiungersi anche un confronto quantitativo con la stima della funzione di disadattamento tra la curva ellitticità 'fondamentale' e quella del rapporto spettrale H/V. Il tutto corredato dalle verifiche sull'affidabilità della curva H/V e del suo picco suggerite dal progetto SESAME.

Dati generali

Nome progetto:

VERIFICHE DI VULNERABILITÀ SISMICA RELAZIONE GEOLOGICA PER IL PLESSO ADIBITO A SCUOLA PRIMARIA "L. CAPUANA" DELL'ISTITUTO COMPRENSIVO "A. MANZONI" Via Portella n°1 - (N.C.T.: Fg.20 p.la 463)

Committente: COMUNE DI ALESSANDRIA DELLA ROCCA
Cantiere: Scuola Primaria
Località: Alessandria della Rocca
Operatore: geol. Leonardo Mauceri
Responsabile: geol. Leonardo Mauceri
Data: 08/10/2019 00:00:00
Zona:
Latitudine: 37,567247
Longitudine: 13,452446



Tracce in input

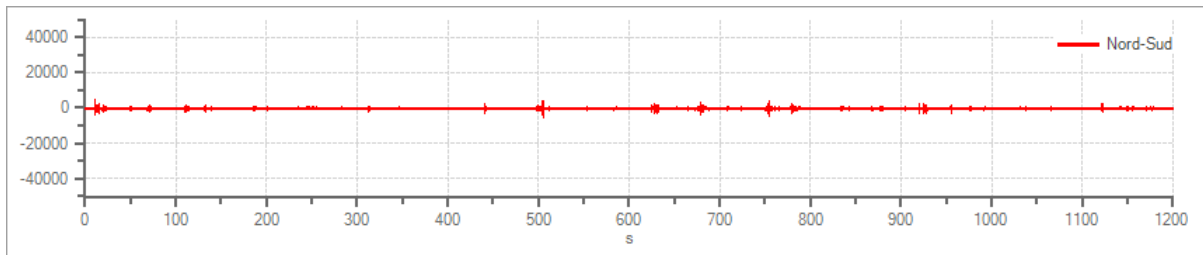
Dati riepilogativi:

Numero tracce: 3
Durata registrazione: 1200 s

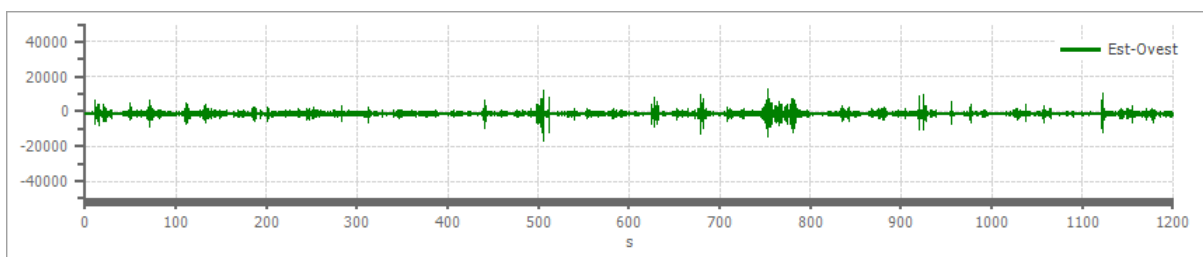


Frequenza di campionamento: 250.00 Hz
Numero campioni: 300000
Direzioni tracce: Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.

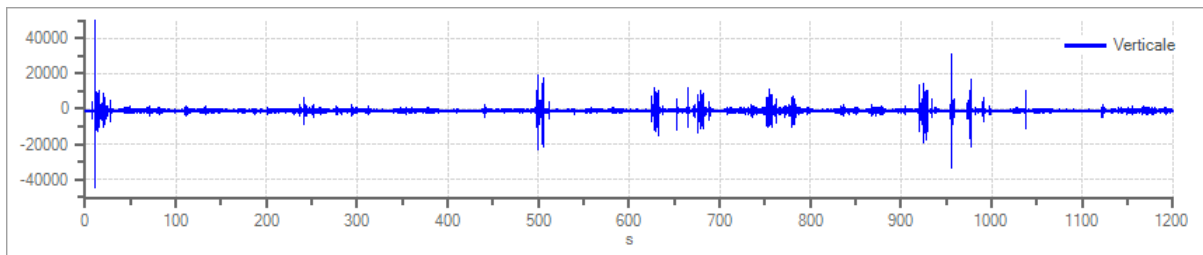
Grafici tracce:



Traccia in direzione Nord-Sud



Traccia in direzione Est-Ovest



Traccia in direzione Verticale

Finestre selezionate

Dati riepilogativi:

Numero totale finestre selezionate: 59
Numero finestre incluse nel calcolo: 59
Dimensione temporale finestre: 20.000 s
Tipo di lisciamento: Triangolare proporzionale
Percentuale di lisciamento: 10.00 %

Tabella finestre:

Numero finestra	Istante iniziale	Istante finale	Selezione
1	0	20	Inclusa
2	20	40	Inclusa
3	40	60	Inclusa
4	60	80	Inclusa
5	80	100	Inclusa
6	100	120	Inclusa

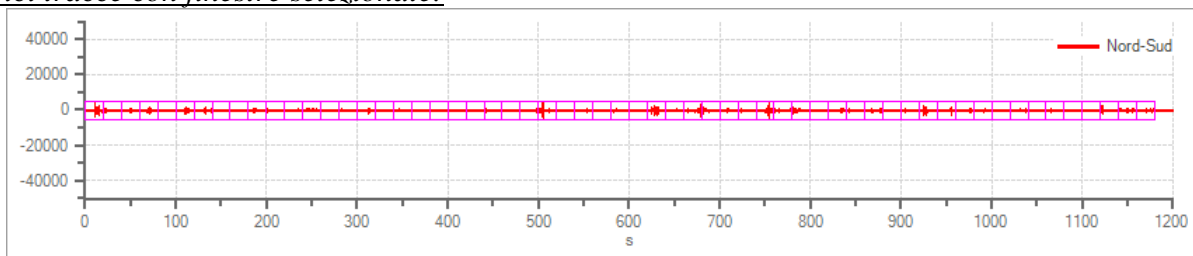


7	120	140	Inclusa
8	140	160	Inclusa
9	160	180	Inclusa
10	180	200	Inclusa
11	200	220	Inclusa
12	220	240	Inclusa
13	240	260	Inclusa
14	260	280	Inclusa
15	280	300	Inclusa
16	300	320	Inclusa
17	320	340	Inclusa
18	340	360	Inclusa
19	360	380	Inclusa
20	380	400	Inclusa
21	400	420	Inclusa
22	420	440	Inclusa
23	440	460	Inclusa
24	460	480	Inclusa
25	480	500	Inclusa
26	500	520	Inclusa
27	520	540	Inclusa
28	540	560	Inclusa
29	560	580	Inclusa
30	580	600	Inclusa
31	600	620	Inclusa
32	620	640	Inclusa
33	640	660	Inclusa
34	660	680	Inclusa
35	680	700	Inclusa
36	700	720	Inclusa
37	720	740	Inclusa
38	740	760	Inclusa
39	760	780	Inclusa
40	780	800	Inclusa
41	800	820	Inclusa
42	820	840	Inclusa
43	840	860	Inclusa
44	860	880	Inclusa
45	880	900	Inclusa
46	900	920	Inclusa
47	920	940	Inclusa
48	940	960	Inclusa
49	960	980	Inclusa
50	980	1000	Inclusa
51	1000	1020	Inclusa
52	1020	1040	Inclusa
53	1040	1060	Inclusa
54	1060	1080	Inclusa
55	1080	1100	Inclusa
56	1100	1120	Inclusa
57	1120	1140	Inclusa

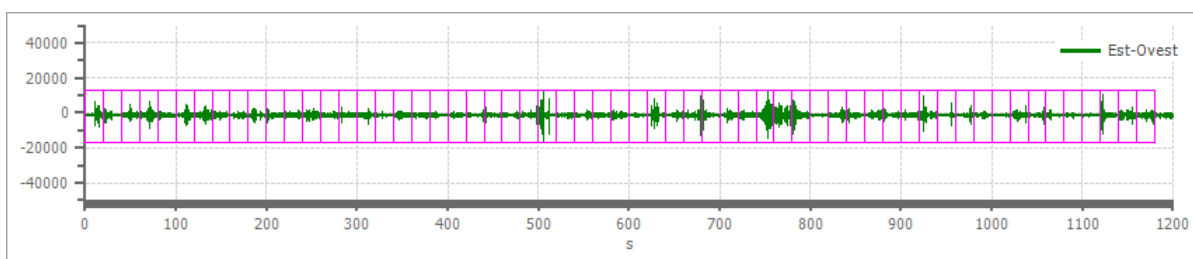


58	1140	1160	Inclusa
59	1160	1180	Inclusa

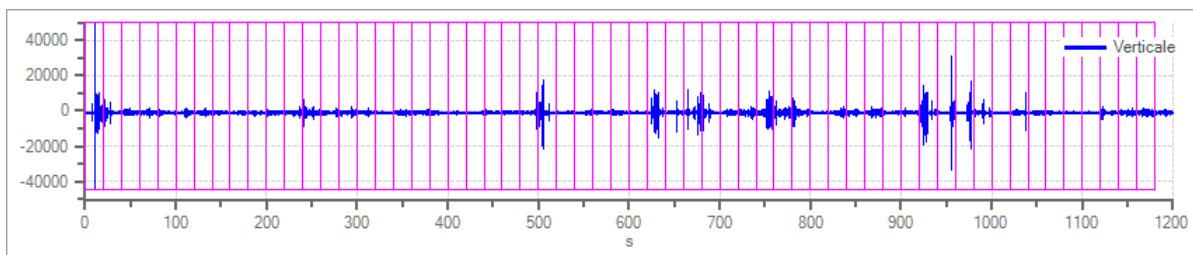
Grafici tracce con finestre selezionate:



Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud

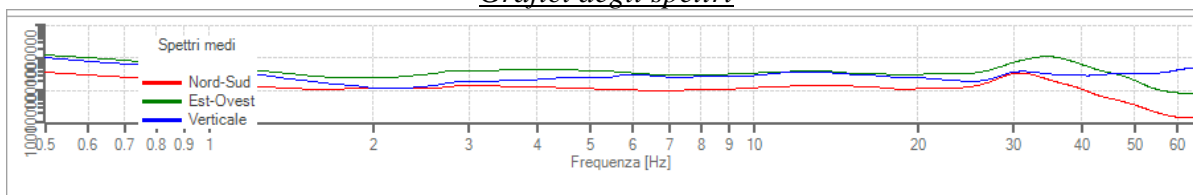


Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest

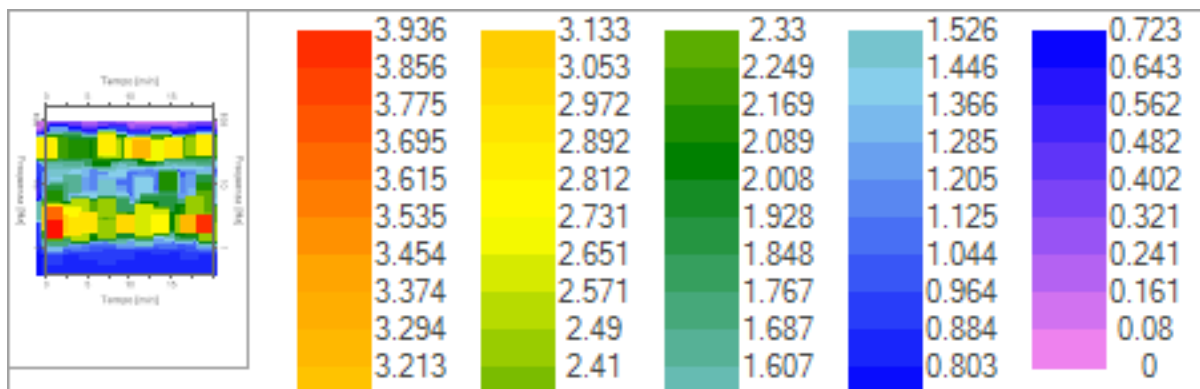


Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale

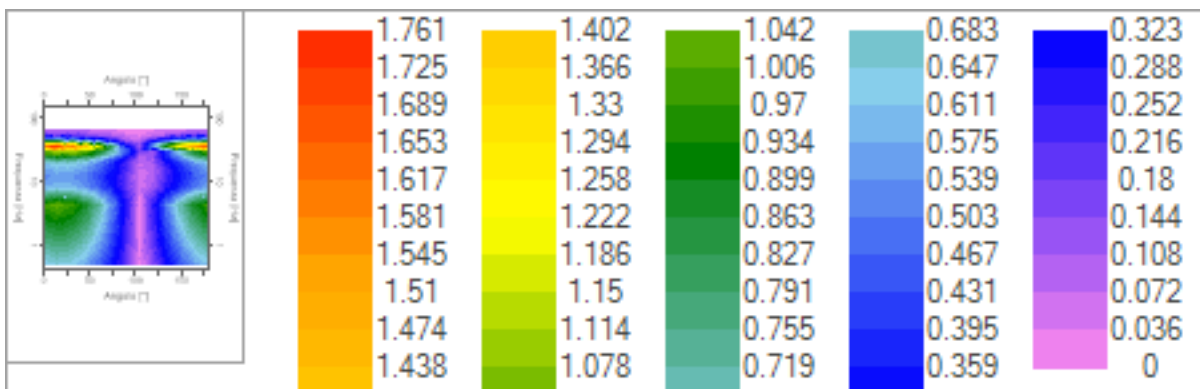
Grafici degli spettri



Spettri medi nelle tre direzioni



Mappa della stazionarietà degli spettri



Mappa della direzionalità degli spettri

Rapporto spettrale H/V

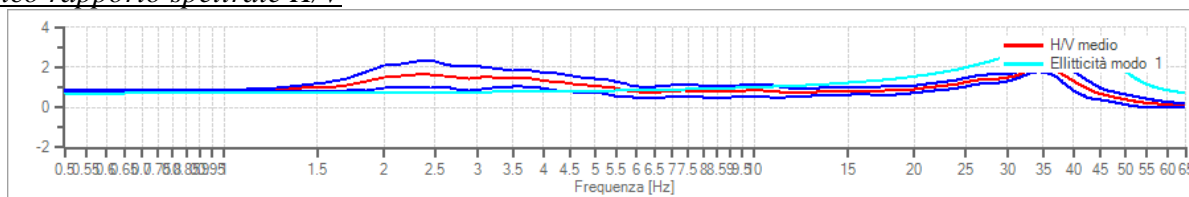
Dati riepilogativi:

Frequenza massima: 65.00 Hz
 Frequenza minima: 0.50 Hz
 Passo frequenze: 0.15 Hz
 Tipo lisciamento: Triangolare proporzionale
 Percentuale di lisciamento: 10.00 %
 Tipo di somma direzionale: Media aritmetica

Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: 35.00 Hz \pm 0.16 Hz

Grafico rapporto spettrale H/V



Rapporto spettrale H/V e suo intervallo di fiducia



Verifiche SESAME:

Verifica	Esito
$f_0 > 10/l_w$	Ok
$n_c(f_0) > 200$	Ok
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$	Ok
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Ok
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	Ok
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	Ok
$A_0 > 2$	Ok
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	Ok
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	Ok
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	Ok

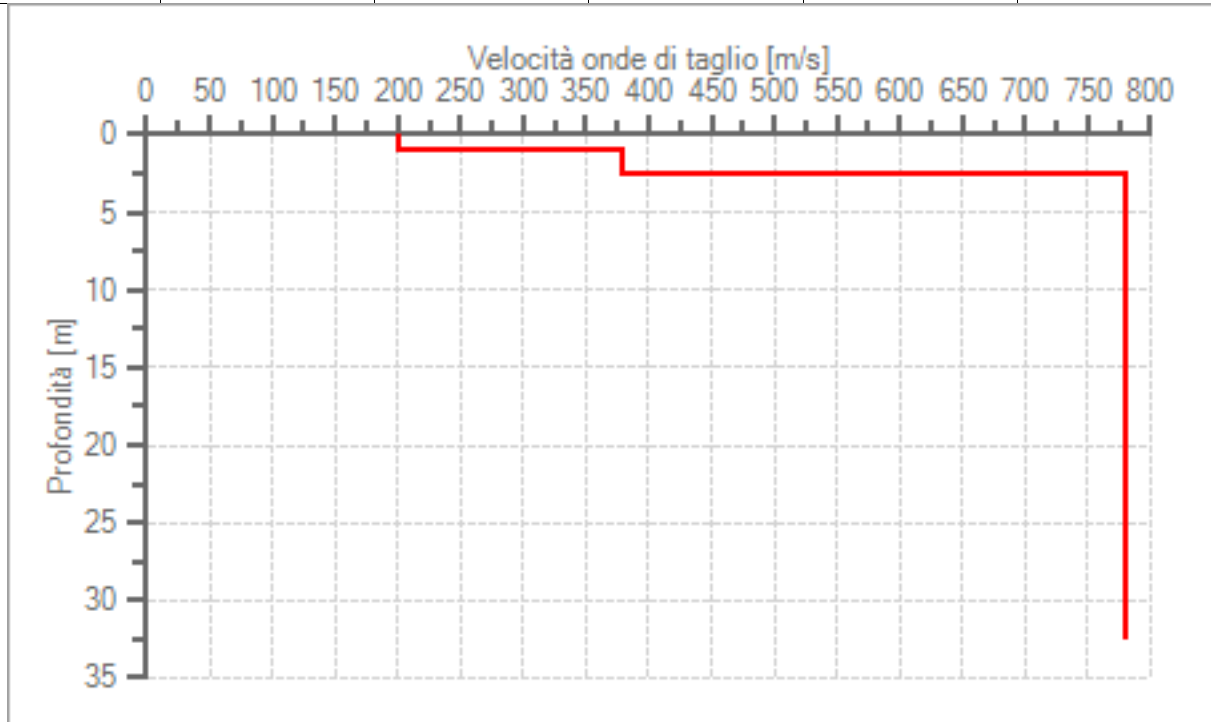
Modello stratigrafico

Dati riepilogativi:

Numero strati: 3
 Frequenza del picco dell'ellitticità: 39.20 Hz
 Valore di disadattamento: 1.51
 Valore Vseq: 675.23 m/s

Dati della stratigrafia:

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso per Unità di Vol. [kN/m ³]	Coeff. di Poisson	Velocità onde di taglio [m/s]
1	0	1	18	0.3	200
2	1	1.65	18	0.3	378
3	2.65	30	18	0.3	780



Profilo delle velocità delle onde di taglio.



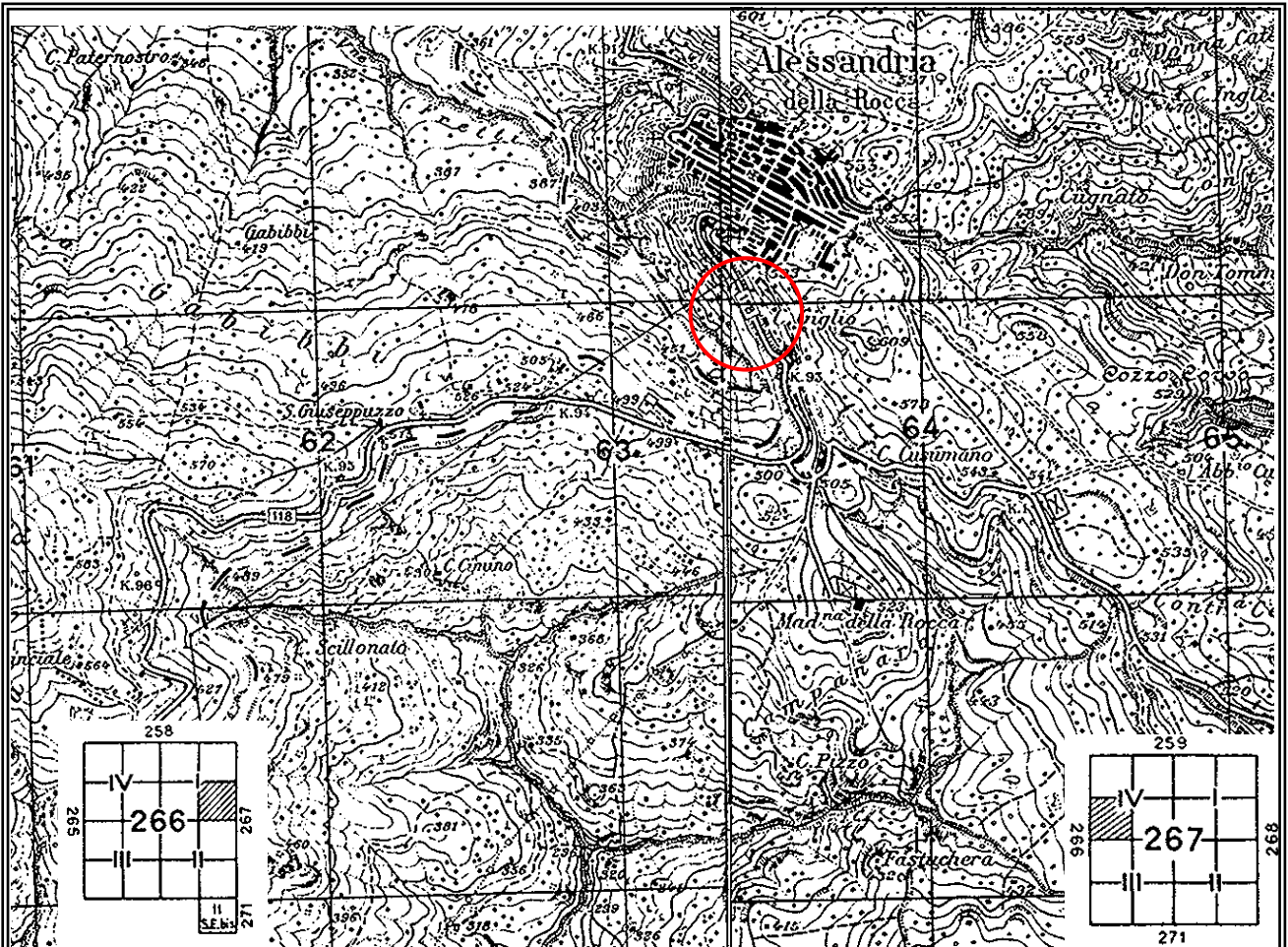
Di seguito si riporta il valore stimato della V_s , eq, considerato che *non è stato individuato un substrato sismico a profondità < 30.0m*, $V_{seq}=V_s30$, $V_{seq}=V_s30= 675,23$ m/s.

Pertanto, il sito in esame ricade nella categoria di suolo

Tipo di terreno	
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.

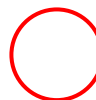
Indice

Cenni tecnica HVSR	.2
Dati generali	.3
Localizzazione geografica	.3
Tracce in input	.3
Grafici tracce	.4
Finestre selezionate	.4
Tabella finestre	.4
Grafici tracce con finestre selezionate	.6
Grafici degli spettri	.6
Mappa stazionarietà	.6
Mappa direzionalità	.7
Rapporto spettrale H/V	.7
Grafico H/V	.7
Verifiche SESAME	.8
Modello stratigrafico	.8
Grafico Profilo velocità	.8
Indice	.10



STRALCIO TOPOGRAFICO SCALA 1:25.000

TAV. IGM "CIANCIANA" F° 266 I S.E.
TAV. IGM "S. BIAGIO PLATANI" F° 267 IV S.O.

 Ubicazione area progettuale

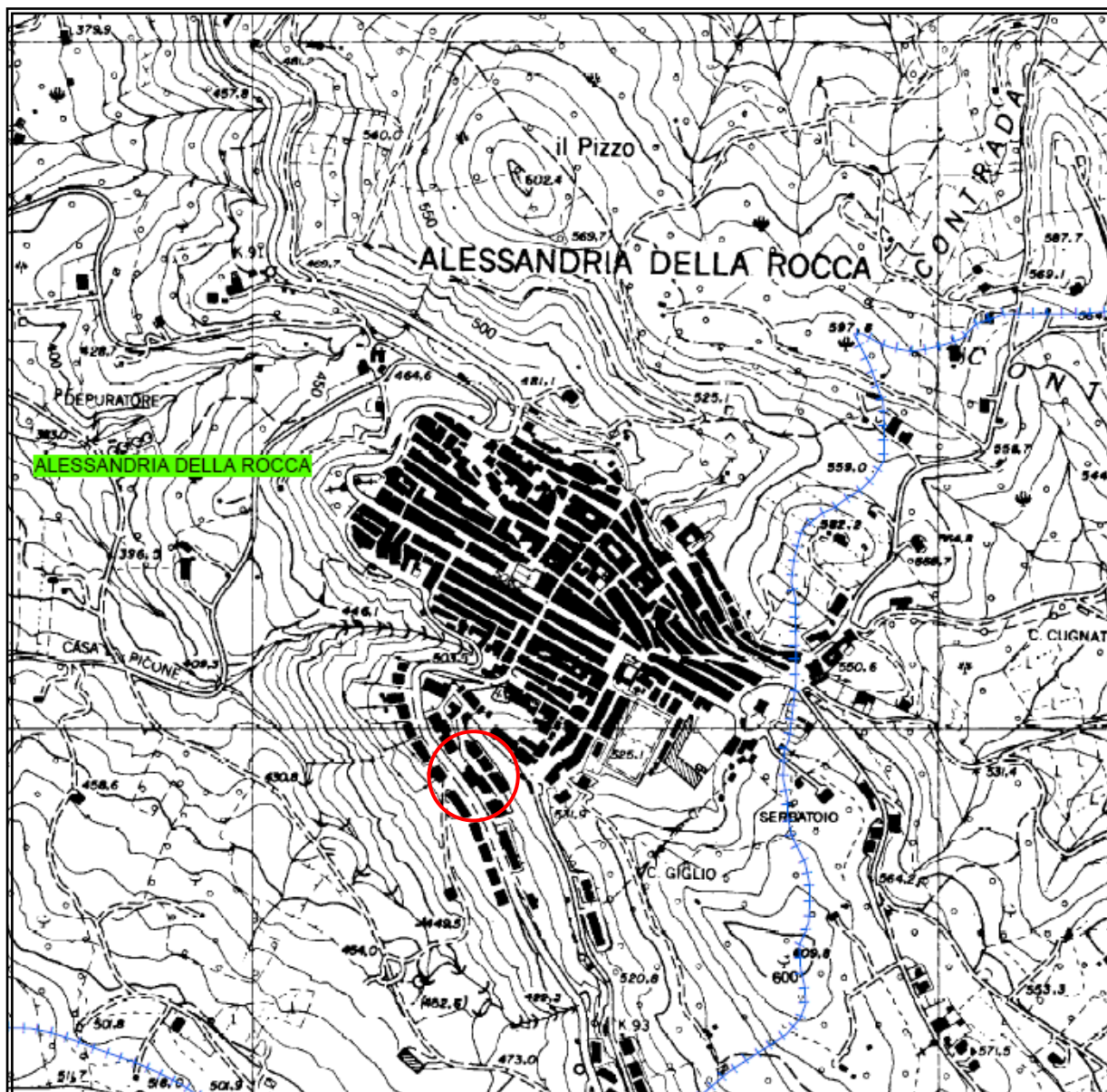
QUADRO D'UNIONE
INDEX TO ADJOINING SHEETS

266 I N.O. BURGIO	266 I N.E. BIVONA	267 IV N.O. S. STEFANO QUISQUINA
266 I S.O. CALTABELLOTTA	266 I S.E. CIANCIANA	267 IV S.O. S. BIAGIO PLATANI
266 II N.O. RIBERA	266 II N.E. CATTOLICA ERACLEA	267 III N.O. S. ANGELO MUXARO



INQUADRAMENTO GEOGRAFICO





CARTA GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA

Scala 1:10.000

Committente: **COMUNE DI ALESSANDRIA DELLA ROCCA**

PLESSO ADIBITO A SCUOLA PRIMARIA "L. CAPUANA" DELL'ISTITUTO COMPRENSIVO "A. MANZONI"
Via Portella n°1 - (N.C.T.: Fg.20 p.lla 463)

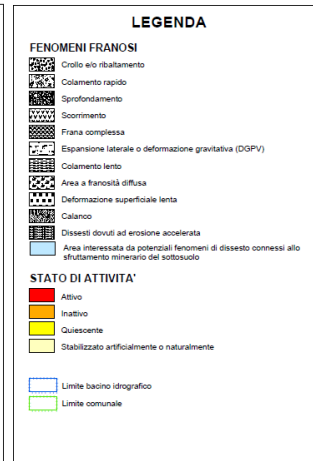
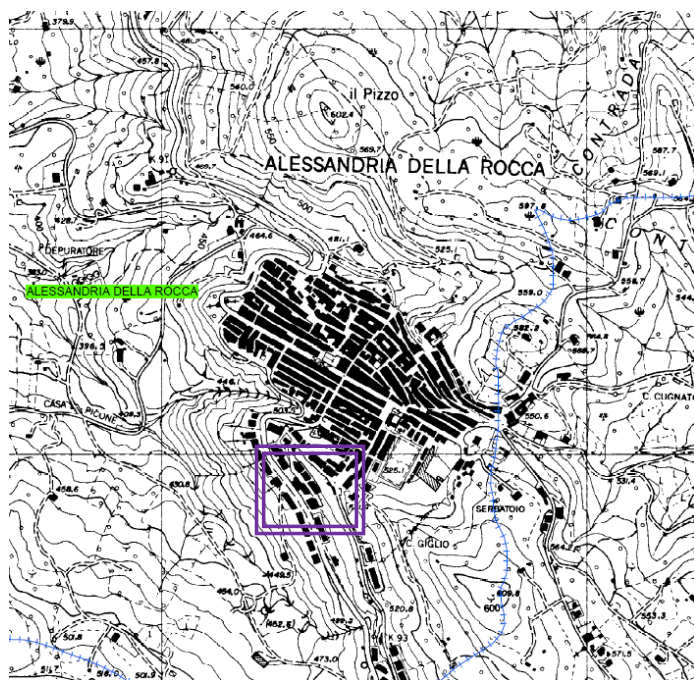
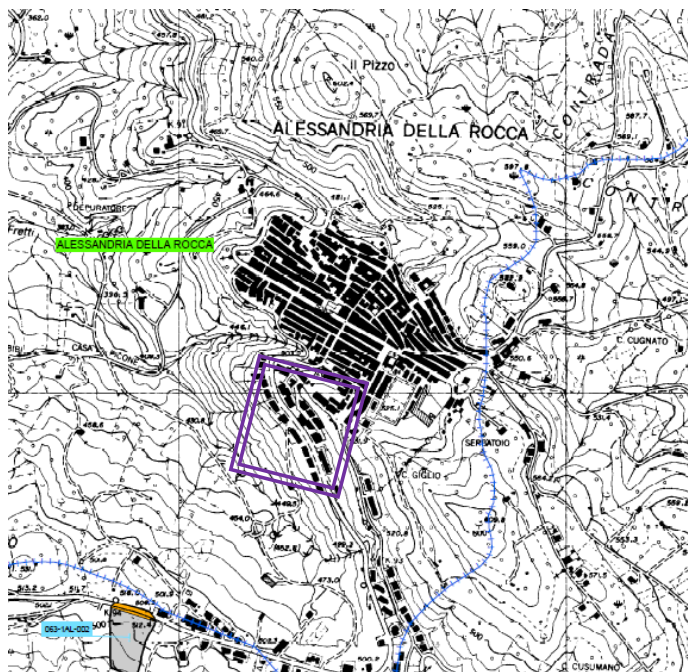
LEGENDA



Marne bianche (Aquitaniens)



Ubicazione area progettuale





REPUBBLICA ITALIANA

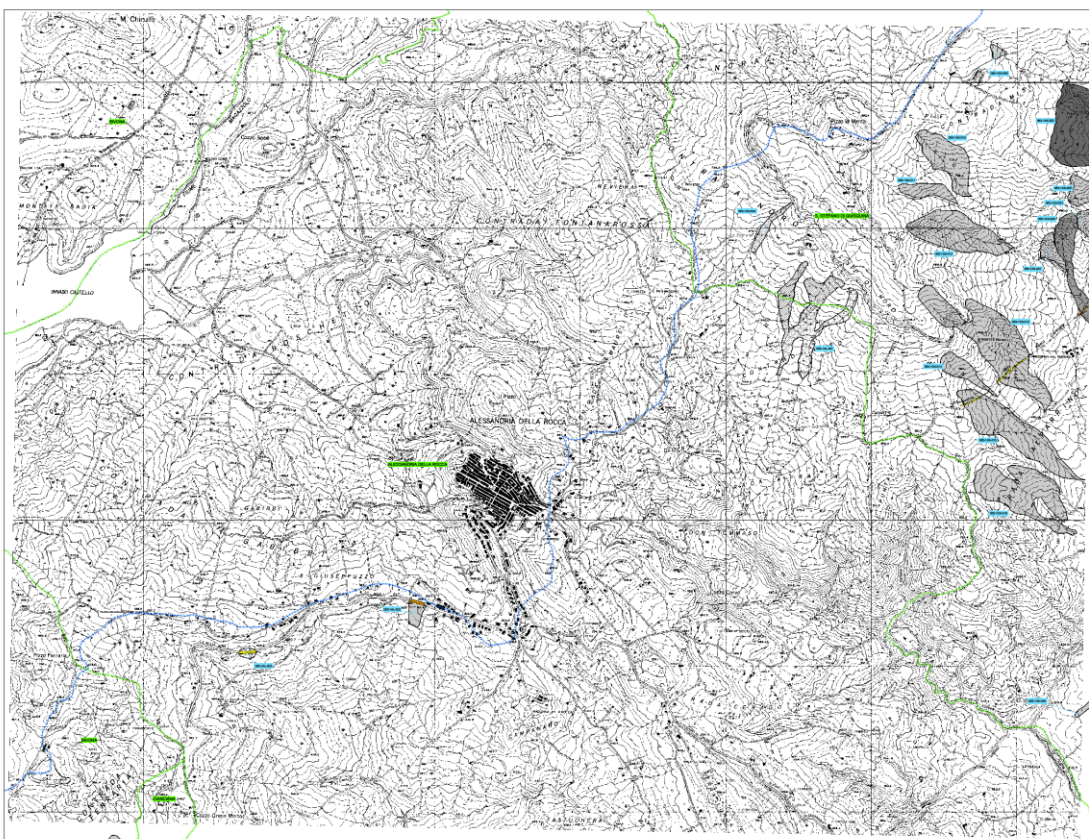
Regione Siciliana
Assessorato Territorio e Ambiente
DIPARTIMENTO TERRITORIO E AMBIENTE
SERVIZIO REGIONALE DEL TERRITORIO E DELLA SICUREZZA

**Piano Stralcio di Bacino
per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)**
(art. 14, 1008 comma 2° del D.Lgs. n. 152 del 03/10/99)

**Bacino Idrografico del Fiume
Platani (063)**

**CARTA DELLA PERICOLOSITA' E DEL
RISCHIO GEOMORFOLOGICO N° 28**
COMUNE DI ALESSANDRIA DELLA ROCCA
ALLEGATA ALLA PIANIFICAZIONE CONSERVATIVA SINTESI DI QUINDICI
Scala 1:10.000

Anno 2005



LEGENDA

LIVELLI DI PERICOLOSITA'

- P0 basso
- P1 moderato
- P2 medio
- P3 elevato
- P4 molto elevato
- Sito d'attenzione

LIVELLI DI RISCHIO

- R1 moderato
- R2 medio
- R3 elevato
- R4 molto elevato

- Limite bacino idrografico
- Limite comunale

REPUBBLICA ITALIANA

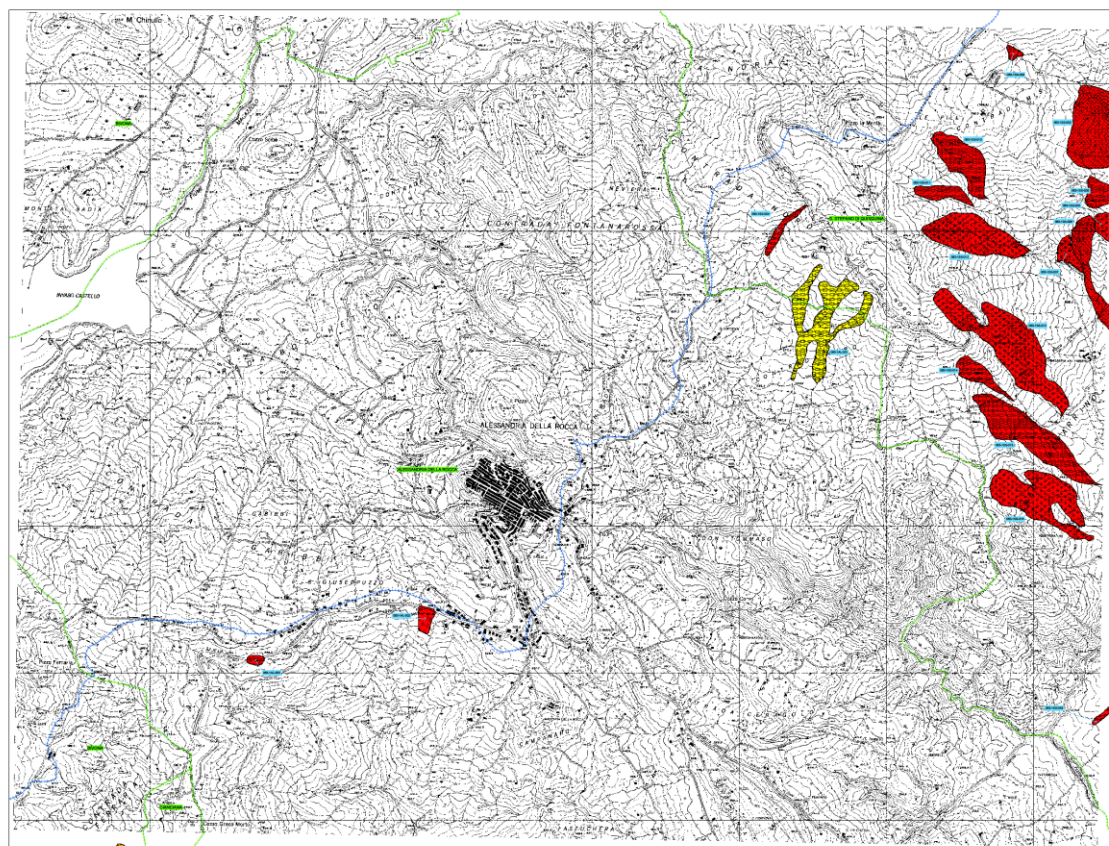
Regione Siciliana
Assessorato Territorio e Ambiente
DIPARTIMENTO TERRITORIO E AMBIENTE
SERVIZIO REGIONALE DEL TERRITORIO E DELLA SICUREZZA

**Piano Stralcio di Bacino
per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)**
(art. 14, 1008 comma 2° del D.Lgs. n. 152 del 03/10/99)

**Bacino Idrografico del Fiume
Platani (063)**

CARTA DEI DISSESTI N° 28
COMUNE DI ALESSANDRIA DELLA ROCCA
ALLEGATA ALLA PIANIFICAZIONE CONSERVATIVA SINTESI DI QUINDICI
Scala 1:10.000

Anno 2005



LEGENDA

FENOMENI FRANOSI

- Circo ero ribaltamento
- Colamento rapido
- Scivolamento
- Scorrimento
- Frana complessa
- Espansione laterale o deformazione gravitativa (DGPV)
- Colamento lento
- Area a trascostà diffusa
- Deformazione superficiale lenta
- Calanco
- Dissesti dovuti ad erosione accelerata
- Area interessata da potenziali fenomeni di dissesto connessi allo sfruttamento minerario del sottosuolo

STATO DI ATTIVITA'

- Attivo
- Inattivo
- Quiescente
- Stabilizzato artificialmente o naturalmente

- Limite bacino idrografico
- Limite comunale



Dott. geol. Leonardo Mauceri C.FISC: MCRLRD64D28F655F P.IVA: 01945310843	Studio Geologico Via: Olanda, 15 92010 Montevago - Agrigento Tel: 092538573 - 3383059800 - 3473552528 Fax: 092538573 Email: info@geologomauceri.it geologomauceri@gmail.com Web: www.geologomauceri.it
<i>PLESSO ADIBITO A SCUOLA PRIMARIA "L. CAPUANA" DELL'ISTITUTO COMPRENSIVO "A. MANZONI"</i> <i>Via Portella n°1 - (N.C.T.: Fg.20 p.lla 463)</i>	
 	Data: ottobre 2019
	Il committente: Comune di Alessandria della Rocca IL Tecnico
	Il Progettista
Pericolosità sismica di base	

1 PREMESSA

Per valutare se un'opera strutturale è sicura bisogna far riferimento a degli *stati limite*, che possono verificarsi durante un determinato *periodo di riferimento* della stessa opera. Quindi per poter stimare l'azione sismica che dovrà essere utilizzata nelle verifiche agli stati limite o nella progettazione, bisognerà stabilire:

- in primo luogo la *vita nominale* dell'opera, che congiuntamente alla *classe d'uso*, permette di determinare il *periodo di riferimento*;
- una volta definito il periodo di riferimento e i diversi stati limite da considerare, dopo aver definito le relative *probabilità di superamento* è possibile stabilire il *periodo di ritorno* associato a ciascun stato limite;
- a questo punto è possibile definire la *pericolosità sismica di base* per il sito interessato alla realizzazione dell'opera, facendo riferimento agli studi condotti sul territorio nazionale dal Gruppo di Lavoro 2004 nell'ambito della convenzione-progetto S1 DPC-INGV 2004-2006 e i cui risultati sono stati promulgati mediante l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri (OPCM) 3519/2006.

2 VITA NOMINALE, CLASSI D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO

Nel **DM 17 gennaio 2018**-Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni» il periodo di riferimento, che non può essere inferiore a 35 anni, è dato dalla seguente relazione:

$$V_R = V_N \cdot C_U \quad (2.1)$$

dove:

V_R = periodo di riferimento

V_N = vita nominale

C_U = coefficiente d'uso

La vita nominale di un'opera strutturale V_N , secondo le NTC 2018, è definita come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata e viene definita attraverso tre diversi valori, a seconda dell'importanza dell'opera e perciò delle esigenze di durabilità.

I valori minimi di V_N da adottare per i diversi tipi di costruzione sono riportati nella Tab. 2.1. Tali valori possono essere anche impiegati per definire le azioni dipendenti dal tempo.

Tab. 2.1 – Valori minimi della Vita nominale V_N di progetto per i diversi tipi di costruzioni

TIPI DI COSTRUZIONI		Valori minimi di V_N (anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

Nel caso specifico $V_N = 50$ anni.

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso. Le NTC 2018 prevedono quattro classi d'uso a ciascuna delle quali è associato un valore del coefficiente d'uso:

Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli. $C_U = 0.7$;

Classe 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. $C_U = 1.0$;

Classe 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. $C_U = 1.5$;

Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica. $C_U = 2.0$;

Nel caso in esame viene presa in considerazione la **classe d'uso II** a cui è associato il coefficiente d'uso $C_U = 1$.

Ricavati i valori di V_N e C_U , è possibile calcolare il periodo di riferimento V_R , che qui vale:

$$V_R = 50 * 1 = 50 \text{ anni.}$$

3 STATI LIMITE, PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO E PERIODO DI RITORNO

Le NTC 2018 prendono in considerazione 4 possibili *stati limite* (SL) individuati facendo riferimento alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti: due sono *stati limite di esercizio* (SLE) e due sono *stati limite ultimi* (SLU). Uno stato limite è una condizione superata la quale l'opera non soddisfa più le esigenze per la quale è stata progettata.

Più in particolare le opere e le varie tipologie strutturali devono essere dotate di capacità di garantire le prestazioni previste per le condizioni di esercizio (sicurezza nei confronti di SLE) e di capacità di evitare crolli, perdite di equilibrio e di dissesti gravi, totali o parziali, che possano compromettere l'incolumità delle persone o comportare la perdita di beni, oppure provocare gravi danni ambientali e sociali, oppure mettere fuori servizio l'opera (sicurezza nei confronti di SLU).

Gli stati limite di esercizio sono:

- **Stato Limite di Operatività** (SLO): a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi;
- **Stato Limite di Danno** (SLD): a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidità nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

Gli stati limite ultimi sono:

- **Stato Limite di salvaguardia della Vita** (SLV): a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidità nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidità per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;
- **Stato Limite di prevenzione del Collasso** (SLC): a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti

strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.

Ad ogni stato limite è associata una *probabilità di superamento* P_{VR} (Tabella 3.1), ovvero la probabilità che, nel periodo di riferimento V_R , si verifichi almeno un evento sismico ($n \geq 1$) di a_g prefissata (a_g = accelerazione orizzontale massima del suolo) avente frequenza media annua di ricorrenza $\lambda = 1/T_R$ (T_R = periodo di ritorno).

Tabella 3.1- Stati limite e rispettive probabilità di superamento, nel periodo di riferimento V_R

Stato limite di esercizio: operatività	SLO	$P_{VR} = 81\%$
Stato limite di esercizio: danno	SLD	$P_{VR} = 63\%$
Stati limite ultimo: salvaguardia della vita	SLV	$P_{VR} = 10\%$
Stati limite ultimo: di prevenzione del collasso	SLC	$P_{VR} = 5\%$

Fissati V_R e P_{VR} associata ad ogni stato limite, è possibile calcolare il periodo di ritorno dell'azione sismica T_R , espresso in anni, mediante l'espressione:

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})} \quad (3.1)$$

Tale relazione tra P_{VR} (probabilità) e T_R (statistica) risulta biunivoca poiché utilizza la distribuzione discreta Poissoniana.

Poiché è $V_R = 50$ anni, il tempo di ritorno T_R sarà:

Tabella 3.2- Stati limite e rispettivi tempi di ritorno, nel periodo di riferimento V_R

Stato limite di esercizio: operatività	SLO	$T_R = 30$
Stato limite di esercizio: danno	SLD	$T_R = 50$
Stati limite ultimo: salvaguardia della vita	SLV	$T_R = 475$
Stati limite ultimo: di prevenzione del collasso	SLC	$T_R = 975$

4 DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

La pericolosità sismica di base, cioè le caratteristiche del moto sismico atteso al sito di interesse, nelle NTC 2018, per una determinata probabilità di superamento, si può ritenere definita quando vengono designati un'accelerazione orizzontale massima (a_g) ed il corrispondente spettro di risposta elastico in accelerazione, riferiti ad un suolo rigido e ad una superficie topografica orizzontale.

Per poter definire la pericolosità sismica di base le NTC 2018 si rifanno ad una procedura basata sui risultati disponibili anche sul sito web dell'INGV <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>, nella sezione "Mappe interattive della pericolosità sismica".

Secondo le NTC 2018 le forme spettrali sono definite per 9 differenti periodi di ritorno T_R (30, 50, 72, 101, 140, 201, 475, 975 e 2475 anni) a partire dai valori dei seguenti parametri riferiti a terreno rigido orizzontale, cioè valutati in condizioni ideali di sito, definiti nell'**Allegato A** alle NTC08:

a_g = accelerazione orizzontale massima;

F_0 = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T_C^* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

I tre parametri si ricavano per il 50° percentile ed attribuendo a:

- a_g , il valore previsto dalla pericolosità sismica S1
- F_0 e T_C^* i valori ottenuti imponendo che le forme spettrali in accelerazione, velocità e spostamento previste dalle NTC08 scartino al minimo dalle corrispondenti forme spettrali previste dalla pericolosità sismica S1 (il minimo è ottenuto ai minimi quadrati, su valori normalizzati).

I valori di questi parametri vengono forniti in tabella (Tabella 4.1), contenuta nell'Allegato B delle NTC08 (a cui le NTC 2018 fanno riferimento), per i 10751 punti di un reticolo di riferimento in cui è suddiviso il territorio nazionale, identificati dalle coordinate geografiche longitudine e latitudine.

Tabella 4.1- Stralcio della tabella contenuta nell'Allegato B delle NTC08, che fornisce i 3 parametri di pericolosità sismica, per diversi periodi di ritorno e per ogni nodo del reticolo che viene identificato da un ID e dalle coordinate geografiche.

ID	LON	LAT	$T_R = 30$			$T_R = 50$			$T_R = 72$			$T_R = 101$		
			a_g	F_0	T_C^*	a_g	F_0	T_C^*	a_g	F_0	T_C^*	a_g	F_0	T_C^*
13111	6.5448	45.1340	0.263	2.500	0.180	0.340	2.510	0.210	0.394	2.550	0.220	0.469	2.490	0.240
13333	6.5506	45.0850	0.264	2.490	0.180	0.341	2.510	0.210	0.395	2.550	0.220	0.469	2.490	0.240
13555	6.5564	45.0350	0.264	2.500	0.180	0.340	2.510	0.200	0.393	2.550	0.220	0.466	2.500	0.240
13777	6.5621	44.9850	0.263	2.500	0.180	0.338	2.520	0.200	0.391	2.550	0.220	0.462	2.510	0.240
12890	6.6096	45.1880	0.284	2.460	0.190	0.364	2.510	0.210	0.431	2.500	0.220	0.509	2.480	0.240
13112	6.6153	45.1390	0.286	2.460	0.190	0.366	2.510	0.210	0.433	2.500	0.220	0.511	2.480	0.240
13334	6.6210	45.0890	0.288	2.460	0.190	0.367	2.510	0.210	0.434	2.500	0.220	0.511	2.490	0.240
13556	6.6268	45.0390	0.288	2.460	0.190	0.367	2.510	0.210	0.433	2.510	0.220	0.510	2.490	0.240
13778	6.6325	44.9890	0.288	2.460	0.190	0.366	2.520	0.210	0.430	2.510	0.220	0.507	2.500	0.240
14000	6.6383	44.9390	0.286	2.470	0.190	0.363	2.520	0.210	0.426	2.520	0.220	0.502	2.500	0.240
14222	6.6439	44.8890	0.284	2.470	0.190	0.360	2.530	0.210	0.421	2.530	0.220	0.497	2.500	0.240
12891	6.6803	45.1920	0.306	2.430	0.200	0.389	2.500	0.210	0.467	2.470	0.230	0.544	2.490	0.230
10228	6.6826	45.7940	0.283	2.420	0.200	0.364	2.460	0.220	0.430	2.460	0.240	0.505	2.440	0.250
13113	6.6860	45.1430	0.309	2.430	0.200	0.391	2.510	0.210	0.470	2.470	0.230	0.546	2.490	0.230
10450	6.6885	45.7450	0.278	2.440	0.200	0.356	2.480	0.220	0.415	2.500	0.230	0.485	2.470	0.250
13335	6.6915	45.0930	0.310	2.430	0.200	0.392	2.510	0.210	0.470	2.480	0.230	0.546	2.500	0.230
10672	6.6942	45.6950	0.275	2.450	0.200	0.351	2.490	0.210	0.406	2.520	0.230	0.475	2.490	0.250
13557	6.6973	45.0430	0.311	2.440	0.200	0.392	2.520	0.210	0.469	2.480	0.230	0.545	2.500	0.230
13779	6.7029	44.9930	0.310	2.440	0.200	0.391	2.520	0.210	0.467	2.480	0.230	0.543	2.500	0.230

Qualora la pericolosità sismica del sito sul reticolo di riferimento non consideri il periodo di ritorno T_R corrispondente alla V_R e P_{VR} fissate, il valore del generico parametro p ad esso corrispondente potrà essere ricavato per interpolazione (Figura 4.1), a partire dai dati relativi ai tempi di ritorno previsti nella pericolosità di base, utilizzando la seguente espressione dell'Allegato A alle NTC08:

$$\log(p) = \log(p_1) + \log\left(\frac{p_2}{p_1}\right) \cdot \log\left(\frac{p_2}{p_1}\right) \cdot \left[\log\left(\frac{T_{R2}}{T_{R1}}\right)\right]^{-1} \quad (4.1)$$

nella quale p è il valore del parametro di interesse (a_g, F_0, T_C^*) corrispondente al periodo di ritorno T_R desiderato, mentre p_1, p_2 è il valore di tale parametro corrispondente al periodo di ritorno $T_{R1, 2}$.

Per un qualunque punto del territorio non ricadente nei nodi del reticolo di riferimento, i valori dei parametri p possono essere calcolati come media pesata dei valori assunti da tali parametri nei quattro vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento contenente il punto in esame, utilizzando l'espressione dell'Allegato A alle NTC08:

$$p = \frac{\sum_{i=1}^4 p_i d_i}{\sum_{i=1}^4 d_i} \quad (4.2)$$

nella quale p è il valore del parametro di interesse (a_g, F_o, T_C^*) corrispondente al punto considerato, p_i è il valore di tale parametro nell' i -esimo vertice della maglia elementare contenente il punto in esame e d_i è la distanza del punto in esame dall' i -esimo vertice della suddetta maglia.

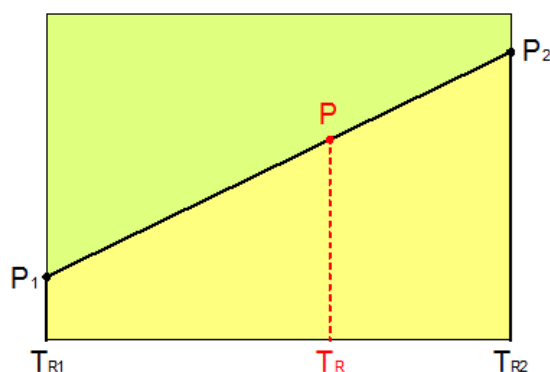


Figura 4.1 - Interpolazione dei periodi di ritorno, per ottenere i parametri di pericolosità sismica, in accordo alla procedura delle NTC08.

La procedura per interpolare le coordinate geografiche è schematizzata nella Figura 4.2

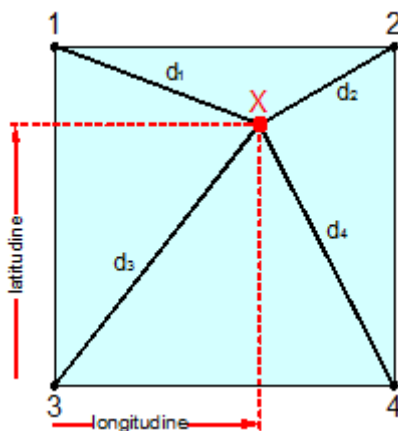


Figura 4.2 - Interpolazione delle coordinate geografiche, per ottenere i parametri di pericolosità sismica, in accordo alla procedura delle NTC08.

Pertanto per poter procedere all'interpolazione delle coordinate geografiche, in accordo alla procedura delle NTC08, bisogna calcolare le distanze che intercorrono tra i 4 punti del reticolo e il punto di interesse. Questo calcolo può essere eseguito approssimativamente utilizzando le formule della trigonometria sferica, che danno la distanza geodetica tra due punti, di cui siano note le coordinate geografiche. Utilizzando quindi il teorema di Eulero, la distanza d tra due punti, di cui siano note latitudine e longitudine, espresse però in radianti, si ottiene dall'espressione seguente:

$$d = R \cdot \arccos[\sin(\text{lat}\beta) \cdot \sin(\text{lat}\alpha) + \cos(\text{lat}\beta) \cdot \cos(\text{lat}\alpha) \cdot \cos(\text{lon}\alpha - \text{lon}\beta)] \quad (4.3)$$

dove $R = 6371$ è il raggio medio terrestre in km, mentre $\text{lat}\alpha$, $\text{lon}\alpha$, $\text{lat}\beta$ e $\text{lon}\beta$ sono la latitudine e la longitudine, espresse in radianti, di due punti A e B di cui si vuole calcolare la distanza.

La formula di interpolazione sopra proposta, semplice da usare, presenta però l'inconveniente di condurre a valori di pericolosità lievemente diversi per punti affacciati ma appartenenti a maglie contigue. La modestia delle differenze (scostamenti in termini di PGA dell'ordine di $\pm 0,01g$ ossia della precisione dei dati) a fronte della semplicità d'uso, rende tale stato di cose assolutamente accettabile.

Qualora si vogliano rappresentazioni continue della funzione interpolata, si dovrà ricorrere a metodi di interpolazione più complessi, ad esempio i polinomi di Lagrange.

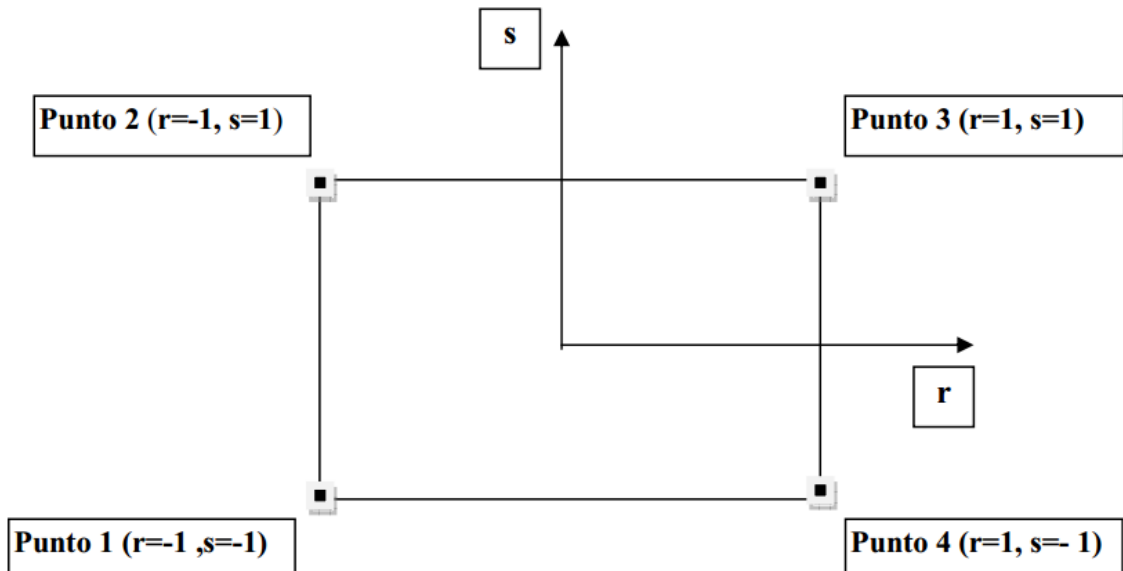


Figura 4.3 - Applicazione dell'interpolazione bilineare.

Definiti i 4 vertici di una generica maglia i polinomi di Lagrange sono così determinati:

$$h_1 = (1-r) \cdot (1-s)/4 \quad (4.4)$$

$$h_2 = (1-r) \cdot (1+s)/4 \quad (4.5)$$

$$h_3 = (1+r) \cdot (1+s)/4 \quad (4.6)$$

$$h_4 = (1+r) \cdot (1-s)/4 \quad (4.7)$$

Tra le coordinate x , y di un punto generico e le coordinate r , s dello stesso punto valgono le seguenti relazioni:

$$4x = \sum_{i=1}^4 h_i \cdot x_i = [(1-r) \cdot (1-s) \cdot x_1 + (1-r) \cdot (1+s) \cdot x_2 + (1+r) \cdot (1+s) \cdot x_3 + (1+r) \cdot (1-s) \cdot x_4] \quad (4.8)$$

$$4y = \sum_{i=1}^4 h_i \cdot y_i = [(1-r) \cdot (1-s) \cdot y_1 + (1-r) \cdot (1+s) \cdot y_2 + (1+r) \cdot (1+s) \cdot y_3 + (1+r) \cdot (1-s) \cdot y_4] \quad (4.9)$$

La soluzione del sistema di equazioni non lineari è ottenuta iterativamente e, tramite i valori di r ed s , si determinano i parametri a_g , F_0 , T_c^* dall'equazione:

$$4p = \sum_{i=1}^4 h_i \cdot p_i = [(1-r) \cdot (1-s) \cdot p_1 + (1-r) \cdot (1+s) \cdot p_2 + (1+r) \cdot (1+s) \cdot p_3 + (1+r) \cdot (1-s) \cdot p_4] \quad (4.10)$$

Dove p rappresenta il parametro cercato.

5 Pericolosità sismica di sito

Il moto generato da un terremoto in un sito dipende dalle particolari condizioni locali, cioè dalle caratteristiche topografiche e stratigrafiche dei depositi di terreno e degli ammassi rocciosi e dalle proprietà fisiche e meccaniche dei materiali che li costituiscono. Per la singola opera o per il singolo sistema geotecnico la risposta sismica locale consente di definire le modifiche che un segnale sismico subisce, a causa dei fattori anzidetti, rispetto a quello di un sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (sottosuolo di categoria A, definito al § 3.2.2).

5.1 Coefficienti sismici

I coefficienti sismici orizzontale k_h e verticale k_v dipendono del punto in cui si trova il sito oggetto di analisi e del tipo di opera da calcolare. Il parametro di entrata per il calcolo è il tempo di ritorno (T_R) dell'evento sismico che è valutato come segue:

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1-P_{VR})} \quad (5.1)$$

Con V_R vita di riferimento della costruzione e P_{VR} probabilità di superamento, nella vita di riferimento, associata allo stato limite considerato. La vita di riferimento dipende dalla vita nominale della costruzione e dalla classe d'uso della costruzione (in linea con quanto previsto al punto 2.4.3 delle NTC). In ogni caso V_R non può essere inferiore a 35 anni.

5.2 Stabilità dei pendii e fondazioni

Nel caso di stabilità dei pendii i coefficienti k_h e k_v sono così determinati:

$$k_h = \beta_s \cdot \left(\frac{a_{\max}}{g} \right) \quad (5.2)$$

$$k_v = \pm 0.5 \cdot k_h \quad (5.3)$$

Con

β_s coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;

a_{\max} accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

g accelerazione di gravità.

I valori di β_s sono riportati nella tabella 5.1.

Tabella 5.1- Coefficienti di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito.

	Categoria di sottosuolo	
	A	B, C, D, E
	β_s	β_s
$0.2 < a_g(g) \leq 0.4$	0.30	0.28
$0.1 < a_g(g) \leq 0.2$	0.27	0.24

$a_g(g) \leq 0.1$	0.20	0.20
-------------------	------	------

Tutti i fattori presenti nelle precedenti formule dipendono dall'accelerazione massima attesa al sito di riferimento rigido e dalle caratteristiche geomorfologiche del territorio.

$$a_{\max} = S_S \cdot S_T \cdot a_g \quad (5.4)$$

S_S (effetto di amplificazione stratigrafica) ($0.90 \leq S_S \leq 1.80$) è funzione di F_0 (Fattore massimo di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale) e della categoria di suolo (A, B, C, D, E), e del rapporto a_g/g . S_T (effetto di amplificazione topografica), varia con il variare delle quattro categorie topografiche:

$$\mathbf{T1: } S_T = 1.0; \mathbf{T2: } S_T = 1.20; \mathbf{T3: } S_T = 1.20; \mathbf{T4: } S_T = 1.40.$$

5.3 Fronti scavo e rilevati

Il comportamento in condizioni sismiche dei fronti di scavo e dei rilevati può essere analizzato con gli stessi metodi impiegati per i pendii naturali; specificamente mediante metodi pseudostatici, metodi degli spostamenti e metodi avanzati di analisi dinamica.

Nei metodi pseudostatici l'azione sismica è rappresentata da un'azione statica equivalente, costante nello spazio e nel tempo, proporzionale al peso W del volume di terreno potenzialmente instabile. Le componenti orizzontale e verticale di tale forza devono essere ricavate in funzione delle proprietà del moto atteso nel volume di terreno potenzialmente instabile e della capacità di tale volume di subire spostamenti senza significative riduzioni di resistenza.

In mancanza di studi specifici, le componenti orizzontale e verticale della forza statica equivalente possono esprimersi come

$$F_h = k_h \cdot W \text{ ed } F_v = k_v \cdot W$$

con k_h e k_v rispettivamente pari ai coefficienti sismici orizzontale e verticale definiti nel § 7.11.3.5.2 e adottando i seguenti valori del coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito:

$$\beta_s = 0.38 \text{ nelle verifiche dello stato limite ultimo (SLV)}$$

$$\beta_s = 0.47 \text{ nelle verifiche dello stato limite di esercizio (SLD).}$$

Nelle verifiche di sicurezza si deve controllare che la resistenza del sistema sia maggiore delle azioni (condizione [6.2.1]) impiegando lo stesso approccio di cui al § 6.8.2 per le opere di materiali sciolti e fronti di scavo, ponendo pari all'unità i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri geotecnici (§ 7.11.1) e impiegando le resistenze di progetto calcolate con un coefficiente parziale pari a $\gamma_R = 1.2$.

Si deve inoltre tener conto della presenza di manufatti interagenti con l'opera.

5.4 Muri di sostegno

Per i muri di sostegno pendii i coefficienti k_h e k_v sono così determinati:

$$k_h = \beta_m \cdot \left(\frac{a_{\max}}{g} \right) \quad (5.5)$$

$$k_v = \pm 0.5 \cdot k_h \quad (5.6)$$

Con:

β_m coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito, per i muri che non siano in grado di subire spostamenti relativi rispetto al terreno assume valore unitario altrimenti assume i valori riportati di seguito.

$\beta_m = 0.38$ nelle verifiche allo stato limite ultimo (SLV)

$\beta_m = 0.47$ nelle verifiche allo stato limite di esercizio (SLD).

I valori del coefficiente β_m possono essere incrementati in ragione di particolari caratteristiche prestazionali del muro, prendendo a riferimento il diagramma di in Figura 5.2.

a_{max} accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

g accelerazione di gravità.

Tutti i fattori presenti nelle precedenti formule dipendono dall'accelerazione massima attesa sul sito di riferimento rigido e dalle caratteristiche geomorfologiche del territorio.

$$a_{max} = S_S \cdot S_T \cdot a_g \quad (5.7)$$

S è il coefficiente comprendente l'effetto di amplificazione stratigrafica S_S e di amplificazione topografica S_T .

a_g accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

5.5 Paratie

In mancanza di studi specifici, a_h (accelerazione orizzontale) può essere legata all'accelerazione di picco a_{max} attesa nel volume di terreno significativo per l'opera mediante la relazione:

$$a_h = k_h \cdot g = \alpha \cdot \beta \cdot a_{max} \quad (5.8)$$

dove:

g è l'accelerazione di gravità;

k_h è il coefficiente sismico in direzione orizzontale;

$\alpha \leq 1$ è un coefficiente che tiene conto della deformabilità dei terreni interagenti con l'opera. Può essere ricavato a partire dall'altezza complessiva H della paratia e dalla categoria di sottosuolo mediante il diagramma in Figura 5.1:

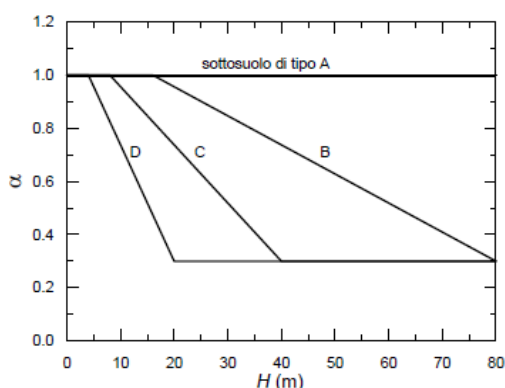


Figura 5.1 - Diagramma per la valutazione del coefficiente di deformabilità α .

Per il sottosuolo di categoria E si utilizzano le curve dei sottosuoli C o D in dipendenza dei valori assunti dalla velocità equivalente V_s . Per la valutazione della spinta nelle condizioni di equilibrio limite passivo deve porsi $\alpha = 1$.

Il valore del coefficiente β può essere ricavato dal diagramma riportato in Figura 5.2, in funzione del massimo spostamento u_c che l'opera può tollerare senza riduzioni di resistenza.

Per $u_s = 0$ si ha $\beta = 1$; $u_s \leq 0.005 \cdot H$

Se $\alpha \cdot \beta \leq 0.2$ deve assumersi $k_h = 0.2 \cdot a_{\max}/g$

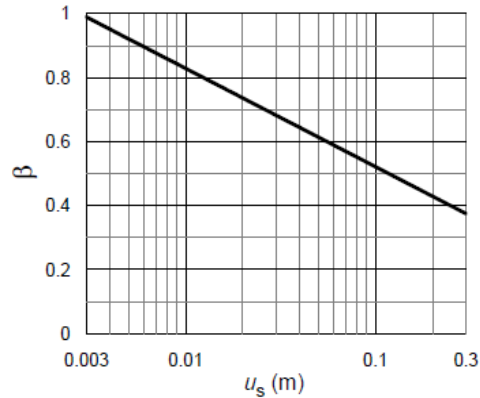


Figura 5.2 - Diagramma per la valutazione del coefficiente di spostamento β .

L'accelerazione di picco a_{\max} è valutata mediante un'analisi di risposta sismica locale, ovvero come

$$a_{\max} = S_S \cdot S_T \cdot a_g \quad (5.9)$$

dove:

S è il coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica (S_S) e dell'amplificazione topografica (S_T), di cui al § 3.2.3.2;

a_g è l'accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

STORIA SISMICA DEL SITO

2005 November 21 10:57:40.23
Sicilia centrale
EqID 20051121_1057_000

Alessandria della Rocca

Intensity	NF
PlaceID	IT_67497
Coordinates (lat, lon)	37.569, 13.454
Municipality (ISTAT 2015)	Alessandria della Rocca
Province	Agrigento
Region	Sicilia

► Seismic history

Alessandria della Rocca



PlaceID IT_67497
Coordinates (lat, lon) 37.569, 13.454
Municipality (ISTAT 2015) Alessandria della Rocca
Province Agrigento
Region Sicilia
No. of reported earthquakes 2

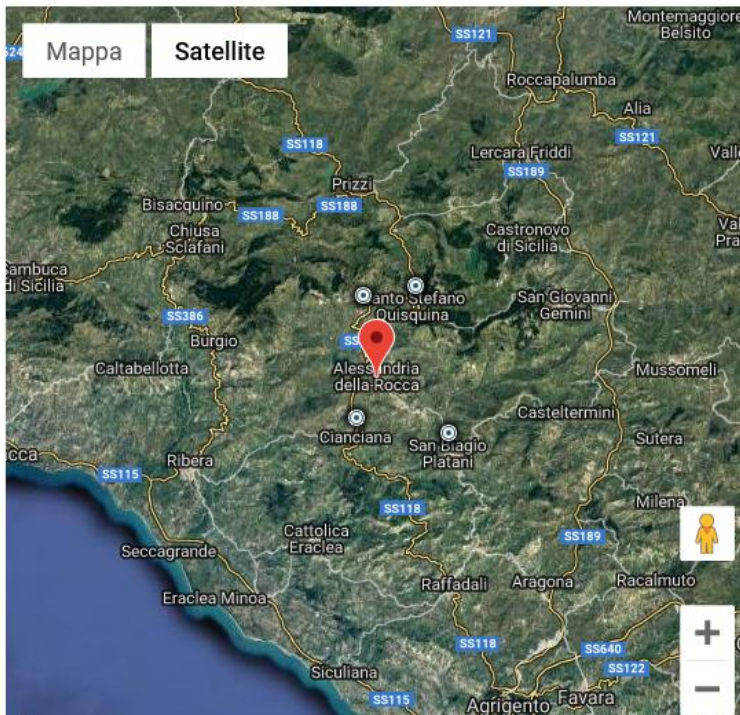
Effects	Reported earthquakes							NMDP	Io	Mw
Int.	Year	Mo	Da	Ho	Mi	Se	Epicentral area			
6	1968	01	15	02	01	0	Valle del Belice	162	10	6.41
NF	2005	11	21	10	57	4	Sicilia centrale	255		4.56



► Customize the diagram

Closest localities (within 10km) with reported macroseismic observations

Place name	EQs	Distance (km)
Bivona	7	6
Cianciana	4	6
Santo Stefano Quisquina	3	7
San Biagio Platani	3	9



Effects		Reported earthquakes								
Int.	Year	Mo	Da	Ho	Mi	Se	Epicentral area	NMDP	Io	Mw
6	📄 1968	01	15	02	01	0	Valle del Belice	162	10	6.41
NF	📄 2005	11	21	10	57	4	Sicilia centrale	255		4.56



▼ Customize the diagram

Minimum intensity ▼

Maximum intensity ▼

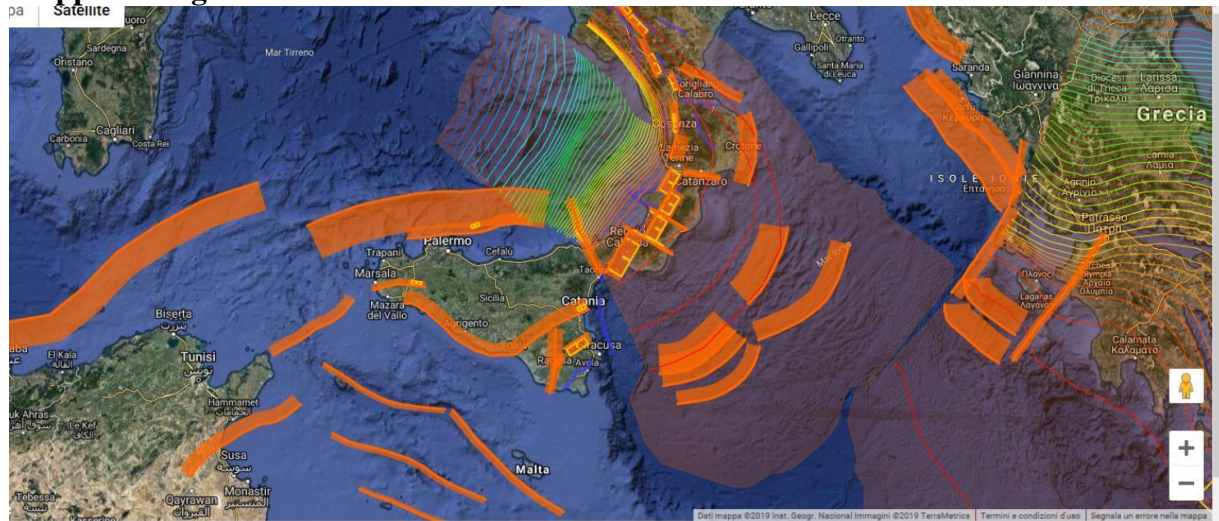
Minimum Year ▼

Maximum year ▼

Distance between years tick ▼

[🔄 Redraw the diagram](#)

Mappa sismogenetica



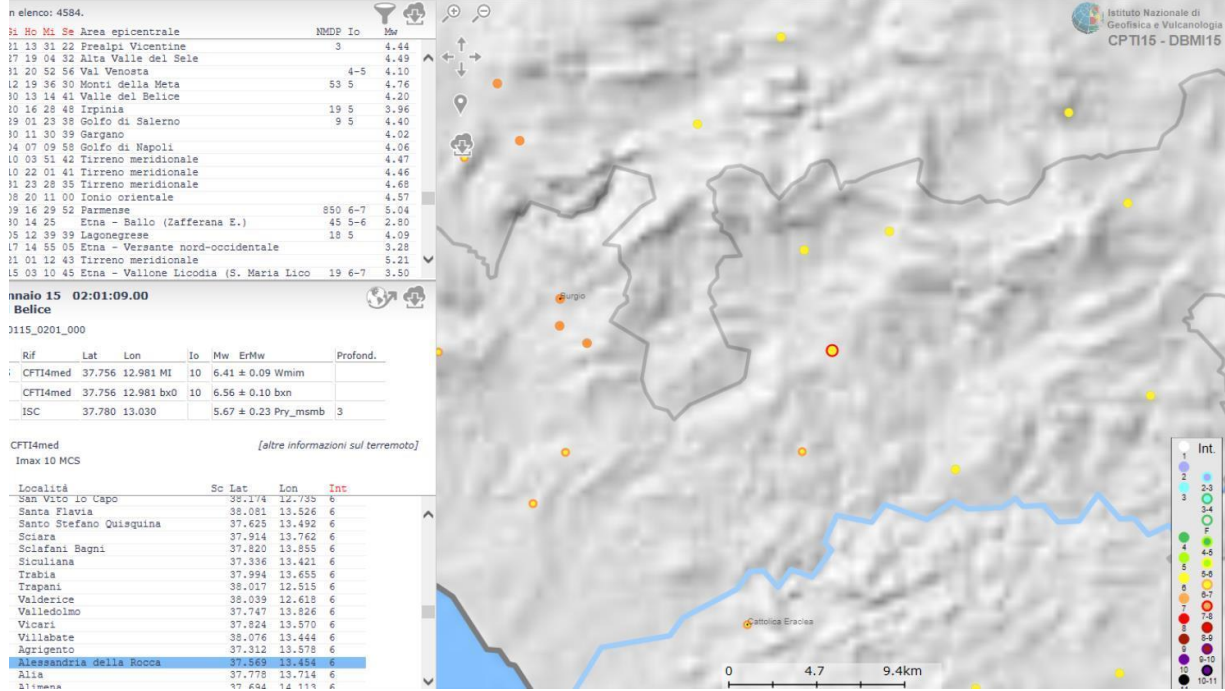
sizione

n°

Cap

idi o densiti alluvionali rnfondi con snessori macinomi di 20 metri

Pericolosità sismica del sito



Mappe interattive di pericolosità sismica

Strumenti

- Ritorna alla mappa iniziale
- Ridisegna mappa
- Zoom In
- Zoom Out
- Ricentra sul punto
- Grafico sul punto griglia
- Grafico di disaggregazione

Navigazione

Scala: (Valori consentiti: 50.000 - 7.909.000)
Scala:

Coordinate del centro della mappa

Latitudine:
Longitudine:

Ricerca Comune

Il nome
contiene:

Risultati Ricerca comuni

Alessandria della Rocca (AG)

Selezione mappa

	Parametro dello scuotimento:	Probabilità in 50 anni:	Percentile:	Periodo spettrale (sec):
<input checked="" type="checkbox"/>	a(g)	10%	50	
<input type="checkbox"/>				

PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

Descrizione: PLESSO ADIBITO A SCUOLA PRIMARIA "L. CAPUANA"
DELL'ISTITUTO COMPRENSIVO "A. MANZONI"
Via Portella n°1 - (N.C.T.: Fg.20 p.IIa 463)

Cantiere: Scuola Primaria "L. Capuana" - Ist. Comprensivo " A. Manzoni"
Località: Alessandria della Rocca
Operatore: geol. Leonardo Mauceri
Data: 06/10/2019



Vita nominale (Vn): 50 [anni]
Classe d'uso: II
Coefficiente d'uso (Cu): 1
Periodo di riferimento (Vr): 50 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLO: 30 [anni]
Periodo di ritorno (Tr) SLD: 50 [anni]
Periodo di ritorno (Tr) SLV: 475 [anni]
Periodo di ritorno (Tr) SLC: 975 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

Coordinate geografiche del punto

Latitudine (WGS84): 37.5672455 [°]
Longitudine (WGS84): 13.4524460 [°]
Latitudine (ED50): 37.5683174 [°]
Longitudine (ED50): 13.4532957 [°]

Coordinate dei punti della maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il sito e valori della distanza rispetto al punto in esame

Punto	ID	Latitudine (ED50) [°]	Longitudine (ED50) [°]	Distanza [m]
1	47618	37.584940	13.427980	2897.28
2	47619	37.584970	13.490840	3791.62
3	47841	37.534970	13.490880	4972.56
4	47840	37.534940	13.428040	4327.86

Parametri di pericolosità sismica per TR diversi da quelli previsti nelle NTC, per i nodi della maglia elementare del reticolo di riferimento

Punto 1

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0.027	2.426	0.202
SLD	50	0.034	2.453	0.244
	72	0.039	2.486	0.269
	101	0.044	2.465	0.287
	140	0.050	2.471	0.309
	201	0.057	2.549	0.326
SLV	475	0.075	2.620	0.355
SLC	975	0.094	2.676	0.373
	2475	0.122	2.714	0.420

Punto 2

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0.026	2.438	0.202
SLD	50	0.033	2.456	0.247
	72	0.038	2.486	0.272
	101	0.044	2.468	0.291
	140	0.049	2.473	0.313
	201	0.056	2.537	0.331
SLV	475	0.073	2.609	0.363
SLC	975	0.090	2.640	0.406
	2475	0.114	2.757	0.432

Punto 3

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0.025	2.458	0.198
SLD	50	0.032	2.446	0.237
	72	0.036	2.475	0.270
	101	0.041	2.480	0.291
	140	0.047	2.464	0.312
	201	0.053	2.510	0.334
SLV	475	0.069	2.589	0.370
SLC	975	0.085	2.649	0.414
	2475	0.108	2.765	0.443

Punto 4

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0.025	2.450	0.197
SLD	50	0.032	2.444	0.226
	72	0.037	2.476	0.267
	101	0.042	2.478	0.287
	140	0.047	2.461	0.308
	201	0.054	2.526	0.328
SLV	475	0.071	2.610	0.360
SLC	975	0.088	2.633	0.403
	2475	0.114	2.727	0.429

Punto d'indagine

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0.026	2.441	0.200
SLD	50	0.033	2.450	0.239
SLV	475	0.073	2.609	0.361
SLC	975	0.090	2.652	0.396

PERICOLOSITÀ SISMICA DI SITO

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ : 5 %
 Fattore di alterazione dello spettro elastico $\eta=[10/(5+\xi)]^{(1/2)}$: 1.000
 Categoria sottosuolo: B
 Categoria topografica:
 T2: Pendii con inclinazione media maggiore di 15°

Stabilità di pendii e fondazioni

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.007	0.009	0.021	0.026
kv	0.004	0.005	0.010	0.013
amax [m/s ²]	0.364	0.463	1.025	1.268
Beta	0.200	0.200	0.200	0.200

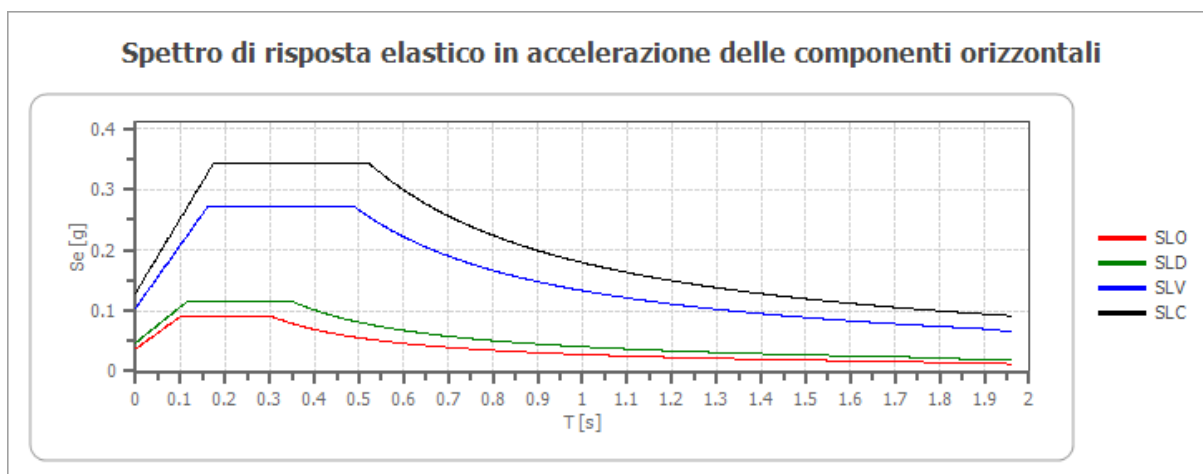
Muri di sostegno NTC 2018

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	--	0.022	0.040	--
kv	--	0.011	0.020	--
amax [m/s ²]	0.364	0.463	1.025	1.268
Beta	--	0.470	0.380	--

Fronti di scavo e rilevati

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	--	0.022	0.040	--
kv	--	0.011	0.020	--
amax [m/s ²]	0.364	0.463	1.025	1.268
Beta	--	0.470	0.380	--

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	1.0	0.026	2.441	0.200	1.200	1.520	1.200	1.440	1.000	0.101	0.304	1.703	0.037	0.091
SLD	1.0	0.033	2.450	0.239	1.200	1.460	1.200	1.440	1.000	0.117	0.350	1.731	0.047	0.116
SLV	1.0	0.073	2.609	0.361	1.200	1.350	1.200	1.440	1.000	0.162	0.487	1.890	0.105	0.273
SLC	1.0	0.090	2.652	0.396	1.200	1.320	1.200	1.440	1.000	0.174	0.523	1.959	0.129	0.343

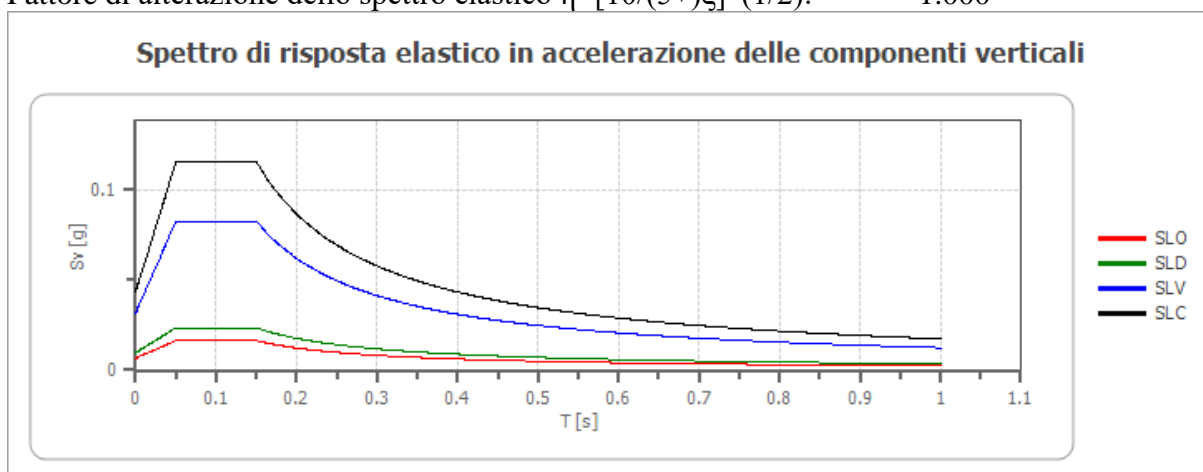
Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ :

5 %

Fattore di alterazione dello spettro elastico $\eta = [10 / (5 + \xi)]^{1/2}$:

1.000



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	1.0	0.026	2.441	0.200	1	1.520	1.200	1.200	1.000	0.050	0.150	1.000	0.007	0.016
SLD	1.0	0.033	2.450	0.239	1	1.460	1.200	1.200	1.000	0.050	0.150	1.000	0.010	0.024

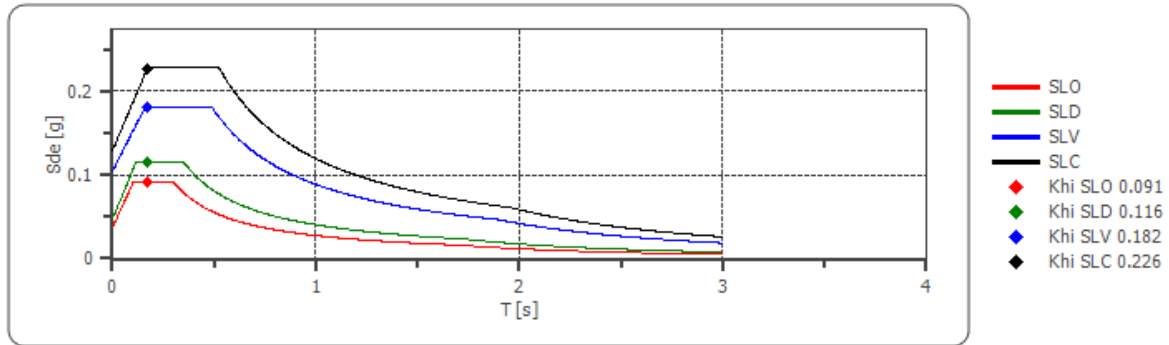
SLV	1.0	0.073	2.609	0.361	1	1.350	1.200	1.200	1.000	0.050	0.150	1.000	0.032	0.083
SLC	1.0	0.090	2.652	0.396	1	1.320	1.200	1.200	1.000	0.050	0.150	1.000	0.044	0.116

Spettro di progetto

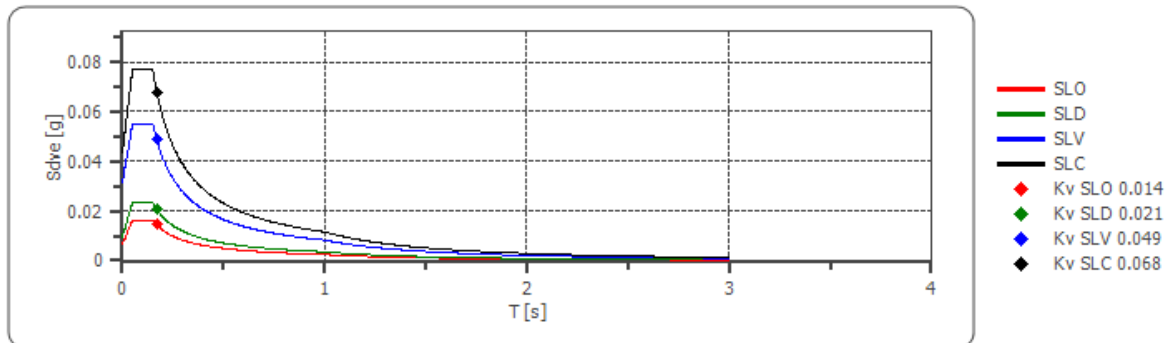
Fattore di struttura spettro orizzontale q: 1.50
 Fattore di struttura spettro verticale q: 1.50
 Periodo fondamentale T: 0.17 [s]

	SLO	SLD	SLV	SLC
khi = Sde(T) Orizzontale [g]	0.091	0.116	0.182	0.226
kv = Sdve(T) Verticale [g]	0.014	0.021	0.049	0.068

Spettro di progetto delle componenti orizzontali



Spettro di progetto delle componenti verticali



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	q [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Sd(0) [g]	Sd(T B) [g]
SLO orizzontale	1.0	0.026	2.441	0.200	1.200	1.520	1.200	1.440	1.000	0.101	0.304	1.703	0.037	0.091
SLO verticale	1.0	0.026	2.441	0.200	1.200	1.520	1.200	1.200	1.000	0.050	0.150	1.000	0.007	0.016

SLD orizzontale	1.0	0.033	2.450	0.239	1.200	1.460	1.200	1.440	1.000	0.117	0.350	1.731	0.047	0.116
SLD verticale	1.0	0.033	2.450	0.239	1.200	1.460	1.200	1.200	1.000	0.050	0.150	1.000	0.010	0.024
SLV orizzontale	1.0	0.073	2.609	0.361	1.200	1.350	1.200	1.440	1.500	0.162	0.487	1.890	0.105	0.182
SLV verticale	1.0	0.073	2.609	0.361	1.200	1.350	1.200	1.200	1.500	0.050	0.150	1.000	0.032	0.055
SLC orizzontale	1.0	0.090	2.652	0.396	1.200	1.320	1.200	1.440	1.500	0.174	0.523	1.959	0.129	0.229
SLC verticale	1.0	0.090	2.652	0.396	1.200	1.320	1.200	1.200	1.500	0.050	0.150	1.000	0.044	0.077

Indice

Storia sismica del sito.....	11
Mappa sismogenetica.....	11
Pericolosità sismica del sito.....	12
Pericolosità sismica di base.....	13
Parametri di pericolosità sismica.....	14
Pericolosità sismica di sito.....	16
Coefficienti sismici.....	16
Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali.....	16
Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali.....	17
Spettro di progetto.....	18
Indice.....	24

