

**AUTOSTRADA A2 MEDITERRANEA
NUOVO SVINCOLO DI MORMANNO**

PROGETTO DEFINITIVO

COD. UC 162

PROGETTAZIONE: R.T.I.: PROGIN S.p.A. (capogruppo mandataria)
CREW Cremonesi Workshop S.r.l - ART Risorse Ambiente Territorio S.r.l
ECOPLAME S.r.l. - InArPRO S.r.l.

RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:
Dott. Ing. Antonio GRIMALDI (Progin S.p.A.)

CAPOGRUPPO MANDATARIA:



Direttore Tecnico:
Dott. Ing. Paolo IORIO

IL GEOLOGO:
Dott. Geol. Giovanni CARRA (ART Ambiente Risorse e Territorio S.r.l.)

MANDANTI:



Direttore Tecnico
Dott. Arch. Claudio TURRINI



Direttore Tecnico:
Dott. Ing. Ivo FRESIA

IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:
Dott. Ing. Michele CURIALE (Progin S.p.A.)

VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:
Dott. Ing. Antonio CITARELLA



Direttore Tecnico:
Dott. Arch. Pasquale Pisano



Direttore Tecnico
Dott. Ing. Massimo T. DE IORIO

PROTOCOLLO

DATA 20

GEOLOGIA E GEOTECNICA

GEOTECNICA

Relazione sismica

CODICE PROGETTO

NOME FILE
T00GEO00GEORE06B

REVISIONE

SCALA:

D P U C 1 6 2 D 2 0

**CODICE
ELAB.**

T 0 0 G E O 0 0 G E O R E 0 6

B

-

B	Emissione a seguito richieste MASE	Aprile 2024	Galletti	Carra	Iorio
---	------------------------------------	-------------	----------	-------	-------

A	Emissione	Maggio 2022	Galletti	Carra	Iorio
---	-----------	-------------	----------	-------	-------

REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
------	-------------	------	---------	------------	-----------

RELAZIONE SISMICA	<p style="text-align: center;">AUTOSTRADA A2 MEDITERRANEA</p> <p style="text-align: center;">NUOVO SVINCOLO DI MORMANNO</p>	<p style="text-align: right;">Pag.</p> <p style="text-align: right;">2 DI 24</p>
-------------------	---	--

I N D I C E

1	SISMICITÀ STORICA E RECENTE DELL'AREA	3
2	SORGENTI SISMOGENETICHE	8
3	ZONAZIONE SISMOGENETICA	12
4	AZIONI SISMICHE.....	14
4.1	CATEGORIA SUOLO TIPO B.....	18
4.2	CATEGORIA SUOLO TIPO C	20
4.3	CATEGORIA SUOLO TIPO E.....	22

RELAZIONE SISMICA	AUTOSTRADA A2 MEDITERRANEA NUOVO SVINCOLO DI MORMANNO	Pag. 3 DI 24
-------------------	--	---------------------

1 SISMICITÀ STORICA E RECENTE DELL'AREA

La sismicità rappresenta uno strumento indispensabile per le analisi sismotettoniche e un utile supporto alla geologia strutturale, in quanto varie tipologie di dati sismici, ottenuti attraverso differenti metodologie, possono fornire indicazioni per l'identificazione e la caratterizzazione delle strutture geologicamente attive.

L'insieme delle informazioni disponibili sui terremoti avvenuti in passato, ottenute secondo metodi di analisi di tipo sia strumentale che non, consistono essenzialmente in registrazioni del moto del terreno dalle quali è possibile ricavare l'ipocentro (in termini di latitudine, longitudine, profondità e relative incertezze), così come la dimensione (in termini di magnitudo o momento sismico) e la tipologia del meccanismo del terremoto (in termini di parametri di faglia o di tensore momento). I dati strumentali sono integrati da informazioni sulla distribuzione spaziale degli effetti indotti dal terremoto sulle persone, sulle cose e sull'ambiente, dalle quali, attraverso la codifica di una scala macrosismica, è possibile ricavare la localizzazione, la magnitudo equivalente, le dimensioni fisiche ed anche l'orientazione della struttura sismogenetica.

Le informazioni riguardanti gli eventi sismici avvenuti nell'area in esame sono state ricavate dall'ultima versione del Database Macrosismico Italiano chiamata "DBMI15" v.3.0 (Locati et. Al., 2021) (<http://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15>), rilasciata nel gennaio 2021 la quale aggiorna e sostituisce la precedente DBMI11, e dal Bollettino Sismico Italiano elaborato da ISIDe Working Group (<http://iside.rm.ingv.it/>).

In Tabella 1 è rappresentata la storia sismica della zona oggetto di studio con elencati i terremoti più significativi che hanno coinvolto il territorio; il termine "Is" è riferito all'intensità al sito per ogni evento sismico e per ognuno di essi è indicata l'ora, il giorno, l'area e l'intensità macrosismica epicentrale, e la magnitudo del momento sismico (MMS – Moment Magnitude Scale). Quest'ultima è stata sviluppata come aggiornamento della scala Richter.

Considerando i valori esposti in tabella si può notare come i terremoti più significativi (avvenuti nel Golfo di Policastro) produssero effetti del settimo grado della scala MCS (Mercalli-Cancani-Sieberg), la quale considera gli effetti distruttivi su persone e cose per misurare l'intensità del sisma.

RELAZIONE SISMICA	AUTOSTRADA A2 MEDITERRANEA NUOVO SVINCOLO DI MORMANNO	Pag. 4 DI 24
--------------------------	--	---------------------

Tabella 1 Elenco degli eventi sismici che hanno influenzato la località di Mormanno (nella prima colonna, in alcuni casi, è presente la sigla NF, ovvero, "non percepito")

Storia sismica di		Mormanno			
Numero di eventi		23			
Effetti	Data	Area epicentrale	Punti di osservazione macrosismiche	Intensità macrosismica epicentrale	Magnitudo momento Mw
Is (MCS)					
6	1693 01 08	Pollino	16	7	5,27
5	1708 01 26	Pollino	7	8	5,56
3-4	1894 05 28 20 15	Pollino	122	7	5,01
3-4	1894 11 16 17 52	Calabria meridionale	303	9	6,12
NF	1897 02 11 23 33 07.00	Ionio meridionale	96	5	5,03
5-6	1905 09 08 01 43	Calabria centrale	895	10-11	6,95
4-5	1913 06 28 08 53 02.00	Calabria settentrionale	151	8	5,64
5-6	1980 11 23 18 34 52.00	Irpinia-Basilicata	1394	10	6,81
7	1982 03 21 09 44 01.59	Golfo di Policastro	125	7-8	5,23
NF	1988 04 13 21 28 27.56	Golfo di Taranto	272	6-7	4,86
4	1990 05 05 07 21 29.61	Potentino	1375		5,77
3	1991 05 26 12 25 59.42	Potentino	597	7	5,08
NF	1995 05 29 20 44 23.74	Val d'Agri	103	5	4,18
NF	1996 04 03 13 04 34.98	Irpinia	557	6	4,9
5-6	1998 09 09 11 28 00.34	Appennino lucano	37	6-7	5,53
NF	1998 11 08 22 33 41.99	Appennino lucano	29	5-6	3,8
4	1999 01 16 00 19 41.29	Appennino lucano	24	5-6	3,95
4	1999 03 14 22 01 21.35	Appennino lucano	28	5	3,66
4	1999 05 02 04 54 19.30	Appennino lucano	24	4-5	3,65
NF	2001 05 17 11 43 57.90	Tirreno meridionale	206	4	4,97
4	2004 03 03 02 13 25.39	Tirreno meridionale	104	5	4,55
NF	2004 05 05 13 39 42.93	Isole Eolie	641		5,42
6	2012 10 25 23 05 24.73	Pollino	40	6	5,31

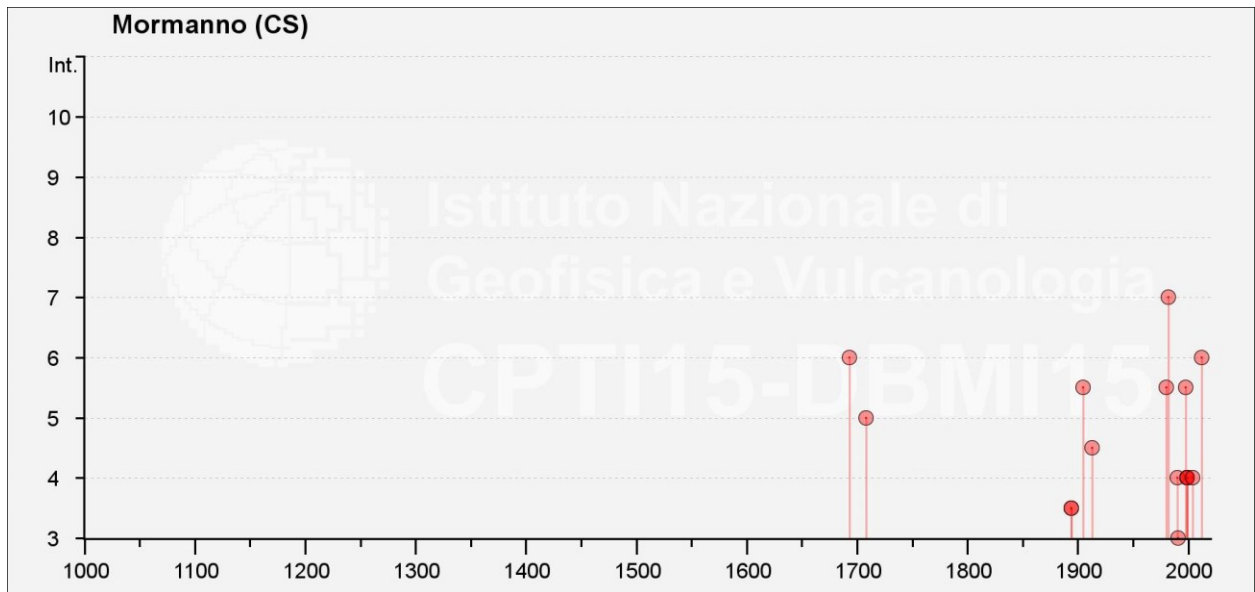


Figura 1 Rappresentazione degli eventi sismici significativi avvenuti nell'area in esame negli anni compresi tra 1000 – 2014 (fonte: DBMI15)

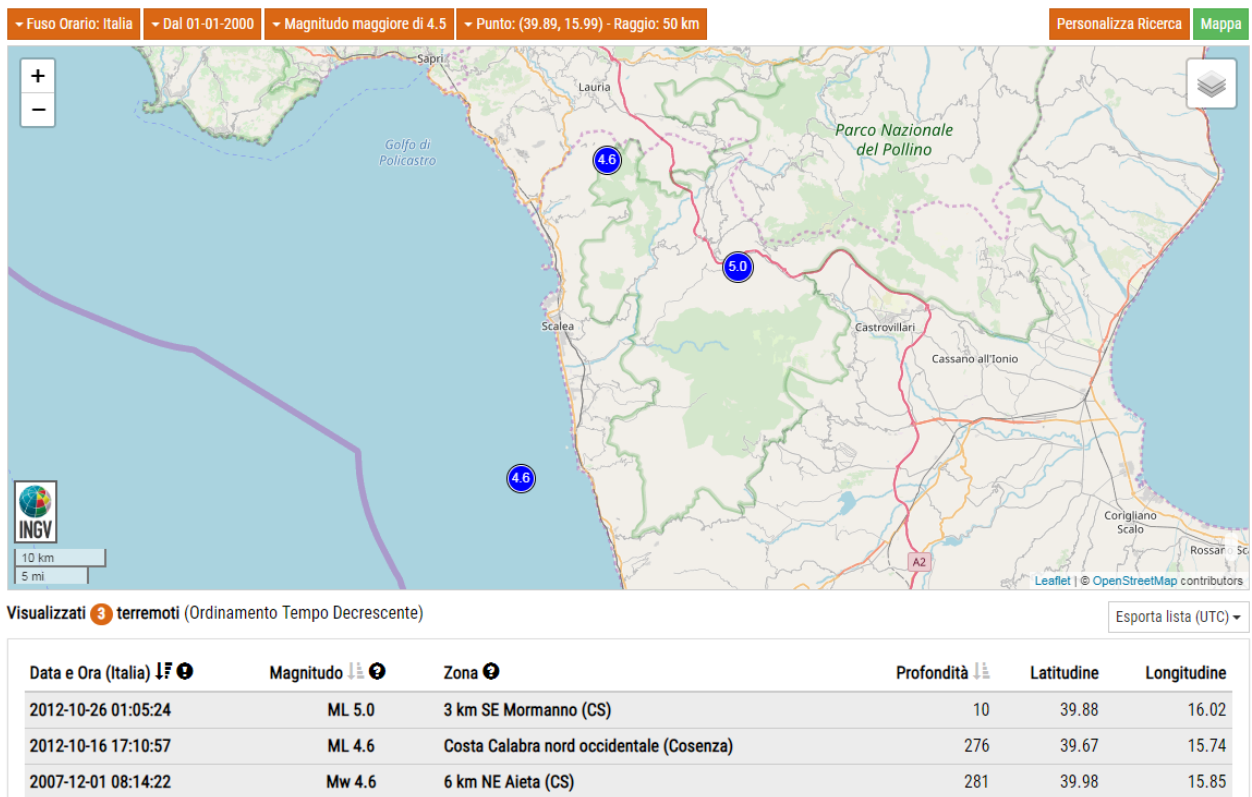


Figura 2 Ubicazione degli eventi sismici con Magnitudo > 4,5, nelle aree limitrofe al comune di Mormanno (cerchio rosso)(fonte: INGV)

<p>RELAZIONE SISMICA</p>	<p>AUTOSTRADA A2 MEDITERRANEA NUOVO SVINCOLO DI MORMANNO</p>	<p>Pag. 6 DI 24</p>
--------------------------	---	----------------------------------

In Figura 2 invece sono rappresentati i terremoti recenti (dal 2000 ad oggi) con magnitudo superiore a 4.5 e avvenuti entro un raggio di 50 km dal Comune di Mormanno. Emerge chiaramente come nel 2012 si sviluppò un sisma di magnitudo locale 5.0 a circa 3 km a Sud Est del comune di Mormanno, molto vicino all'area in esame. Questo terremoto è rappresentato anche nella figura seguente.

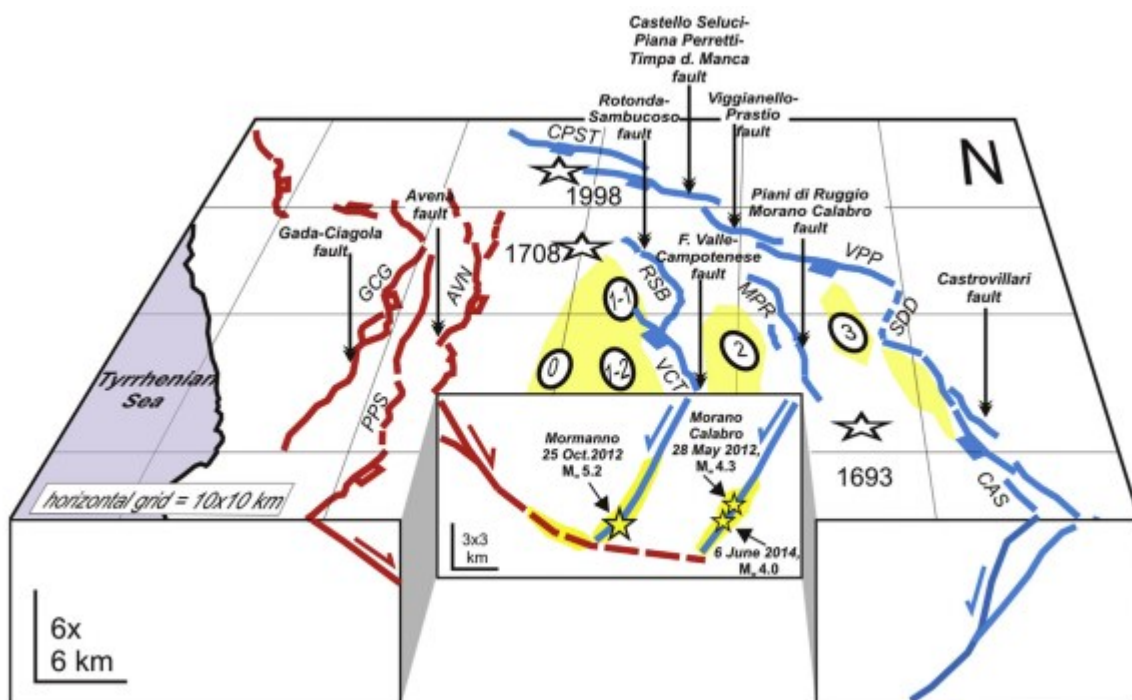


Figura 3 Rappresentazione delle faglie nell'area in esame, possibilmente associate alla fascia del Pollino (In giallo le aree sismiche epicentrali) (da Brozzetti F. et alii - 2017)

Più a grande scala di seguito è presente una mappa della pericolosità sismica dell'area del Pollino in cui sono sovrapposti i terremoti storici del CPTI11.

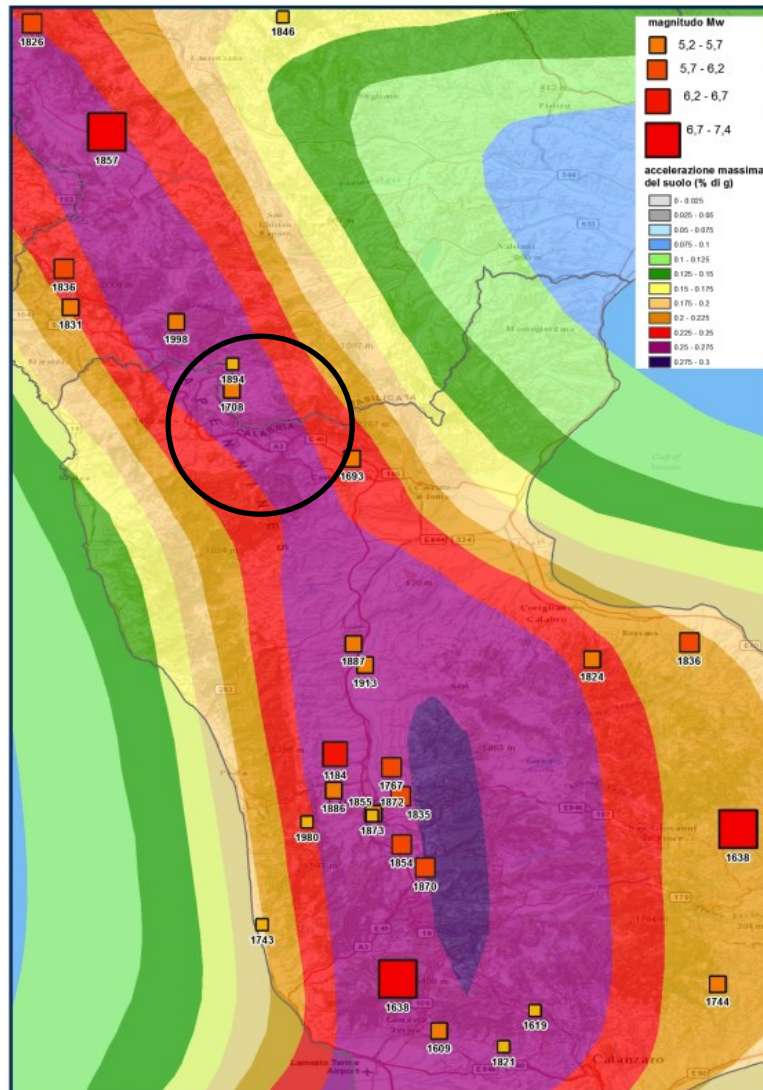


Figura 4 Mappa di pericolosità sismica MPS04 per l'area del Pollino (GdL MPS, 2004). Il colore rosso corrisponde ad accelerazioni attese tra 0.225 e 0.250g, il colore viola corrisponde ad accelerazioni attese tra 0.250 e 0.275g. Sovrapposti i terremoti storici del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI11, <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI11/>). Nella zona interessata dalla sequenza, il catalogo riporta eventi con magnitudo Mw inferiore a 6: il terremoto del 1693 di magnitudo pari a 5.7, quello del 1708 con magnitudo stimata 5.5 e l'evento del 1998 di magnitudo pari a 5.6.

RELAZIONE SISMICA	AUTOSTRADA A2 MEDITERRANEA NUOVO SVINCOLO DI MORMANNO	Pag. 8 DI 24
-------------------	--	---------------------

2 SORGENTI SISMOGENETICHE

L'Istituto Nazionale di Geofisica e di Vulcanologia ha diffuso, nell'ambito del Progetto DISS (Database of Individual Seismogenic Sources), le informazioni riguardanti la distribuzione spaziale e le caratteristiche sismico-tettoniche delle Sorgenti Sismogenetiche presenti sul territorio nazionale. La Figura 5 mostra le aree riferite alla versione più aggiornata DISS 3.3.0 "*A compilation of potential sources for earthquakes larger than M 5.5 in Italy and surrounding areas*" del 2021 (<https://diss.ingv.it>).

L'area oggetto di studio si trova in corrispondenza della Sorgente Sismogenetica Composita (CSS) classificate come:

- "ITCS038 – Rimendiello-Mormanno" a partire dalla quale possono svilupparsi potenti sismi di magnitudo momento pari a 6.6. La geometria del thrust è compresa tra i 1 e i 12 Km dalla superficie. Si estende a cavallo di un breve tratto dell'Appennino meridionale tra la Basilicata e la Calabria, attraverso l'alta valle del Sinni R., sul versante occidentale del Monte Pollino. È caratterizzata da un sistema di faglie ad alto angolo immergenti verso Nord-Est lungo l'asse principale di estensione dell'Appennino meridionale. Questa fonte sismogenetica può essere vista come la punta più meridionale del maggior asse estensionale dell'Appennino meridionale, poco prima dell'arco calabrese a Sud del Monte Pollino. Dati sul campo di Schiattarella et al. (1994) e di De Martini (1996) suggeriscono l'esistenza della faglia del Mercure nel settore meridionale della fonte, che è stata interpretata come un'area di gap sismico.

In Figura 5 è visibile anche la sorgente sismogenetica individuale chiamata "ITIS023: Mercure Basin", mentre in blu si notano anche le sorgenti sismogenetiche dibattute "ITDS009: Pollino" e "ITDS010: Castelluccio-Rotonda". Queste ultime sono definite come aree attorno a faglie attive proposte in letteratura come potenzialmente sismogenetiche ma che, a giudizio degli autori del DISS, non possono essere trasformate in CSS in quanto non abbastanza documentate o di dubbia esistenza.

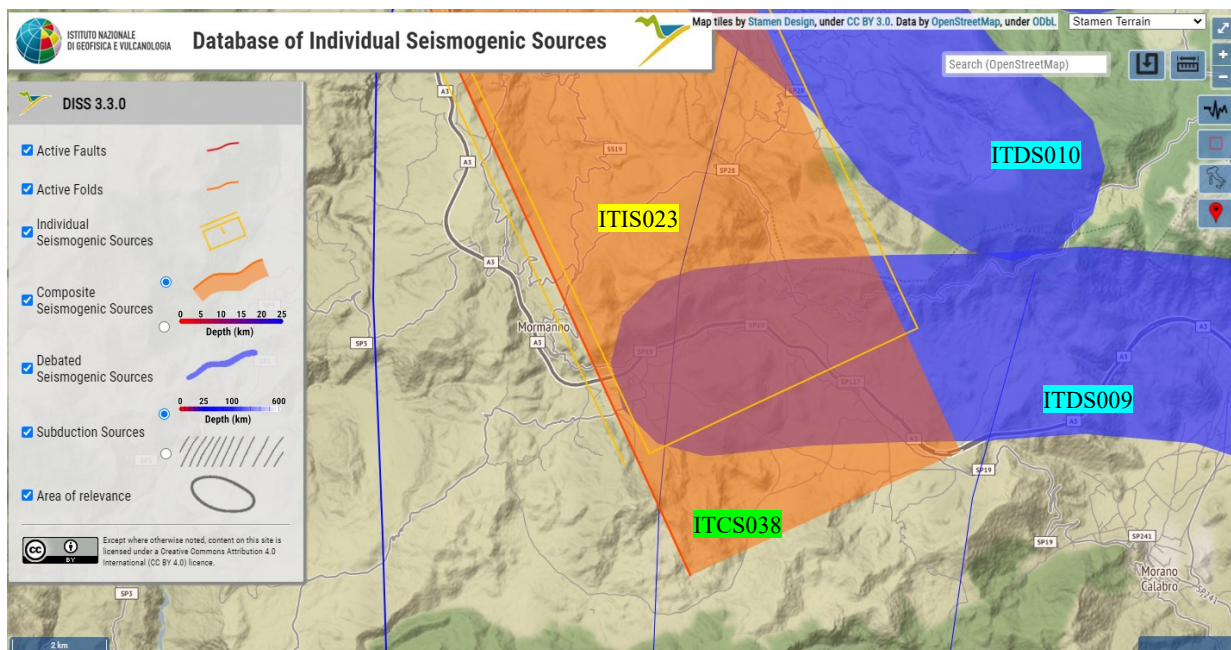


Figura 5 Database zone sismogenetiche INGV (DISS3.3.0): rappresentazione cartografica delle CSS (Composite Seismogenic Source) e delle ISS (Individual Seismogenic Source) (Google Earth)

La sorgente sismogenetica composta è essenzialmente una struttura identificata sulla base dell'analisi di dati geologici di superficie e sotterranei, ed in particolare sulla base dell'identificazione delle tracce e delle caratteristiche delle faglie attive. La lunghezza della rottura attesa in conseguenza del terremoto, tuttavia, è scarsamente definibile in quanto, normalmente, le sorgenti sismogenetiche composte derivano da un numero imprecisato di singole fonti vicine tra loro ma sostanzialmente discontinue. Ad una CSS non è possibile attribuire una specifica dimensione del terremoto atteso per il futuro, ma il loro potenziale sismico è stimato dai cataloghi terremoto esistenti.

Da un punto di vista geometrico rappresenta la proiezione sulla superficie terrestre della superficie di faglia. Nella Figura 6 è riportato uno schema di lettura delle caratteristiche geometriche della CSS mentre in Figura 7 quello di una ISS.

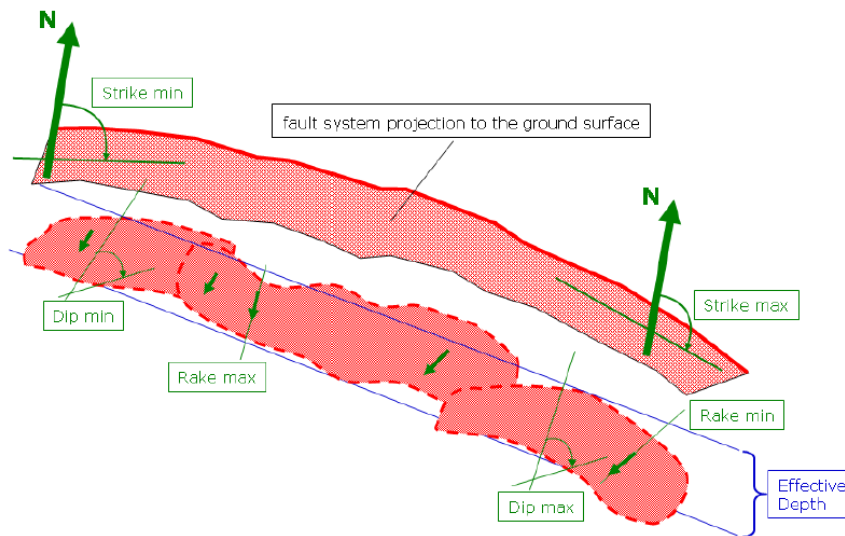


Figura 6 Schema geometrico di una sorgente sismogenetica composta (CSS)

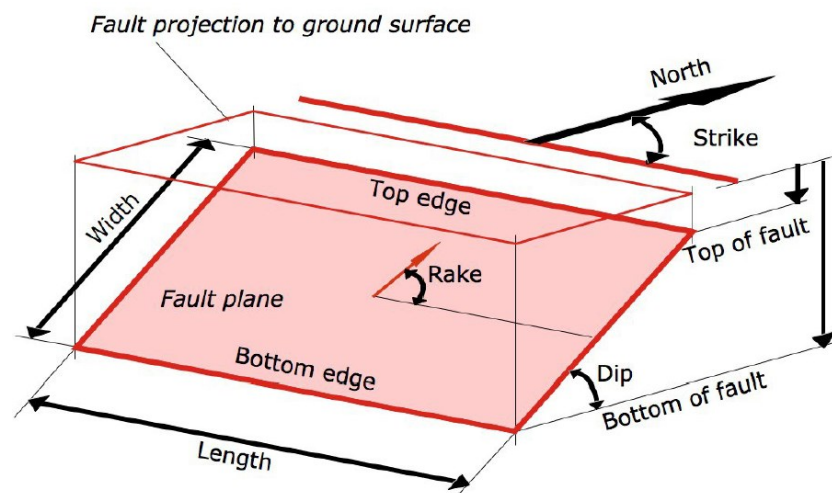


Figura 7 Schema geometrico di una sorgente sismogenetica individuale (ISS)

La ISS è basata su osservazioni geologiche, geomorfologiche, geofisiche e vincoli storici e può essere vista come una porzione di faglia che si muove rilasciando la deformazione dinamica durante il terremoto.

A tal proposito è utile richiamare anche il database dell'ISPRA "ITHACA - Catalogo delle faglie capaci" (Figura 8), in cui vengono evidenziate le faglie attive e capaci nell'intorno dell'area in esame. Si notano in figura a est del tracciato in progetto le faglie normali relative alla zona di taglio del Pollino e le faglie del sistema del Mercure a nord est.



Figura 8 Stralcio del catalogo delle faglie attive e capaci nell'aree limitrofe all'area in esame (fonte: ISPRA – ITHACA – Catalogo delle faglie capaci)

RELAZIONE SISMICA	AUTOSTRADA A2 MEDITERRANEA NUOVO SVINCOLO DI MORMANNO	Pag. 12 DI 24
-------------------	--	----------------------

3 ZONAZIONE SISMOGENETICA

L'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) ha realizzato una zonazione sismogenetica (ZS9) del territorio nazionale per soddisfare diversi requisiti, ed in particolare per recepire le conoscenze più recenti sulla tettonica attiva della penisola e sulla distribuzione delle sorgenti sismogenetiche, fornire per ogni zona una stima della profondità efficace dei terremoti (ovvero l'intervallo di profondità nel quale viene rilasciato il maggior numero di terremoti) e un meccanismo di fagliazione prevalente attraverso l'analisi cinematica di eventi geologici importanti che interessano la crosta superficiale e anche strutture profonde (INGV, Rapporto Conclusivo per il Dipartimento di Protezione Civile, 2004).

La ZS9 rappresenta la più recente zonizzazione sismogenetica del territorio nazionale ed è stata elaborata tenendo in considerazione i principali riferimenti informativi sui terremoti: progetto DISS e il Database Macrosismico Italiano (DBMI11) che contiene i dati di intensità utilizzati per la compilazione dei parametri del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani rilasciato nel dicembre 2011 (CPTI11).

Il territorio italiano è suddiviso in 36 aree differenti numerate da 901 a 936 cui vanno aggiunte 6 zone non utilizzate in quanto non contribuiscono alla pericolosità del territorio italiano o hanno un numero di eventi interno molto basso. Si possono distinguere le seguenti porzioni (vedi Figura 9):

- Arco alpino: 901 ÷ 910
- Appennino settentrionale e centrale: 911 ÷ 923
- Appennino meridionale e avampaese apulo: 924 ÷ 928 e 931
- Calabria: 929 – 930
- Sicilia: 932 ÷ 936

Se si osserva Figura 10 l'area in esame si trova nella zona 927 nel settore dell'Appennino meridionale e avampaese apulo. Questa fascia include l'area caratterizzata dal massimo rilascio di energia legata alla distensione generalizzata che, a partire da circa 0,7 Ma, ha interessato l'Appennino meridionale (Maletti C. e Valensise G., 2004)

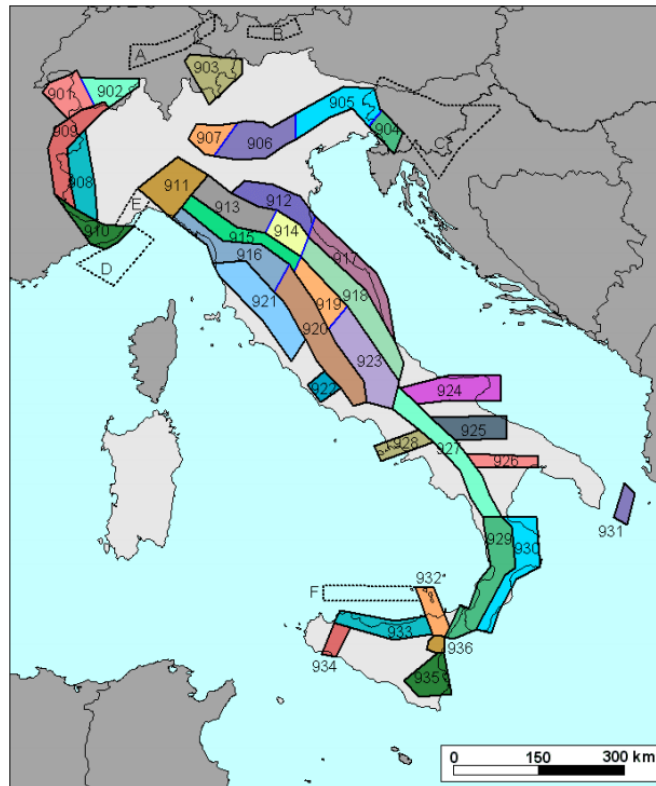


Figura 9 Zonazione sismogenetica ZS9. I limiti blu separano zone con analogo significato cinematico ma diverse caratteristiche sismiche (fonte: INGV, Rapporto Conclusivo per il Dipartimento di Protezione Civile, 2004)

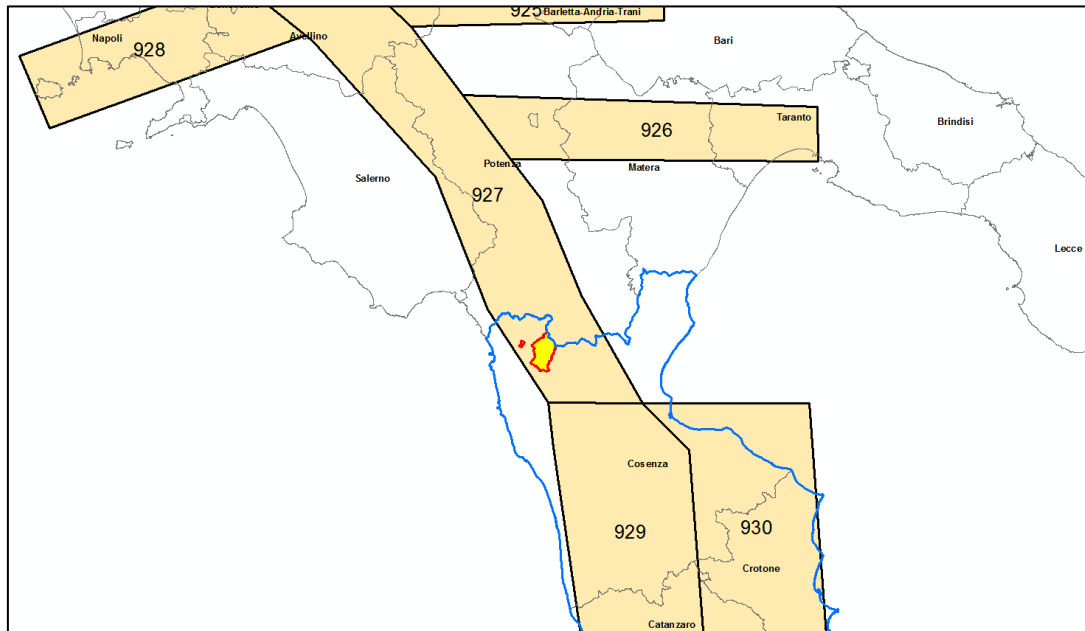


Figura 10 Particolare di Figura 9 in cui viene evidenziato il comune di Mormanno

RELAZIONE SISMICA	AUTOSTRADA A2 MEDITERRANEA NUOVO SVINCOLO DI MORMANNO	Pag. 14 DI 24
-------------------	--	------------------

4 AZIONI SISMICHE

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati dalle NTC 2018, 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 pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza PVR, nel periodo di riferimento VR. In alternativa è ammesso l’uso di accelerogrammi, purché correttamente commisurati alla pericolosità sismica del sito.

Le NTC 2018 stabiliscono che le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento PV_R , a partire dai valori dei seguenti 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.

In allegato alla norma, per tutti i siti considerati, sono forniti i valori di a_g , F_o e T^*c necessari per la determinazione delle azioni sismiche.

L’area di studio è individuata dalle coordinate (ED50) Lat: 39,88322204° Long: 16,01221869° e ricade pertanto all’interno del reticolo di riferimento tra i 4 vertici indicati nella Figura 11 per i quali le NTC definiscono i parametri necessari per definire l’azione sismica.

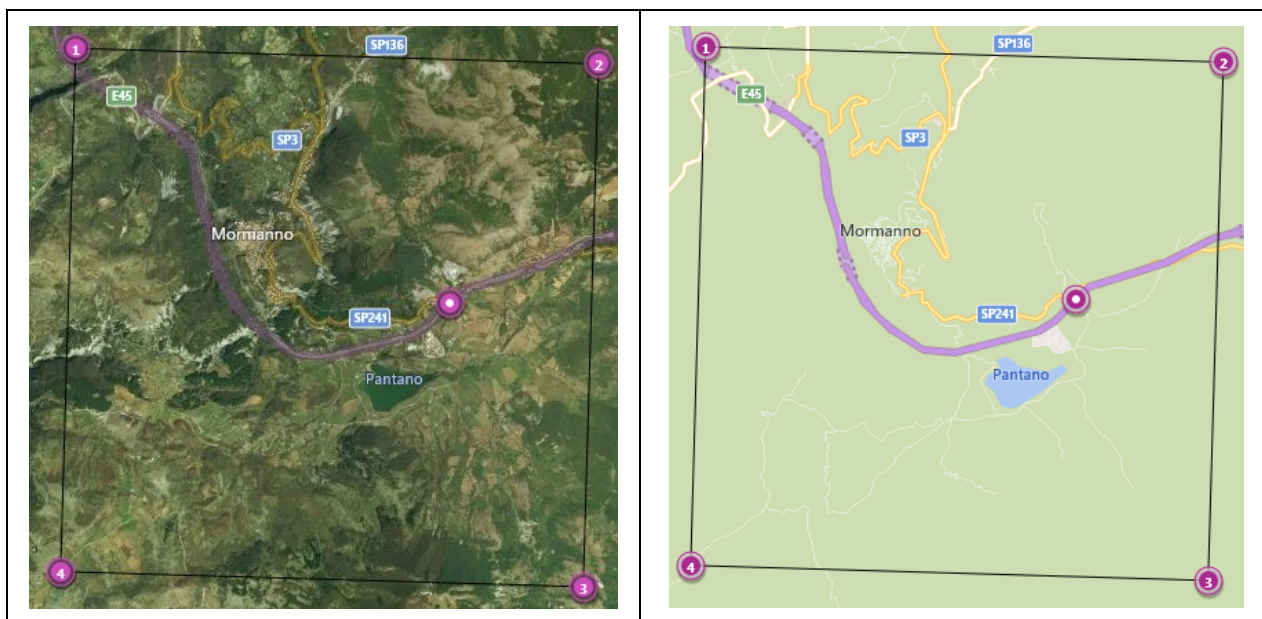


Figura 11 Rappresentazione dei punti della maglia del reticolo di riferimento riportati nella Tab.1 allegata alle NTC 2018

La classificazione dell'area rispetto alle zone sismiche, ai sensi dell'Ord. 3519/2006, individuata secondo valori di accelerazione di picco orizzontale su terreno rigido (a_g) con probabilità di superamento del 10% (SLV) in 50 anni (periodo di riferimento VR), è attribuibile alla **Zona 2**.

La seguente Tabella 2 riporta i parametri sismici relativi all'area di intervento, così come definiti dalle NTC 2018:

Tabella 2 Parametri sismici dell'area di intervento (Tabella 1 allegata alle NTC 2018)

Stato limite	Tr [anni]	A_g [g]	F_0 [-]	T_c^* [s]
SLO	60	0,086	2,350	0,300
SLD	101	0,115	2,325	0,321
SLV	949	0,339	2,355	0,393
SLC	1950	0,442	2,446	0,423

Per quanto riguarda inoltre la definizione dei coefficienti sismici sono state operate a livello preliminare le seguenti classificazioni tipologiche sia per quanto concerne l'opera in progetto, sia per quanto riguarda la stratigrafia del sito di edificazione.

In primo luogo, è stata definita a livello preliminare la classe prevalente delle opere, facendo riferimento alla **IV Classe**, così come definita dalle NTC 2018 (Tabella 3).

RELAZIONE SISMICA	AUTOSTRADA A2 MEDITERRANEA NUOVO SVINCOLO DI MORMANNO	Pag. 16 DI 24
--------------------------	--	------------------

Tabella 3 Classi degli edifici secondo le NTC 2018

Classe	Descrizione
I.	Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.
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.
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.
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.

È stata quindi definita la "Vita nominale" dell'opera, facendo riferimento al valore di **50 anni**, così come definito dalle NTC 2018 (Tabella 4).

Tabella 4 Vita nominale delle opere secondo le NTC 2018

Tipo opera	Vita Nominale
Opere provvisorie	≤ 10 ,
Opere ordinarie	≥ 50 ,
Grandi opere	≥ 100

Sono state inoltre definite, sempre con riferimento ai criteri classificativi introdotti dalle NTC, e alle caratteristiche stratigrafiche individuate, le categorie di sottosuolo dei siti in esame, facendo riferimento alle prove MASW effettuate. Di seguito è presente una tabella riepilogativa delle prove sismiche pregresse presenti nei due semisvincoli.

~~Dalle indagini si osservano alcune discordanze tra le litologie individuate dai sondaggi e i sismostrati. In particolare, sono stati individuati forti contrasti di impedenza con Vs elevate in calcare estremamente fratturati e carotati come ghiaie; e casi in cui calcari dolomitici fratturati sub-affioranti (Se31_04) presentano basse velocità sismiche di taglio tipiche di terreni incoerenti (Me31_3). Queste differenze testimoniano significative variazioni di fratturazione e alterazione del substrato roccioso.~~

Tabella 5 Categorie di sottosuolo desunte dagli stendimenti sismici MASW

Codice	Ubicazione	Vs	Categoria NTC'18
Me30_11	Semisvincolo Nord	Vs,14 = 395 m/s	B
Me30_12	Semisvincolo Nord	Vs,14 = 720 m/s	B
Me30_13	Semisvincolo Nord	Vs,20 = 582 m/s	B

RELAZIONE SISMICA	AUTOSTRADA A2 MEDITERRANEA NUOVO SVINCOLO DI MORMANNO	Pag. 17 DI 24
--------------------------	--	------------------------------------

Codice	Ubicazione	Vs	Categoria NTC'18
Me30_14	Tra S. Nord e S. Sud	Vs,25 = 409 m/s	B
Me31_1	Semisvincolo Sud	Vs,4 = 1023 m/s	A
Me31_2	Semisvincolo Sud	Vs,11 = 258 m/s	E
Me31_3	Semisvincolo Sud	Vs,13 = 311 m/s	E
Me31_4	Semisvincolo Sud	Vs,21 = 580 m/s	B
Me31_6	Semisvincolo Sud	Vs,11 = 401 m/s	B

Tabella 6 *Categorie di sottosuolo secondo le NTC 2018*

Categoria	Descrizione
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con 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, 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.
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Per quanto riguarda infine la definizione della categoria topografica dell'area in esame è stato fatto riferimento alla categoria T1 in ragione della morfologia dell'area e così come definita dalle NTC 2018 (Tabella 7).

Tabella 7 *Categorie topografiche secondo le NTC 2018*

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 $i > 30^\circ$

Sulla base delle classificazioni sopra riportate è stato possibile calcolare i coefficienti sismici che permetteranno di definire gli spettri di accelerazione sia orizzontali che verticali, così come definiti dalle relazioni riportate nel paragrafo 3.2.3.2 delle NTC.

RELAZIONE SISMICA	AUTOSTRADA A2 MEDITERRANEA NUOVO SVINCOLO DI MORMANNO	Pag. 18 DI 24
--------------------------	--	------------------------------------

4.1 Categoria suolo tipo B

Di seguito vengono riassunti i coefficienti sismici che permettono di definire gli spettri di accelerazione.

Tabella 8 Calcolo dei coefficienti sismici per la categoria di sottosuolo B

Coefficienti sismici stabilità di pendii e fondazioni:

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,021	0,033	0,103	0,442
kv	0,010	0,017	0,051	0,221
amax [m/s ²]	1,009	1,350	3,591	4,331
Beta	0,200	0,240	0,280	1,000

Coefficienti sismici per fronti di scavo e rilevati:

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	--	0,065	0,139	--
kv	--	0,032	0,070	--
amax [m/s ²]	1,009	1,350	3,591	4,331
Beta	--	0,470	0,380	--

Coefficienti sismici per muri di sostegno:

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	--	0,065	0,139	--
kv	--	0,032	0,070	--
amax [m/s ²]	1,009	1,350	3,591	4,331
Beta	--	0,470	0,380	--

Coefficienti sismici per muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti:

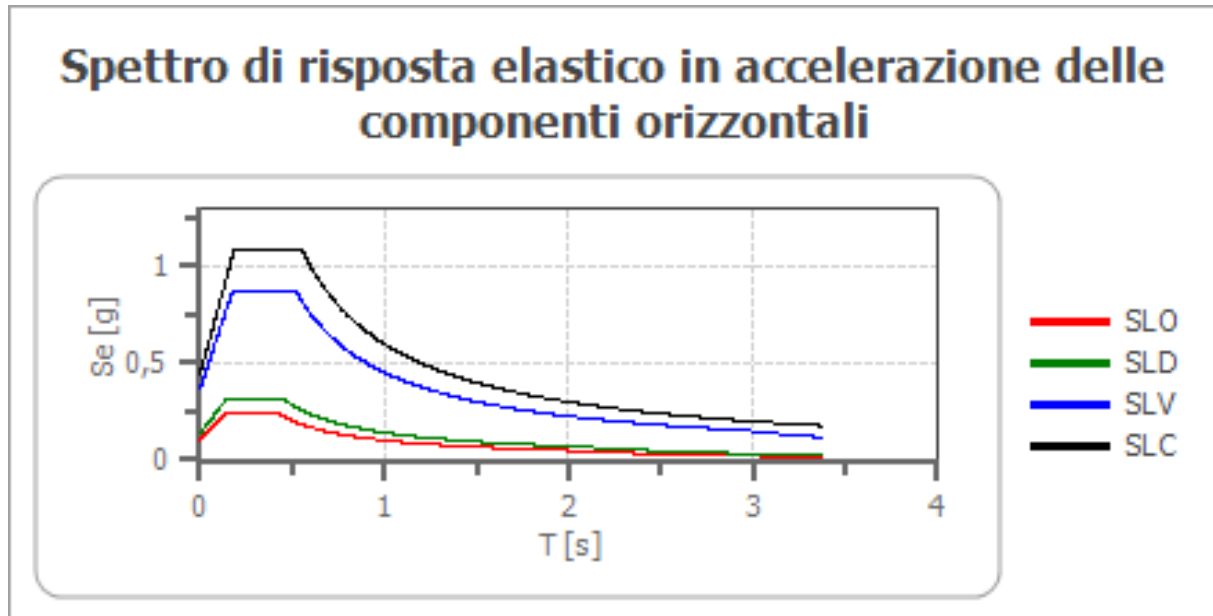
Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,103	0,138	0,366	0,442
kv	0,051	0,069	0,183	0,221
amax [m/s ²]	1,009	1,350	3,591	4,331
Beta	1,000	1,000	1,000	1,000

Coefficienti sismici per paratie:

Altezza paratia 3 m
Spostamento ammissibile 0,015 m

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,080	0,107	0,284	0,343
kv	--	--	--	--
amax [m/s ²]	1,009	1,350	3,591	4,331
Beta	0,776	0,776	0,776	0,776

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali

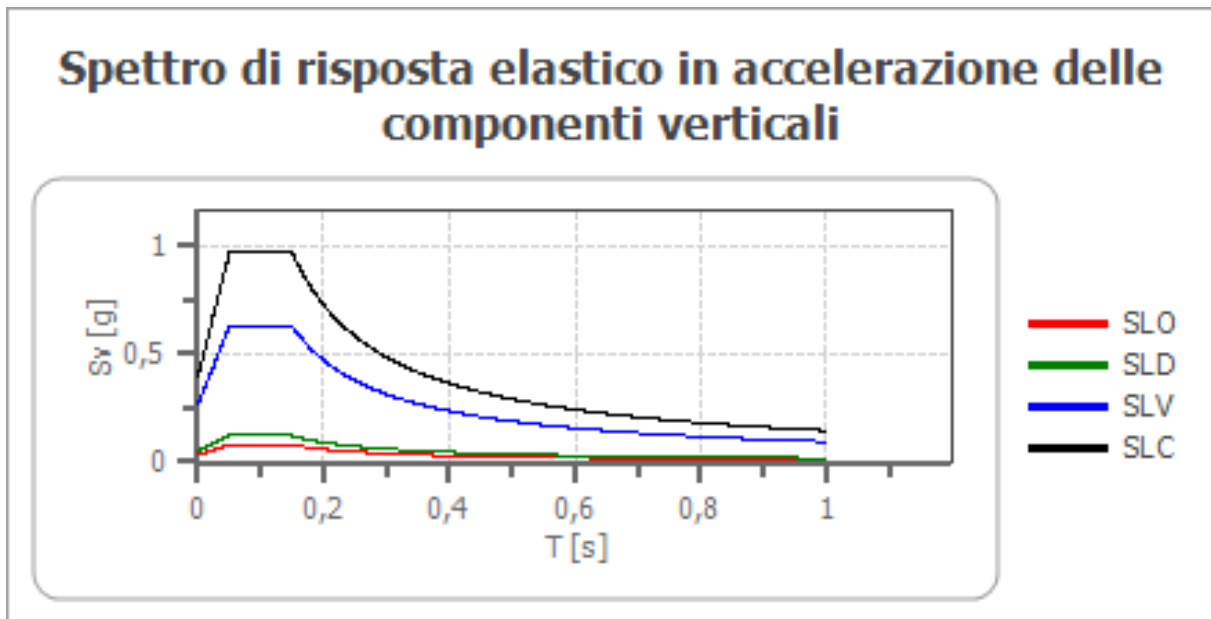


	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	2,0	0,086	2,350	0,300	1,200	1,400	1,000	1,200	1,000	0,140	0,420	1,943	0,103	0,242
SLD	2,0	0,115	2,325	0,321	1,200	1,380	1,000	1,200	1,000	0,148	0,443	2,059	0,138	0,320
SLV	2,0	0,339	2,355	0,393	1,080	1,330	1,000	1,080	1,000	0,174	0,523	2,956	0,366	0,863
SLC	2,0	0,442	2,446	0,423	1,000	1,310	1,000	1,000	1,000	0,185	0,554	3,367	0,442	1,080

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ :5%

Fattore di alterazione dello spettro elastico $\eta=[10/(5+\xi)]^{(1/2)}$:1,0



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	2,0	0,086	2,350	0,300	1	1,400	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,034	0,080
SLD	2,0	0,115	2,325	0,321	1	1,380	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,052	0,122
SLV	2,0	0,339	2,355	0,393	1	1,330	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,267	0,628
SLC	2,0	0,442	2,446	0,423	1	1,310	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,396	0,969

4.2 Categoria suolo tipo C

Di seguito vengono riassunti i coefficienti sismici che permettono di definire gli spettri di accelerazione.

Tabella 9 Calcolo dei coefficienti sismici per la categoria di sottosuolo E

Coefficienti sismici stabilità di pendii e fondazioni:

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,026	0,041	0,116	0,464
kv	0,013	0,021	0,058	0,232
amax [m/s ²]	1,261	1,688	4,057	4,548
Beta	0,200	0,240	0,280	1,000

Coefficienti sismici per fronti di scavo e rilevati:

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	--	0,081	0,157	--
kv	--	0,040	0,079	--
amax [m/s ²]	1,261	1,688	4,057	4,548
Beta	--	0,470	0,380	--

Coefficienti sismici per muri di sostegno:

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	--	0,081	0,157	--
kv	--	0,040	0,079	--
amax [m/s ²]	1,261	1,688	4,057	4,548
Beta	--	0,470	0,380	--

RELAZIONE SISMICA	AUTOSTRADA A2 MEDITERRANEA	Pag.
	NUOVO SVINCOLO DI MORMANNO	21 DI 24

Coefficienti sismici per muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti:

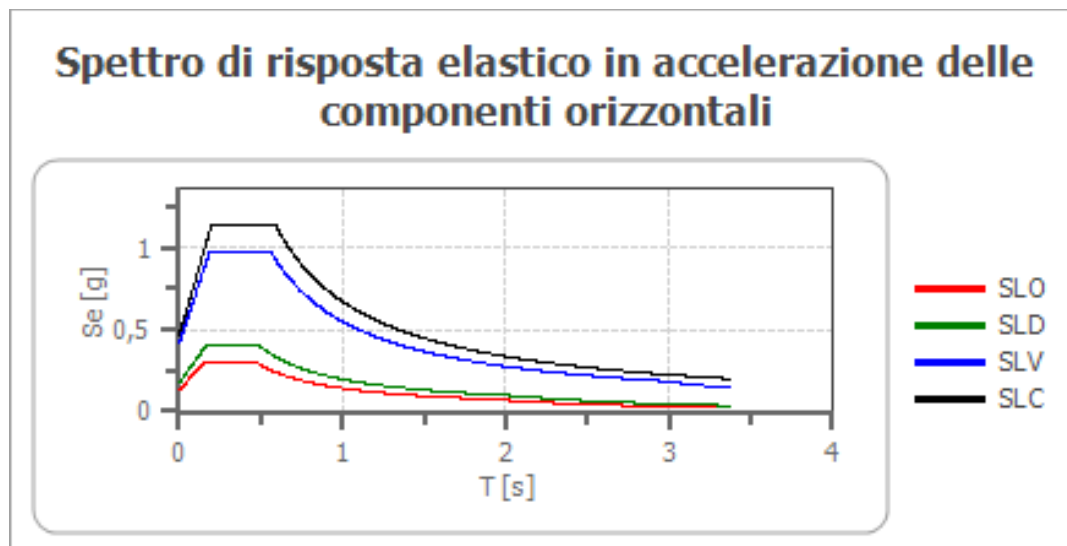
Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,129	0,172	0,414	0,464
kv	0,064	0,086	0,207	0,232
amax [m/s ²]	1,261	1,688	4,057	4,548
Beta	1,000	1,000	1,000	1,000

Coefficienti sismici per paratie:

Altezza paratia 3 m
Spostamento ammissibile 0,015 m

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,100	0,134	0,321	0,360
kv	--	--	--	--
amax [m/s ²]	1,261	1,688	4,057	4,548
Beta	0,776	0,776	0,776	0,776

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali



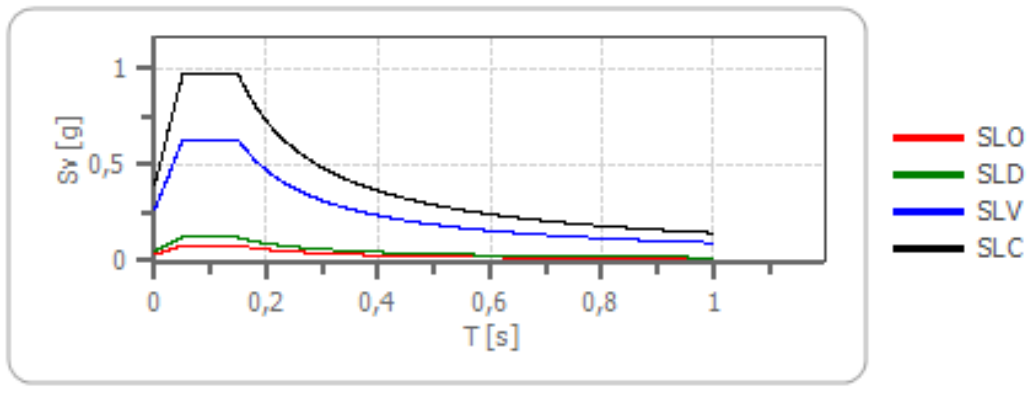
	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	2,0	0,086	2,350	0,300	1,500	1,560	1,000	1,500	1,000	0,156	0,468	1,943	0,129	0,302
SLD	2,0	0,115	2,325	0,321	1,500	1,530	1,000	1,500	1,000	0,164	0,492	2,059	0,172	0,400
SLV	2,0	0,339	2,355	0,393	1,220	1,430	1,000	1,220	1,000	0,188	0,563	2,956	0,414	0,974
SLC	2,0	0,442	2,446	0,423	1,050	1,400	1,000	1,050	1,000	0,197	0,592	3,367	0,464	1,134

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ :5%

Fattore di alterazione dello spettro elastico $\eta = [10 / (5 + \xi)]^{1/2} : 1,0$

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	2,0	0,086	2,350	0,300	1	1,560	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,034	0,080
SLD	2,0	0,115	2,325	0,321	1	1,530	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,052	0,122
SLV	2,0	0,339	2,355	0,393	1	1,430	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,267	0,628
SLC	2,0	0,442	2,446	0,423	1	1,400	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,396	0,969

4.3 Categoria suolo tipo E

Di seguito vengono riassunti i coefficienti sismici che permettono di definire gli spettri di accelerazione.

Tabella 10 Calcolo dei coefficienti sismici per la categoria di sottosuolo E

Coefficienti sismici stabilità di pendii e fondazioni:

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,027	0,044	0,106	0,442
kv	0,014	0,022	0,053	0,221
amax [m/s ²]	1,345	1,800	3,724	4,331
Beta	0,200	0,240	0,280	1,000

Coefficienti sismici per fronti di scavo e rilevati:

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	--	0,086	0,144	--
kv	--	0,043	0,072	--
amax [m/s ²]	1,345	1,800	3,724	4,331
Beta	--	0,470	0,380	--

Coefficienti sismici per muri di sostegno:

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	--	0,086	0,144	--
kv	--	0,043	0,072	--
amax [m/s ²]	1,345	1,800	3,724	4,331
Beta	--	0,470	0,380	--

Coefficienti sismici per muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti:

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
--------------	-----	-----	-----	-----

RELAZIONE SISMICA	AUTOSTRADA A2 MEDITERRANEA				Pag.
	NUOVO SVINCOLO DI MORMANNO				23 DI 24

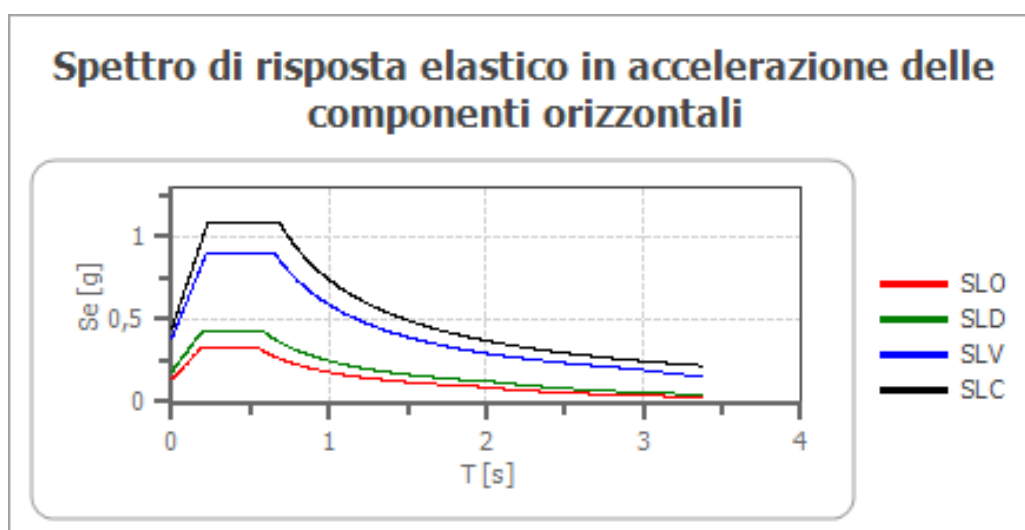
kh	0,137	0,184	0,380	0,442
kv	0,069	0,092	0,190	0,221
amax [m/s ²]	1,345	1,800	3,724	4,331
Beta	1,000	1,000	1,000	1,000

Coefficienti sismici per paratie:

Altezza paratia 3 m
 Spostamento ammissibile 0,015 m

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,106	0,142	0,295	0,343
kv	--	--	--	--
amax [m/s ²]	1,345	1,800	3,724	4,331
Beta	0,776	0,776	0,776	0,776

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali

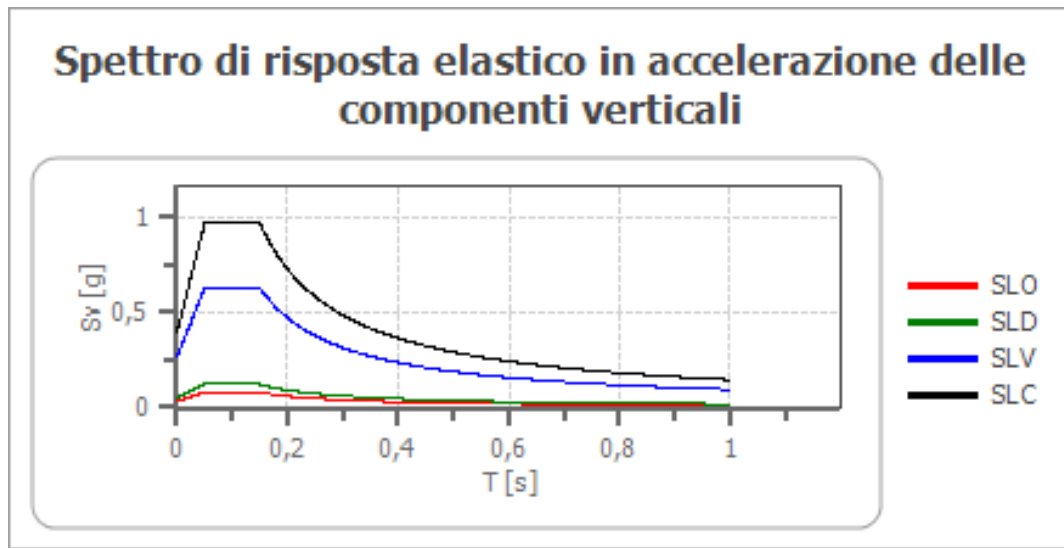


	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	2,0	0,086	2,350	0,300	1,600	1,860	1,000	1,600	1,000	0,186	0,558	1,943	0,137	0,322
SLD	2,0	0,115	2,325	0,321	1,600	1,810	1,000	1,600	1,000	0,194	0,581	2,059	0,184	0,427
SLV	2,0	0,339	2,355	0,393	1,120	1,670	1,000	1,120	1,000	0,219	0,657	2,956	0,380	0,895
SLC	2,0	0,442	2,446	0,423	1,000	1,620	1,000	1,000	1,000	0,228	0,685	3,367	0,442	1,080

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ :5%

Fattore di alterazione dello spettro elastico $\eta=[10/(5+\xi)]^{(1/2)}$:1,0



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	2,0	0,086	2,350	0,300	1	1,860	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,034	0,080
SLD	2,0	0,115	2,325	0,321	1	1,810	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,052	0,122
SLV	2,0	0,339	2,355	0,393	1	1,670	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,267	0,628
SLC	2,0	0,442	2,446	0,423	1	1,620	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,396	0,969