

A	DICEMBRE 2011	EMISSIONE				P. LO CASCIO	L. BELLONI	F.BUSOLA													
REV.	DATA	DESCRIZIONE				ELABORATO	VERIFICATO	APPROVATO													
SOSTITUISCE L'ELABORATO N~						SOSTITUITO DALL'ELABORATO N~															
CONSORZIO PER LE AUTOSTRADE SICILIANE AUTOSTRADA SIRACUSA – GELA 2° TRONCO: ROSOLINI – RAGUSA LOTTO 10/11 PROGETTO ESECUTIVO																					
IDENTIFICAZIONE ELABORATO																					
E	A	1	8	1	0	T	0	0	G	G	0	0	G	E	O	R	E	0	0	3	A
PROG.	STRADA	LOTTO	MACRO OPERA	OPERA		PARTE DI OPERA		TIPOLOGIA ELABORATO	N. ELABORATO	REV.											
LOTTO 10 "IRMINIO" RELAZIONE SISMICA																					
DATA	DICEMBRE 2011					PROGETTAZIONE															
CODICE CAD-FILE	EA1810T00GG00GEORE003A.doc					IL RESPONSABILE : DOTT. ING. F. BUSOLA															
<small>OPERA PROTETTA AI SENSI DELLA LEGGE 22 APRILE 1941 N. 633 TUTTI I DIRITTI RISERVATI QUALSIASI RIPRODUZIONE ED UTILIZZAZIONE NON AUTORIZZATE SARANNO PERSEGUITE A RIGORE DI LEGGE</small>																					

 GENERAL	E	A	1	8	1	0	T	0	0	G	G	0	0	G	E	O	R	E	0	0	3	A	Pag. n. 1
	Pr	Strada			Lotto		Macro opera		Opera			Parte di opera		Tipo elab	N. Elab.		Rev						

AUTOSTRADA SIRACUSA-GELA

2° TRONCO ROSOLINI - RAGUSA

PROGETTO ESECUTIVO

LOTTO 10 "IRMINIO"

RELAZIONE SISMICA

 PROGETTA	E	A	1	8	1	0	T	0	0	G	G	0	0	G	E	O	R	E	0	0	3	A	Pag. n. 2
	Pr	Strada		Lotto		Macro opera		Opera			Parte di opera		Tipo elab	N. Elab.		Rev							

INDICE

1.	INTRODUZIONE	4
2.	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	5
3.	INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE	5
4.	SISMICITA' DELL'AREA	6
5.	APPLICAZIONE NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI	13
5.1.	Vita nominale	14
5.2.	Classi d'uso e coefficiente d'uso C_u	14
5.3.	Periodo di riferimento per l'azione sismica	16
6.	AZIONE SISMICA	17
6.1.	Stati limiti e relative probabilità di superamento	19
6.2.	Categorie di sottosuolo e condizioni topografiche	20
6.3.	Caratterizzazione sismica dei suoli	22
6.4.	Condizioni topografiche	25
6.5.	Valutazione dell'azione sismica	26
6.6.	Stabilità nei confronti della liquefazione	29
	ALLEGATI	30

 REGIONE SICILIANA	E	A	1	8	1	0	T	0	0	G	G	0	0	G	E	O	R	E	0	0	3	A	Pag. n. 3
	Pr	Strada		Lotto		Macro opera		Opera		Parte di opera		Tipo elab		N. Elab.		Rev							

INDICE DELLE FIGURE

Fig. 1 - Curva di Benioff e intervalli di tempo fra i maggiori eventi	9
Fig. 2 - Principali elementi strutturali area iblea	10
Fig. 3 - Zona sismogenetica in prossimità dell'abitato di Scicli	11
Fig. 4 - Mappa macrosismica del terremoto del 23.01.1980	11

INDICE DELLE TABELLE

Tab. 1 - Eventi sismici avampaese ibleo.....	7
Tab. 2 - Eventi sismici sicilia sud-orientale.....	8
Tab. 3 - Caratteristiche sismogenetiche della sorgente Scicli-Giarratana	12
Tab. 4 - Zonazione sismica dei comuni interessati	13
Tab. 5 - Valori dei parametri a_g , F_o , T_c^* per i periodi di ritorno T_r	18
Tab. 6 - Valori dei parametri a_g , F_o , T_c^* per i periodi di ritorno T_r	18
Tab. 7 - Stati limiti e probabilità di superamento	19
Tab. 8 - Stati limiti e tempo di ritorno	19
Tab. 9 - Categorie dei suoli di fondazione.....	20
Tab. 10 - Ubicazione Masw e caratteristiche litostratigrafiche dei siti	23
Tab. 11 - Classificazione sismica dei suoli sulla base del Vs30.....	24
Tab. 12 - Classificazione in funzione delle condizioni topografiche	25
Tab. 13 - Classificazione sismica dei suoli sulla base del Vs30 e calcolo A_{max}	27

 REGIONE SICILIANA	E	A	1	8	1	0	T	0	0	G	G	0	0	G	E	O	R	E	0	0	3	A	Pag. n. 4
	Pr	Strada		Lotto		Macro opera		Opera		Parte di opera		Tipo elab		N. Elab.		Rev							

1. INTRODUZIONE

La presente relazione descrive le caratteristiche sismiche del tratto di territorio lungo il quale si snoda il Lotto autostradale 10 “Irminio” dell’Autostrada Siracusa-Gela.

Il lotto in argomento è in prosecuzione dell’attiguo Lotto 9 “Scicli” che prevede, nella sua parte terminale, la realizzazione dello svincolo autostradale di Scicli e il suo collegamento alla S.P. Donnalucata-Scicli.

Il tracciato del Lotto 10 attraversa i territori comunali di Scicli e Ragusa e più precisamente si snoda quasi interamente nel territorio del Comune di Scicli, interessando quello di Ragusa solo nel tratto terminale. Il lotto inizia nel settore posto a sud-ovest del centro abitato di Scicli e termina nell’area sita in sponda destra del Fiume Irminio, il cui impluvio marca la linea di confine tra i due territori comunali sopra indicati.

Il tracciato autostradale si svilupperà per una lunghezza complessiva di circa 5.080m, oltre ai tratti stradali di modifica e rifacimento della viabilità locale.

L’area in cui ricade il tracciato autostradale è interessata da importanti fenomeni sismici ed è soggetta, pertanto, alla specifica normativa per la progettazione delle opere pubbliche in zona sismica.

Nel presente documento si illustra, quindi, la sismicità della zona in questione e si forniscono gli elementi di base per la progettazione sismica nel rispetto della normativa vigente.

Tali elementi sono:

- Definizione della Vita Nominale e Classe d’Uso delle opere, cui consegue la determinazione dei periodi di riferimento per l’azione sismica;
- Individuazione delle zone sismiche di riferimento e dei parametri ag , F_0 e T^*C , sulla base dei quali viene definita la pericolosità sismica;
- Individuazione delle condizioni topografiche e delle categorie di suolo di fondazione sulla base della campagna geognostica condotta in sito.

Per quanto attiene lo studio della sismicità dell’area in studio, inquadrata nel più ampio dominio della sismicità dell’Altopiano Ibleo, sono stati consultati il «*Catalogo dei Terremoti Italiani dall’anno 1000 al 1980*» e il lavoro di CARBONE S., COSENTINO M., GRASSO M., LENTINI F., LOMBARDO G. & PATANE’ G. (1982) ed altri.

 REGIONE SICILIANA	E	A	1	8	1	0	T	0	0	G	G	0	0	G	E	O	R	E	0	0	3	A	Pag. n. 5
	Pr	Strada		Lotto		Macro opera		Opera		Parte di opera		Tipo elab		N. Elab.		Rev							

2. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

Per la redazione del presente elaborato si è fatto riferimento alle seguenti norme:

- “Testo Unico - Norme Tecniche per le Costruzioni” D.M. del 14/01/2008;
- Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri del 20 marzo 2003 “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica (Ordinanza n. 3274 - Allegati 1, 2 e 3);
- Eurocodice 8 - Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture - Parte 5: Fondazioni, Strutture di contenimento e Aspetti geotecnici (1998).

3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE

La successione stratigrafica tipica dell’altipiano Ibleo è costituita da sequenze prevalentemente carbonatiche di età compresa fra il Cretaceo e il Quaternario, con numerose intercalazioni di vulcaniti basiche; tale tema è ricorrente soprattutto a nord della congiungente Augusta-Sortino-Buccheri-Grammichele.

Nel settore sud-orientale ibleo, nel quale ricade il tratto di territorio in esame, domina invece una potente successione terziaria che può brevemente schematizzarsi nella sovrapposizione di due unità geologiche: la *Formazione Ragusa* (RIGO & BARBIERI, 1959), inferiormente, e la *Formazione Tellaro* (RIGO & BARBIERI, 1959), superiormente. Localmente si riscontrano anche tipi litologici più recenti poggianti sulla *Formazione Tellaro* o sulla *Ragusa* rappresentati dai *Trubi* e dalle *Calcareni* recenti.

In dettaglio la successione dei terreni nel tratto in studio può schematizzarsi, dal basso verso l’alto, come segue:

- *Formazione Ragusa* (Oligo-Miocene);
- *Formazione Tellaro* (Miocene medio-superiore);
- *Trubi* (Pliocene inferiore);
- *Calcareni* (Pleistocene inferiore-medio);
- *Alluvioni recenti e terrazzate* (Pleistocene medio-Olocene);
- *Coperture detritiche* (Olocene).

 UNIVERSITÀ PALESTRA	E	A	1	8	1	0	T	0	0	G	G	0	0	G	E	O	R	E	0	0	3	A	Pag. n. 6
	Pr	Strada		Lotto		Macro opera		Opera		Parte di opera		Tipo elab		N. Elab.		Rev							

Nel tratto di territorio studiato prevale in affioramento la Formazione Ragusa. Solo nella seconda metà del lotto un sistema di faglie orientato in direzione all'incirca nord/est-sud/ovest ribassa la successione carbonatica con conseguente affioramento della sovrastante Formazione Tellaro generalmente mancante per erosione.

Sono altresì frequenti locali lacune sedimentarie, come per esempio in corrispondenza della Contrada Falomo, per effetto delle quali sulla Formazione Ragusa poggiano direttamente i Trubi senza l'interposizione della Tellaro.

Sia la Formazione Tellaro che quella di Ragusa sono caratterizzate da una giacitura prevalentemente suborizzontale o debolmente pendente. L'immersione generale è verso sud o sud-est, nel tratto finale si riscontra qualche giacitura con immersione verso nord.

4. SISMICITA' DELL'AREA

Le ricerche sulla sismicità della Sicilia orientale (BARBANO et Al. 1978, 1980, 1981, 1984) ed altri studi sui maggiori terremoti degli ultimi mille anni (BARBANO & COSENTINO 1981, LOMBARDO 1984) hanno dimostrato come più del 48% del territorio siciliano abbia subito, almeno una volta, una scossa sismica di intensità superiore al 9° grado della scala M.S.K '64. La distribuzione degli epicentri e l'attività sismica (RIZNICHENKO 1964) individuano, oltre alla Calabria, la *fascia orientale della Sicilia tra le aree ad elevata pericolosità sismica*, con rischio sismico molto più alto nelle zone densamente popolate.

Il «rischio sismico» del territorio in studio oltre ad essere legato ad importanti eventi sismici a carattere regionale come quelli del 1169, 1542, 1693 e 1908, va valutato anche in termini di sismicità locale.

BARBANO, CARROZZO, COSENTINO et Al. (1984) in accordo con RIZNICHENKO (1964) sottolineano come le aree di Messina-Reggio e del Monte Etna siano ad alto rischio sismico, con attività sismica:

$$A^{\circ} > 1.$$

Per fornire un quadro generale della sismicità dell'area in esame sono stati raccolti in Tabella 1 i dati relativi ad eventi sismici avvenuti nell'Avampae Ibleo ed elencati nel *Catalogo dei terremoti italiani dall'anno 1000 al 1980* (C.N.R. – Progetto Finalizzato di Geodinamica 1985).

Anno	$I_{(M.S.K.)} - 64$
1624	5,6
1693	7,1
1892	3
1893	3
1894	4
1897	3
1904	3
1905	5
1907	3
1908	6
1909	3
1934	5
1949	3
1957	5
1978	5
1990	5

TAB. 1 - EVENTI SISMICI AVAMPAESE IBLEO

Più nello specifico impostando una ricerca per mezzo della banca dati dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia si sono ottenute, con particolare riferimento alla Sicilia sud-orientale e al catalogo parametrico dei terremoti italiani versione 2004 (CPTI04), le osservazioni sismiche di Tabella 2:

Data e tempo origine					Denominazione dell'area ed intensità del sisma			
Anno	Mese	Giorno	Ora	Min.	Area epicentrale	Imx	Io	Ma
1125	6	7	11		SIRACUSA	85	85	580
1169	2	4	7		SICILIA ORIENTALE	100	100	660
1542	12	10	15	15	SIRACUSANO	100	100	662

Data e tempo origine					Denominazione dell'area ed intensità del sisma			
Anno	Mese	Giorno	Ora	Min.	Area epicentrale	Imx	Io	Ma
1693	1	11	13	30	SICILIA ORIENTALE	110	110	741
1717	4	4			VITTORIA	65	65	460
1717	6	15			SIRACUSA	65	65	413
1727	1	7			NOTO	75	75	510
1818	3	1	02	45	MONTI IBLEI	75	75	548
1903	2	10	08	04	NOTO	60	60	430
1937	3	6	01	56	VITTORIA	--	55	400
1941	11	1			PACHINO	--	60	430
1949	10	8	3	08	NOTO	70	65	482
1964	5	2	11	32	SIRACUSA		60	430
1980	1	23	21		MODICA	55	55	400
1990	12	13	00	24	SICILIA SUD-ORIENTALE	75	75	529

TAB. 2 - EVENTI SISMICI SICILIA SUD-ORIENTALE

Sulla scorta dei dati disponibili CARBONE S., COSENTINO M., GRASSO M., LENTINI F., LOMBARDO G. & PATANE' G. (1982) riportano la *curva di Benioff*, che lega il rilascio di energia (E) con i tempi di accumulo della stessa (Fig. 1); essa consente di ottenere un'indicazione sugli intervalli di tempo fra i maggiori eventi di carattere regionale.

Il calcolo dell'energia viene effettuato mediante la relazione elaborata da RAUTIAN in CAROZZO et Alii (1975):

$$\log E = 11 + 1,8M$$

in cui M rappresenta la magnitudo.

Per «*magnitudo*» si intende la misura quantitativa della dimensione di un terremoto; COSENTINO & LOMBARDO (1980) legano la magnitudo macroscopica (M) alla intensità di un terremoto mediante la relazione:

$$M = 0,52 I_{(M.S.K.)} + 1,35$$

in cui l'intensità sismica I (M.S.K.) è legata all'intensità della scala Mercalli Modificata (Imm) dalla relazione:

$$I_{(M.S.K.)} = 0,94 Imm + 0,08$$

A titolo di esempio si riporta la correlazione tra le varie scale per il terremoto di Messina del 1908 e quello di Modica del 1980:

Località	Scala Mercalli Modificata	$I_{(M.S.K.)}$	Magnitudo
MESSINA	12	11	7,1
MODICA	6	5,5	4,2

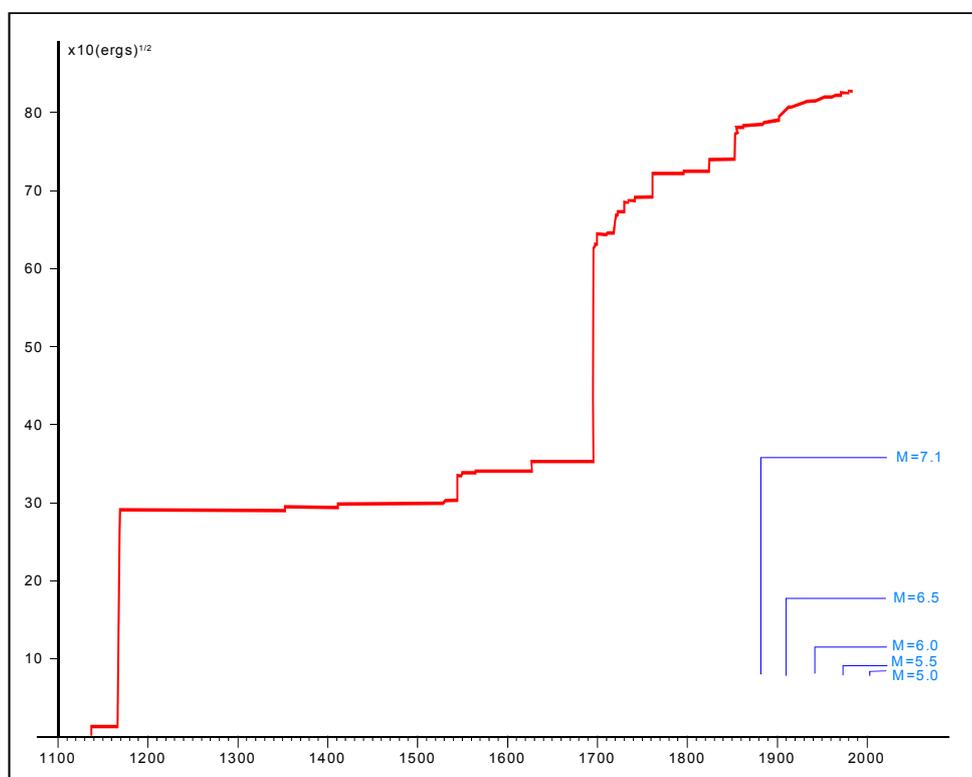


FIG. 1 - CURVA DI BENIOFF E INTERVALLI DI TEMPO FRA I MAGGIORI EVENTI

L'andamento della curva della Figura 1 è caratterizzato da due importanti rilasci di energia relativi ai terremoti del 1169 e del 1693; dopo quest'ultimo terremoto l'andamento della curva assume maggiore dettaglio (per la presenza di una maggior mole di informazioni) mettendo in luce un discreto numero di eventi a minore energia. Si può quindi considerare l'Altipiano Ibleo, nel suo insieme, come una zona interessata da importanti eventi sismici, con significativi rilasci di energia, intervallati da periodi caratterizzati da una attività sismica di medio-bassa intensità.

CARBONE S., COSENTINO M., GRASSO M., LENTINI F., LOMBARDO G. & PATANE' G. (1982) sulla scorta di tutti i dati disponibili e considerando gli eventi sismici con magnitudo $M \geq 3$ hanno elaborato la carta riportata in Figura 2.

La carta, denominata *Carta dei principali elementi strutturali dell'area iblea con ubicazione degli epicentri*, evidenzia in base alla distribuzione degli epicentri che lungo il margine nord-occidentale del Plateau Ibleo si verificano numerosi terremoti di bassa magnitudo, mentre nella parte nord-orientale dello stesso plateau (scarpata Ibleo-maltese) si registra un ridotto numero di eventi però con elevata magnitudo quali: 1169 e 1542 con $M_{max} = 6,6$ e 1693 con $M_{max} = 7,4$.

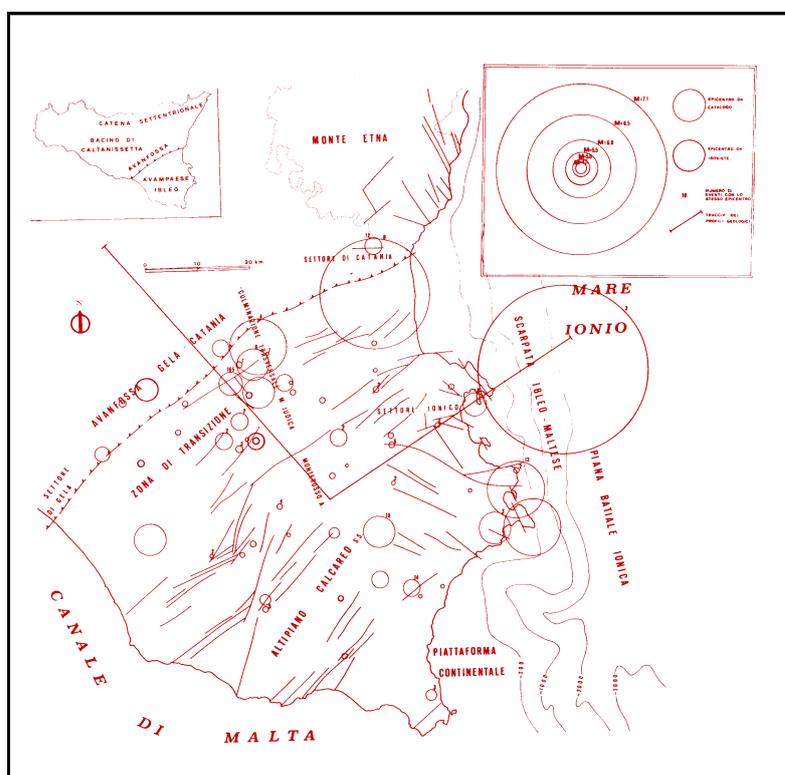


FIG. 2 - PRINCIPALI ELEMENTI STRUTTURALI AREA IBLEA

Questi ultimi eventi principali permettono di inserire l'area in studio fra quelle a più alto rischio sismico in ambito nazionale, anche in considerazione dell'elevato grado di urbanizzazione, della particolare ubicazione dei principali centri abitati e delle relative caratteristiche costruttive degli edifici.

Tali condizioni generali sono state chiaramente evidenziate anche in sede di Studio d'Impatto Ambientale e costituiscono elemento di attenzione in sede di progettazione.

Nell'ambito dell'area in studio particolare importanza assumono le principali lineazioni che attraversano il tracciato con direzione generalmente nord/est-sud/ovest. Fra queste vale la pena rammentare l'importante allineamento, avente direzione nord-nord/est-sud-sud/ovest, *Scicli-Ragusa-Giarratana-Monte Lauro* (Figura 3), posto immediatamente ad est del tracciato autostradale e riconoscibile più da elementi morfologici e sismologici che da elementi strutturali.

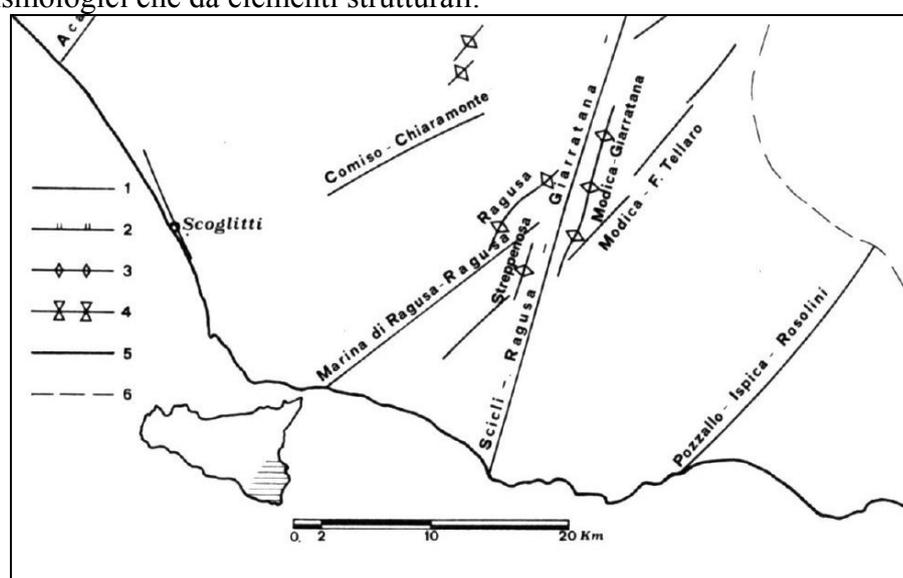


FIG. 3 - ZONA SISMOGENETICA IN PROSSIMITÀ DELL'ABITATO DI SCICLI

Tale sistema sembra essere responsabile di alcuni eventi sismici recenti a modesta magnitudo fra cui l'evento del 23 gennaio 1980 (Fig. 4).

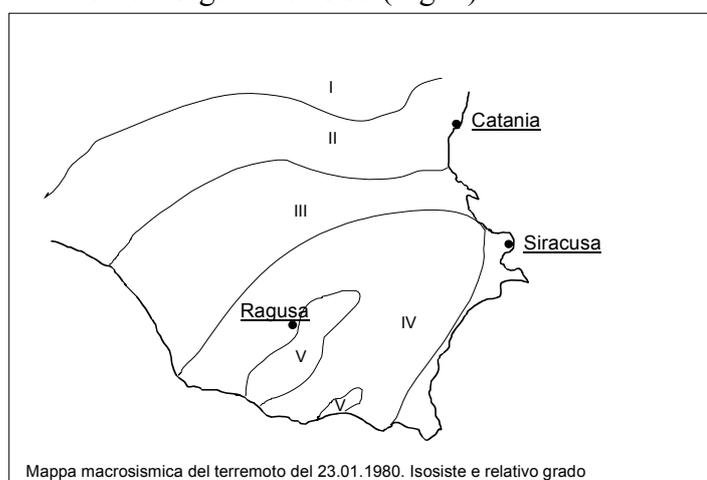


FIG. 4 - MAPPA MACROSISMICA DEL TERREMOTO DEL 23.01.1980

Tale contesto sembra confermare come il sistema di faglie citato possa a tutto diritto essere considerato *sismicamente attivo* anche in periodi recenti (PATANE' E IMPOSTA 1987). Va però evidenziato come l'energia lungo tale sistema si liberi attraverso singoli eventi a modesta magnitudo ($M < 4,5$), un valore quindi generalmente inferiore rispetto a quelli registrati storicamente in altre zone dell'area Iblea.

Tale sorgente sismica è inserita nel database DISS (Database of Individual Seismogenic Sources) 3.1.1 dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (2010) ed ha le caratteristiche sismogenetiche riportate nella sottostante Tabella 3:

DISS 3.1.1: Seismogenic Source ITCS017 - Scicli-Giarratana		
Source Info Summary		Commentary
		References
		Pictures
General information		
Code	ITCS017	
Name	Scicli-Giarratana	
Compiled By	Burrato, P., and P. Vannoli	
Latest Update	13/09/2007	
Parametric information		
	Parameter	Qual. Evidence
Min Depth (km)	1	OD Based on regional geological and seismological data.
Max Depth (km)	23	OD Based on regional geological and seismological data.
Strike (deg)	10 - 30	OD Based on regional geological data.
Dip (deg)	70 - 90	OD Based on regional geological data.
Rake (deg)	350 - 10	EJ Assumed from geodynamic considerations.
Slip Rate (mm/y)	1 - 1.4	OD Based on geological data by Catalano et al. (2007).
Max Magnitude (Mw)	5.5	EJ Assumed from regional seismological data.
Q-keys:	LD = Literature Data; OD = Original Data; ER = Empirical Relationship; AR = Analytical Relationship; EJ = Expert Judgement	

TAB. 3 - CARATTERISTICHE SIMOGENETICHE DELLA SORGENTE SCICLI-GIARRATANA

In sintesi si può considerare tutto il territorio della Sicilia sud-orientale come una zona ad alto rischio sismico, ed infatti la Legge n. 64 del 1974 ha classificato la maggior parte del territorio in questione come zone sismiche di 1^a o 2^a categoria. In particolare i territori comunali di Scicli e Ragusa sono stati classificati, secondo la Legge n. 64/1974, come aree di 2^a categoria, con coefficiente sismico $C = 0,07$ e grado di sismicità $S = 9$.

Nel 1998 il Gruppo Nazionale Difesa Terremoti ha proposto una nuova classificazione inserendo i territori comunali in questione tra quelli di 3^a categoria.

La più recente Ordinanza N° 3274 del 20 Marzo 2003, emessa dalla Presidenza del Consiglio dei Ministri, ha nuovamente incluso gli stessi territori nella Zona 2, a cui si associa un valore di accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (a_g/g) pari a 0,25.

La Delibera della Giunta Regionale della Sicilia n. 408 del 19 dicembre 2003 recependo l'Ordinanza 3274 sopra citata ha confermato l'assegnazione della Zona 2 al territorio comunale di Scicli e Ragusa.

Nella sottostante Tabella 4 si riporta lo schema riassuntivo della zonazione sismica dei comuni interessati dal tracciato autostradale del Lotto 10 "Irminio":

Comuni	Categoria secondo la classificazione precedente Decreti fino al 1984	Categoria secondo la proposta del GNDT del 1998	Zona ai sensi dell'OPCM del 20/03/2003
SCICLI	II	III	2
RAGUSA	II	III	2

TAB. 4 - ZONAZIONE SISMICA DEI COMUNI INTERESSATI

5. APPLICAZIONE NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI

Il nuovo testo delle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC), di cui al D.M. 14 gennaio 2008, è stato pubblicato il 4 febbraio 2008 (nel Suppl. Ordinario n. 30 alla G.U. n. 29) ed è entrato in vigore 30 giorni dopo.

La valutazione dell'azione sismica effettuata secondo la nuova normativa risulta per alcuni aspetti diversa da quella proposta dalle altre normative (Eurocodice 8, D.M. 14/09/2005 e D.M. 16/01/1996), avendo introdotto un nuovo parametro, ossia il coefficiente d'uso (C_u) dimensionante ai fini del calcolo del tempo di ritorno, insieme al valore della Vita nominale V_N , già presente nelle precedenti normative (es. norme tecniche del 2005).

Nei capitoli seguenti vengono fornite le definizioni per la Vita Nominale (V_N), la Classe d'uso ed il coefficiente d'uso (C_u) e le rispettive categorie e valori considerati per la progettazione delle opere del lotto autostradale in questione.

 MINISTERO DEI TRASPORTI E INFRASTRUTTURE	E	A	1	8	1	0	T	0	0	G	G	0	0	G	E	O	R	E	0	0	3	A	Pag. n. 14
	Pr	Strada			Lotto		Macro opera		Opera			Parte di opera		Tipo elab	N. Elab.		Rev						

5.1. Vita nominale

La vita nominale V_N di un'opera strutturale è intesa come il numero di anni in cui la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve poter essere usata per lo scopo al quale è destinata.

La Vita nominale dei diversi tipi di opere è così definita:

$V_N \leq 10$ anni, per opere provvisorie - Opere provvisionali;

$V_N \geq 50$ anni, per opere ordinarie - Ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale;

Si adotta tale valore per le opere che appartengono alla viabilità secondaria.

$V_N \geq 100$ anni, per grandi opere - Ponti, opere infrastrutturali e dighe di importanza strategica.

Si adotta tale valore per le opere che appartengono all'asse principale e per quelle la cui proiezione cade sull'asse principale.

5.2. Classi d'uso e coefficiente d'uso C_u

Come sopra riportato la vita nominale V_N di un'opera strutturale è intesa come il numero di anni in cui la struttura deve poter essere usata per lo scopo al quale è destinata. Con riferimento alle conseguenze di un'interruzione di operatività o di un eventuale collasso, in presenza di azioni sismiche, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso. Nel nostro caso la classe d'uso viene stabilita sulla base del tipo di viabilità.

Le classi d'uso in questione sono le seguenti:

Classe I - Costruzioni con presenza solo occasionale di persone - Edifici agricoli.

Alla classe d'uso I corrisponde un valore del coefficiente d'uso $C_u = 0.7$

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 Classe d'uso IV, salvo casi particolari per i quali sia necessaria la

 MINISTERO DEI TRASPORTI E INFRASTRUTTURE	E	A	1	8	1	0	T	0	0	G	G	0	0	G	E	O	R	E	0	0	3	A	Pag. n. 15
	Pr	Strada		Lotto		Macro opera		Opera			Parte di opera		Tipo elab		N. Elab.		Rev						

classe d'uso III o IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Alla classe d'uso II corrisponde un valore del coefficiente d'uso $C_u = 1.0$

In classe d'uso II ricadono le opere che appartengono alla viabilità secondaria - comunale - alla quale si applica il valore $C_u = 1.0$.

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, salvo casi particolari per i quali sia necessaria la classe d'uso IV, e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

Alla classe d'uso III corrisponde un valore del coefficiente d'uso $C_u = 1.5$

In classe d'uso III ricadono le opere che appartengono alla viabilità secondaria - provinciale e statale - alla quale si applica il valore $C_u = 1.5$.

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 D.M. del 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 ed a impianti di produzione di energia elettrica.

Alla classe d'uso IV corrisponde un valore del coefficiente d'uso $C_u = 2.0$

Le opere che appartengono all'asse principale e quelle la cui proiezione ricade sull'asse principale sono individuate da classe d'uso IV, pertanto si adotta il valore $C_u = 2.0$.

 INGEGNERIA	E	A	1	8	1	0	T	0	0	G	G	0	0	G	E	O	R	E	0	0	3	A	Pag. n. 16
	Pr	Strada		Lotto		Macro opera		Opera		Parte di opera		Tipo elab		N. Elab.		Rev							

5.3. Periodo di riferimento per l'azione sismica

Le azioni sismiche sulle opere vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava, per ciascun tipo di opera, moltiplicandone la vita nominale V_N per il coefficiente d'uso C_u :

$$V_R = V_N \times C_u$$

Sulla base dei valori di V_N e di C_u sopra definiti ne consegue che:

- per le opere che appartengono all'asse principale e per quelle la cui proiezione cade sull'asse principale il Periodo di Riferimento sarà pari a:

$$V_R = V_N \times C_u = 100 \times 2 = \mathbf{200 \text{ anni}}$$

ed il Tempo di Ritorno, considerando ad esempio una probabilità di superamento del 10%, sarà pari a:

$$T_R = \frac{V_R}{\ln(1 - P_{V_r.})} = \mathbf{1900 \text{ anni}}$$

- per le opere che appartengono alla viabilità secondaria, provinciale o statale, il Periodo di Riferimento sarà pari a:

$$V_R = V_N \times C_u = 50 \times 1.5 = \mathbf{75 \text{ anni}}$$

ed il Tempo di Ritorno, considerando ad esempio una probabilità di superamento del 10%, sarà pari a:

$$T_R = \frac{V_R}{\ln(1 - P_{V_r.})} = \mathbf{700 \text{ anni}}$$

- per le opere che appartengono alla viabilità secondaria, comunale, il Periodo di Riferimento sarà pari a:

$$V_R = V_N \times C_u = 50 \times 1 = \mathbf{50 \text{ anni}}$$

ed il Tempo di Ritorno, considerando ad esempio una probabilità di superamento del 10%, sarà pari a:

$$T_R = \frac{V_R}{\ln(1 - P_{V_r.})} = \mathbf{475 \text{ anni}}$$

 REGIONE SICILIANA	E	A	1	8	1	0	T	0	0	G	G	0	0	G	E	O	R	E	0	0	3	A	Pag. n. 17
	Pr	Strada		Lotto		Macro opera		Opera		Parte di opera		Tipo elab		N. Elab.		Rev							

6. AZIONE SISMICA

Le azioni sismiche vengono definite a partire dalla “pericolosità sismica di base” del sito ove ricadono le opere. Essa costituisce l’elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche.

La pericolosità sismica viene definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido e superficie topografica orizzontale (categoria di sottosuolo A, ammassi rocciosi o terreni molto rigidi con $V_{S30} \geq 800\text{m/s}$), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_{VR} , nel periodo di riferimento V_R .

Ai fini delle Normativa vigente le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} , a partire dai valori dei seguenti parametri su suolo rigido orizzontale:

- ❖ a_g - accelerazione orizzontale massima attesa;
- ❖ 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.

Tali valori sono stati ottenuti interpolando, per quattro punti della maglia al cui interno ricade il comune interessato, i dati dei parametri a_g , F_0 e T^*C forniti nell’allegato B alle Norme Tecniche per le costruzioni.

Nelle sottostanti Tabelle 5 e 6 sono riportati i punti del reticolo di riferimento all'interno del quale ricadono le opere del Lotto 10 dell'Autostrada Siracusa-Gela e i valori dei parametri a_g , F_0 e T^*C per 9 valori del periodo di ritorno.

L’accelerazione a_g è espressa in (g/10), F_0 è adimensionale e T^*C è espresso in secondi.

Scicli (RG)			
NUMERI IDENTIFICATIVI MAGLIA DI INTERPOLAZIONE VALORI			
51190	51191	51413	51412
Valori dei parametri a_g, F_o, T_C^* per i periodi di ritorno T_R di riferimento			

T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
30	0,026	2,440	0,208
50	0,035	2,523	0,248
72	0,042	2,600	0,269
101	0,052	2,502	0,289
140	0,062	2,534	0,320
201	0,076	2,516	0,350
475	0,127	2,387	0,438
975	0,188	2,372	0,501
2475	0,276	2,515	0,541

TAB. 5 - VALORI DEI PARAMETRI a_g , F_o , T_C^* PER I PERIODI DI RITORNO T_R

Ragusa			
NUMERI IDENTIFICATIVI MAGLIA DI INTERPOLAZIONE VALORI			
50967	50968	51190	51189
Valori dei parametri a_g, F_o, T_C^* per i periodi di ritorno T_R di riferimento			

T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
30	0,027	2,450	0,210
50	0,036	2,538	0,252
72	0,044	2,571	0,271
101	0,055	2,522	0,289
140	0,065	2,528	0,320
201	0,082	2,480	0,347
475	0,136	2,375	0,432
975	0,201	2,378	0,481
2475	0,299	2,501	0,535

TAB. 6 - VALORI DEI PARAMETRI a_g , F_o , T_C^* PER I PERIODI DI RITORNO T_R

6.1. Stati limiti e relative probabilità di superamento

Nei confronti delle azioni sismiche gli stati limite di esercizio e ultimi sono individuati con riferimento alle prestazioni dell'opera nel suo complesso.

Rimandando per il dettaglio alla Normativa, si definiscono:

Stati Limite di Esercizio:

- SLO - Stato Limite di Operatività;
- SLD - Stato Limite di Danno;

Stati Limite Ultimi:

- SLV - Stato Limite di salvaguardia della Vita;
- SLC - Stato Limite di prevenzione del Collasso.

Le probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente per ciascuno degli stati limite considerati sono riportate nella sottostante Tabella 7 (cfr Tab 3.2.I del DM 14/01/2008);

Stati Limite	P_{VR} : Probabilità di superamento in V_R	
Esercizio	SLO	81 %
	SLD	63 %
Ultimi	SLV	10 %
	SLC	5 %

TAB. 7 - STATI LIMITI E PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO

Considerando i periodi di riferimento $V_R = 50$ anni, $V_R = 75$ anni e $V_R = 200$ anni, relativi rispettivamente alle opere della viabilità secondaria comunale, secondaria provinciale e statale, e della viabilità principale, ne consegue la valutazione del Tempo di ritorno T_R in anni - Tabella 8.

Stati Limite	P_{VR}	$T_{R[V_R 50 \text{ anni}]}$	$T_{R[V_R 75 \text{ anni}]}$	$T_{R[V_R 200 \text{ anni}]}$
SLO	81 %	30	45	120
SLD	63 %	50	75	200
SLV	10 %	475	712	1900
SLC	5 %	975	1462	3900

TAB. 8 - STATI LIMITI E TEMPO DI RITORNO

6.2. Categorie di sottosuolo e condizioni topografiche

Per la definizione dell'azione sismica si può far riferimento all'approccio che si basa sull'individuazione delle categorie di sottosuolo di riferimento contenute nella sottostante Tabella 9 (cfr tab 3.2.II D.M. 14/01/2008)

Categoria	Descrizione
A	Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi caratterizzati da valori di VS30 superiori a 800 m/s, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 5 m.
B	Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di VS30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero resistenza penetrometrica NSPT > 50 o coesione non drenata $c_u > 250$ kPa).
C	Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate, o di argille di media consistenza, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di VS30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s ($15 < NSPT < 50$, $70 \text{ kPa} < c_u < 250 \text{ kPa}$)
D	Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti, caratterizzati da valori di VS30 minori di 180m/s ($NSPT < 15$, $c_u < 70$ kPa).
E	Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali, con valori di VS30 simili a quelli dei tipi C o D e spessore compreso tra 5 e 20 m, giacenti su di un substrato di materiale più rigido con VS30 superiore ad 800 m/s.
S1	Depositi costituiti da, o che includono, uno strato spesso almeno 10 m di argille/limi di bassa consistenza, con elevato indice di plasticità ($PI > 40$) e contenuto d'acqua, caratterizzati da valori di VS30 minori di 100 m/s e $10 \text{ kPa} < c_u < 20 \text{ kPa}$.
S2	Depositi di terreni soggetti a liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di terreno non classificabile nei tipi precedenti.

TAB. 9 - CATEGORIE DEI SUOLI DI FONDAZIONE

La classificazione si effettua sulla base dei valori della velocità equivalente V_{S30} di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 m di profondità o sulla base della resistenza penetrometrica dinamica equivalente $NSPT_{30}$.

Per le fondazioni superficiali tale profondità è riferita al piano d'imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali.

 PROGETTA	E	A	1	8	1	0	T	0	0	G	G	0	0	G	E	O	R	E	0	0	3	A	Pag. n. 21
	Pr	Strada		Lotto		Macro opera		Opera		Parte di opera		Tipo elab		N. Elab.		Rev							

Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali la profondità è riferita alla testa dell'opera.

Per muri di sostegno di terrapieni la profondità è riferita al piano d'imposta della fondazione.

Per sottosuoli appartenenti alle categorie S1 e S2 è necessario predisporre specifiche analisi per la definizione delle azioni sismiche, particolarmente nei casi in cui la presenza di terreni suscettibili di liquefazione e/o argille d'elevata sensibilità possa portare fenomeni di collasso del terreno.

La velocità equivalente delle onde di taglio V_{S30} è definita dall'espressione:

$$V_{S30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_{S,i}}} [m/s]$$

La resistenza penetrometrica dinamica equivalente N_{SPT30} è definita dall'espressione:

$$N_{SPT30} = \frac{\sum_{i=1,M} h_i}{\sum_{i=1,M} \frac{h_i}{N_{SPT,i}}}$$

dove:

h_i = spessore (in metri) dell'i-esimo strato compreso nei primi 30 m di profondità;

$V_{S,i}$ = velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;

N = numero di strati compresi nei primi 30 m di profondità;

M = numero di strati di terreni a grana grossa nei primi 30 m di profondità;

$N_{SPT,i}$ = numero di colpi NSPT nell'i-esimo strato.

Gli esiti delle indagini MASW hanno portato alla definizione delle categorie di sottosuolo lungo lo sviluppo dell'intero lotto autostradale.

 MINISTERO DEI TRASPORTI E INFRASTRUTTURE	E	A	1	8	1	0	T	0	0	G	G	0	0	G	E	O	R	E	0	0	3	A	Pag. n. 22
	Pr	Strada		Lotto		Macro opera		Opera			Parte di opera		Tipo elab		N. Elab.		Rev						

6.3. Caratterizzazione sismica dei suoli

Le Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC) adottano un approccio prestazionale alla progettazione delle nuove strutture e alla verifica di quelle esistenti. Nei riguardi dell'azione sismica l'obiettivo è il controllo del livello di danneggiamento della costruzione a fronte dei terremoti che possono verificarsi nel sito di costruzione.

L'azione sismica sulle costruzioni viene valutata a partire da una "pericolosità sismica di base", in condizioni ideali di sito di riferimento rigido di categoria "A" con superficie topografica orizzontale. Tale pericolosità è espressa in termini di accelerazione massima attesa al bedrock sismico e costituisce l'elemento primario di conoscenza per poter determinare le azioni sismiche sulle strutture.

L'azione sismica così individuata viene poi variata per tenere conto delle modifiche prodotte dalle locali condizioni litostratigrafiche e dalla morfologia di superficie. Tali modifiche caratterizzano la risposta sismica locale.

I fattori che influenzano tale risposta sono in pratica quelli che modificano la composizione spettrale del terremoto. La stima di tali fattori spettrali (\mathbf{a}_g , \mathbf{F}_0 e \mathbf{T}_c)¹ necessari per la definizione dell'azione sismica di progetto - secondo quanto riportato nell'allegato A del D.M. 14 gennaio 2008 - è effettuata per ogni singolo sito tramite le informazioni contenute nel reticolo di riferimento riportato nella Tab. 1 dell'allegato B dello stesso Decreto Ministeriale.

Come detto precedentemente i valori dei suddetti parametri si riferiscono a un sito ideale di riferimento, costituito da un basamento rigido ($V_{S30} > 800\text{m/s}$) affiorante o sub-affiorante e con superficie topografica orizzontale (Suolo di Tipo "A").

Qualora il sito di progetto non presenti le suddette condizioni è necessario, come indicato nel Cap. 3.2 del D.M., compiere specifiche analisi di valutazione di risposta sismica locale o, in alternativa, individuare la categoria del suolo di fondazione mediante la stima del parametro V_{S30} (Tab. 3.2.II del cap. 3.2).

¹ \mathbf{a}_g accelerazione orizzontale massima al sito;

\mathbf{F}_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

\mathbf{T}_c periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Successivamente, si determinerà il coefficiente di amplificazione topografica (tabelle 3.2.IV e 3.2.VI del cap. 3.2) in modo da poter disporre di tutti gli elementi per calcolare la risposta sismica del sito che sarà espressa in termini di accelerazione massima (A_{max}) attesa in superficie.

Per individuare la categoria dei suoli lungo il tracciato autostradale è stata eseguita una prospezione geofisica (MASW) che correlata con i dati stratigrafici dei sondaggi geognostici ha permesso di ottenere la velocità delle onde “S” nei primi 30m di terreno.

Sulla scorta dei profili verticali di velocità è stato possibile, infatti, calcolare la velocità equivalente delle onde di taglio V_{s30} , mediante l'espressione riportata nel precedente paragrafo. L'ubicazione degli stendimenti è stata concepita in modo da poter caratterizzare le diverse situazioni litostratigrafiche che si riscontrano lungo il lotto.

Nelle sottostanti tabelle (Tabelle 10 e 11) si riporta l'ubicazione dei masw e la caratterizzazione sismica dei suoli lungo il tracciato autostradale basata esclusivamente sul valore del V_{s30} misurato.

M. 1	Tratto iniziale del lotto caratterizzato dalla presenza della calcareniti della Formazione Ragusa praticamente affioranti;
M. 2	Tratto antistante agli imbocchi della galleria Truncafila caratterizzato dalla presenza delle marne argillose della Formazione Tellaro coperte da una coltre detritica a componente coesiva;
M. 3	Zona rilevato Cottonari caratterizzata dalle calcareniti della Formazione Ragusa coperte da una coltre detritica con spessore pari a circa 4,0m;
M. 4	Alveo del Fiume Irminio con depositi alluvionali a matrice ghiaio-sabbiosa che poggiano sulle calcareniti della Formazione Ragusa.

TAB. 10 - UBICAZIONE MASW E CARATTERISTICHE LITOSTRATIGRAFICHE DEI SITI

Sezioni		Formazione geologica	Litotipi	V _{S30} m/sec	Descrizione tratto	Categ. suolo
da	a					
1	77	Ragusa	Calcareniti e copertura detritica	> 800	Calcareniti coperti, a luoghi, da una coltre detritica con spessore inferiore al metro	A
77	111+290m	Tellaro	Marne argillose e copertura detritica	180÷360	Marne argillose coperte da una coltre detritica prevalentemente coesiva	C
111+290m	125	Ragusa e Tellaro	Calcareniti e marne argillose con scarsa copertura	360÷800	Calcareniti sormontate da esigui livelli di marne argillose e con scarsa copertura detritica	B
125	135	Ragusa e detrito	Calcareniti e copertura detritica	360÷800	Calcareniti coperti da una copertura detritica coesiva con spessore prossimo ai 4,0m	B
135	170	Ragusa e Tellaro	Calcareniti e marne argillose con scarsa copertura	360÷800	Calcareniti sormontate da esigui livelli di argille marnose e con scarsa copertura detritica	B
170	175+20m	Ragusa	Calcareniti con livelli calcareo-marnosi	360÷800	Calcareniti con intercalati livelli calcareo-marnosi e calcareo-sabbiosi	B
175+20m	176	Alluvioni e Ragusa	Calcareniti coperti dai depositi alluvionali	360÷800	Calcareniti coperti dai depositi alluvionali attuali e recenti a matrice ghiaio-sabbiosa	B
176	180	Ragusa	Calcareniti con livelli calcareo-marnosi	360÷800	Calcareniti con intercalati livelli calcareo-marnosi e calcareo-sabbiosi	B

TAB. 11 - CLASSIFICAZIONE SISMICA DEI SUOLI SULLA BASE DEL VS30

Dalle tabelle sopra riportate si deduce che in corrispondenza del tratto iniziale del lotto le velocità sono elevate ($V_{S30}=1.127\text{m/sec}$); pertanto tale tratto può classificarsi come suolo di tipo "A". Nella zona centrale la presenza delle marne argillose produce un abbassamento delle velocità, con valore del V_{S30} inferiore ai 360m/sec ($V_{S30}=319\text{m/sec}$). Di conseguenza tale tratto si può classificare come suolo di tipo "C". Nel tratto finale la presenza di coltri detritiche ed alluvionali appoggiati sulle calcareniti della Formazione Ragusa determinano un nuovo aumento delle velocità che rimangono, però, al di sotto degli 800m/sec ($V_{S30}=503\div 696\text{m/sec}$). I masw eseguiti lungo tale tratto (M. 3 e M. 4) fanno registrare una velocità V_{S30} compresa tra 500 e 700m/sec , tipica di suoli di tipo "B"; ma indicano anche un importante contrasto d'impedenza entro i primi 30m di terreno, soprattutto in corrispondenza del masw M. 3.

6.4. Condizioni topografiche

Per le condizioni topografiche si fa riferimento alla classificazione contenuta nella Tabella (cfr. tab 3.2.IV DM 18/01/2008):

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

TAB. 12 - CLASSIFICAZIONE IN FUNZIONE DELLE CONDIZIONI TOPOGRAFICHE

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

La morfologia del territorio in cui ricadono le opere è tale da permettere di ascrivere gran parte del tracciato alla categoria topografica T1, fatta eccezione per il tratto in corrispondenza dell'incisione del Fiume Irminio in corrispondenza del quale è opportuno impiegare la categoria topografica T2.

 PROGETTA	E	A	1	8	1	0	T	0	0	G	G	0	0	G	E	O	R	E	0	0	3	A	Pag. n. 26
	Pr	Strada		Lotto		Macro opera		Opera		Parte di opera		Tipo elab		N. Elab.		Rev							

6.5. Valutazione dell'azione sismica

L'azione sismica è caratterizzata da 3 componenti traslazionali, due orizzontali X e Y e una verticale Z, da considerare tra loro indipendenti.

Le componenti possono essere descritte, in funzione del tipo di analisi adottata, mediante una delle seguenti rappresentazioni:

- accelerazione massima attesa in superficie;
- accelerazione massima e relativo spettro di risposta attesi in superficie;
- accelerogramma.

Sulla base di apposite analisi di risposta sismica locale si può passare ai valori sui piani di riferimento definiti per le varie tipologie di opere indicati al paragrafo precedente. In assenza di tali analisi l'azione in superficie può essere assunta agente su tali piani.

Le due componenti ortogonali indipendenti che descrivono il moto orizzontale sono caratterizzate dallo stesso spettro di risposta o dalle due componenti accelerometriche orizzontali del moto sismico.

La componente che descrive il moto verticale è caratterizzata dal suo spettro di risposta o dalla componente accelerometrica verticale.

In via semplificata l'accelerazione massima e lo spettro di risposta della componente verticale attesa in superficie possono essere determinati sulla base dell'accelerazione massima e dello spettro di risposta delle due componenti orizzontali.

La componente accelerometrica verticale può essere correlata alle componenti accelerometriche orizzontali del moto sismico.

In funzione di quanto sopra riportato è stato svolto il calcolo delle accelerazioni sismiche massime attese al suolo i cui risultati sono sintetizzati nella sottostante Tabella 13.

Classifica sismica dei suoli sulla base del V_{S30} e calcolo accelerazione massima attesa al sito - D.M. 14 gennaio 2008											
Sito n.	Località C.da - Strada - ecc...	Comune di	Provincia di	Coordinate geografiche ED 50		ag (g)	Categ. suolo	Categoria topografica	Param. St	Param. Ss	Amax m/sec ²
				Latitudine (°)	Longit. (°)						
1	S.P. 95 Asse tracc.to	Scicli	Ragusa	36,782453	14,668678	0,261	A	T1	1,00	1,00	2,560
2	Bommacchia	Scicli	Ragusa	36,791114	14,666533	0,266	A	T1	1,00	1,00	2,609
3	S.P. 119 Asse tracc.to	Scicli	Ragusa	36,798950	14,665504	0,270	A	T1	1,00	1,00	2,649
4	Lincino	Scicli	Ragusa	36,802661	14,664130	0,272	C	T1	1,00	1,30	3,471
5	S.P. 37 C.da Falomo	Scicli	Ragusa	36,811252	14,659839	0,277	B	T1	1,00	1,13	3,071
6	C.da Cottonari	Scicli	Ragusa	36,816337	14,657350	0,280	B	T1	1,00	1,12	3,076
7	F. Irminio Sponda Sx	Scicli	Ragusa	36,817642	14,650741	0,278	B	T2	1,20	1,13	3,698
8	F. Irminio Alveo	Scicli	Ragusa	36,818673	14,649882	0,278	B	T1	1,00	1,13	3,082
9	F. Irminio Sponda Dx	Ragusa	Ragusa	36,819429	14,649024	0,278	B	T2	1,20	1,13	3,698

TAB. 13 - CLASSIFICAZIONE SISMICA DEI SUOLI SULLA BASE DEL V_{S30} E CALCOLO AMAX

Per quanto riguarda i valori delle V_{S30} e i parametri sismici contenuti nella soprastante tabella si precisa quanto segue:

1. la classifica dei suoli si basa esclusivamente sul parametro V_{S30} il cui valore misurato si riferisce sempre al piano campagna;
2. il calcolo dell'accelerazione massima attesa al suolo è stato svolto assumendo come vita nominale $V_n \geq 100$ anni, classe d'uso IV e di conseguenza la vita di riferimento è risultata pari a $V_r = 200$ anni;
3. il coefficiente "S" di amplificazione sismica è stato calcolato mediante la relazione: $S = S_s * S_t$; essendo S_s il coefficiente di amplificazione stratigrafica che si ricava dalla tabella 3.2.V del D.M. ed S_t il coefficiente di amplificazione topografico che si ricava dalla tabella 3.2.IV dello stesso decreto;
4. per il calcolo di A_{max} ($A_{max} = S \times a_g = S_s \times S_t \times a_g$) si è utilizzata come categoria topografica la T1 fatta eccezione per le sponde del Fiume Irminio in corrispondenza delle quali è sembrato opportuno impiegare la T2;

 MINISTERO DEI TRASPORTI E INFRASTRUTTURE	E	A	1	8	1	0	T	0	0	G	G	0	0	G	E	O	R	E	0	0	3	A	Pag. n. 28
	Pr	Strada		Lotto		Macro opera		Opera		Parte di opera		Tipo elab		N. Elab.		Rev							

5. i valori di accelerazione massima attesa al suolo si riferiscono allo stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV);
6. per l'acquisizione automatica dei parametri sismici si è fatto uso del programma on-line della GEOSTRU "parametri sismici in un click", nel quale inserendo per ogni sito di interesse la Vita nominale della struttura, la Classe d'uso, la categoria del terreno e quella topografica si ricavano i parametri necessari per definire gli spettri di progetto per ognuno degli stati limiti.

Determinata l'accelerazione massima attesa in superficie è possibile calcolare le componenti della forza sismica che possono esprimersi come $F_h = k_h \cdot W$ ed $F_v = k_v \cdot W$; dove W è il peso della massa presa in considerazione mentre k_h e k_v sono il coefficiente sismico orizzontale e verticale. Tali coefficienti si determinano in base alle relazioni:

$$k_h = \beta_s \cdot A_{\max} / g \quad \text{e} \quad k_v = \pm 0,5 \cdot k_h;$$

dove:

- β_s è il coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al suolo;
- A_{\max} è l'accelerazione orizzontale massima attesa al suolo.

Conoscendo i parametri prima citati e il valore del fattore di struttura "q" è possibile ricavare per ogni struttura lo spettro elastico di riferimento.

La sintesi dei dati sopra indicati è rappresentata nelle Tavole 1 e 2 della Carta con classificazione sismica del territorio.

 PROGETTA	E	A	1	8	1	0	T	0	0	G	G	0	0	G	E	O	R	E	0	0	3	A	Pag. n. 29
	Pr	Strada		Lotto		Macro opera		Opera		Parte di opera		Tipo elab		N. Elab.		Rev							

6.6. Stabilità nei confronti della liquefazione

Il “Testo Unico - Norme tecniche per le costruzioni” DM 18/01/2008 indica al punto 7.11.3.4.2 che le verifiche alla liquefazione per le opere possono essere omesse quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

1. eventi sismici di magnitudo M inferiore a 5;
2. accelerazioni massime attese al piano campagna in condizioni di campo libero inferiori a 0.1g;
3. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna suborizzontale e per strutture con fondazioni superficiali;
4. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)60 > 30$, dove $(N1)60$ è il valore della resistenza determinata attraverso le prove SPT, normalizzata ad una tensione efficace di 100kPa;
5. distribuzione granulometrica esterna all’ambito dei fusi forniti nella fig. 7.11.1 delle NTC 2008.

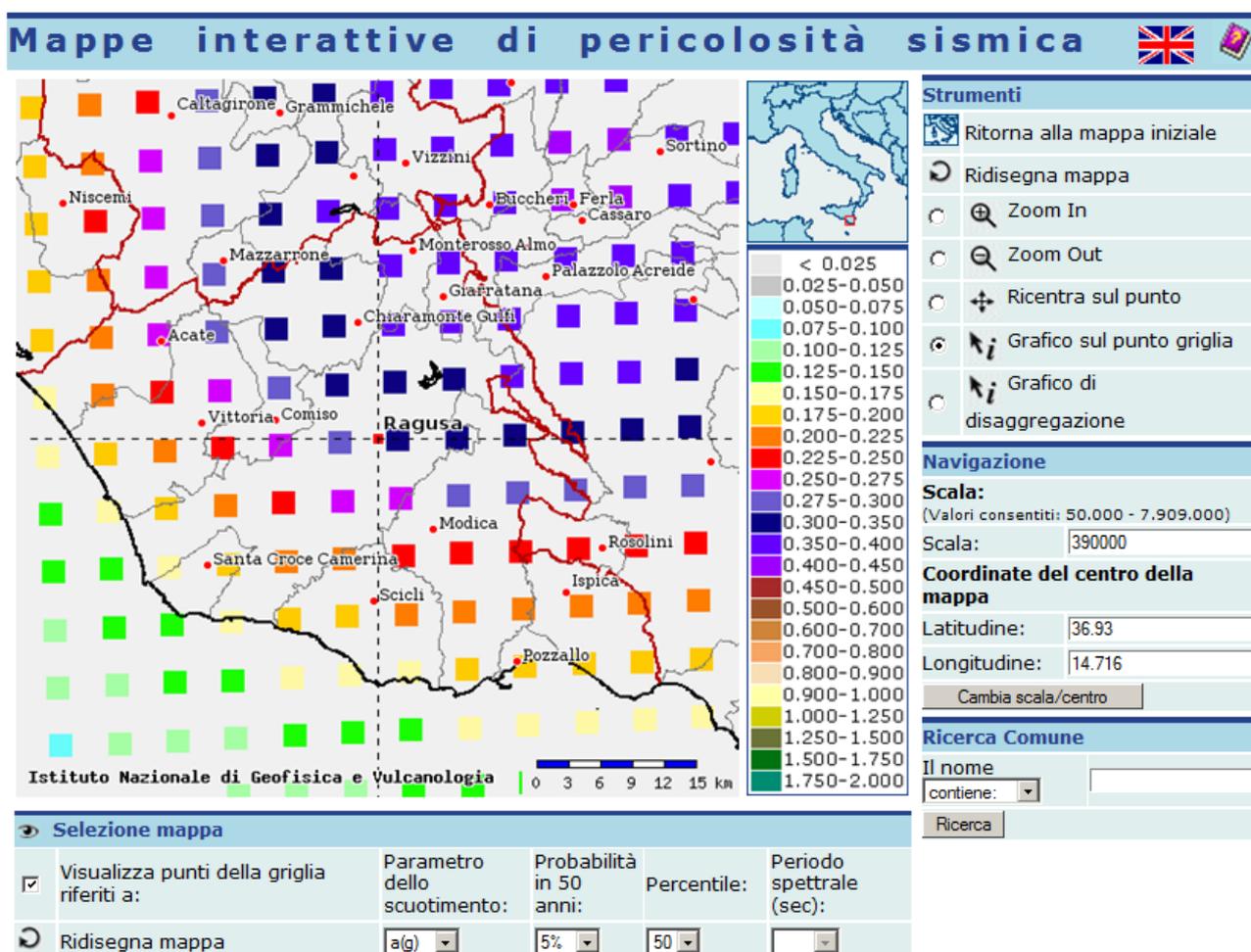
Nel caso in esame, si ricade nelle condizioni 3 e 5, per cui non è richiesta l’analisi di stabilità nei confronti della liquefazione.

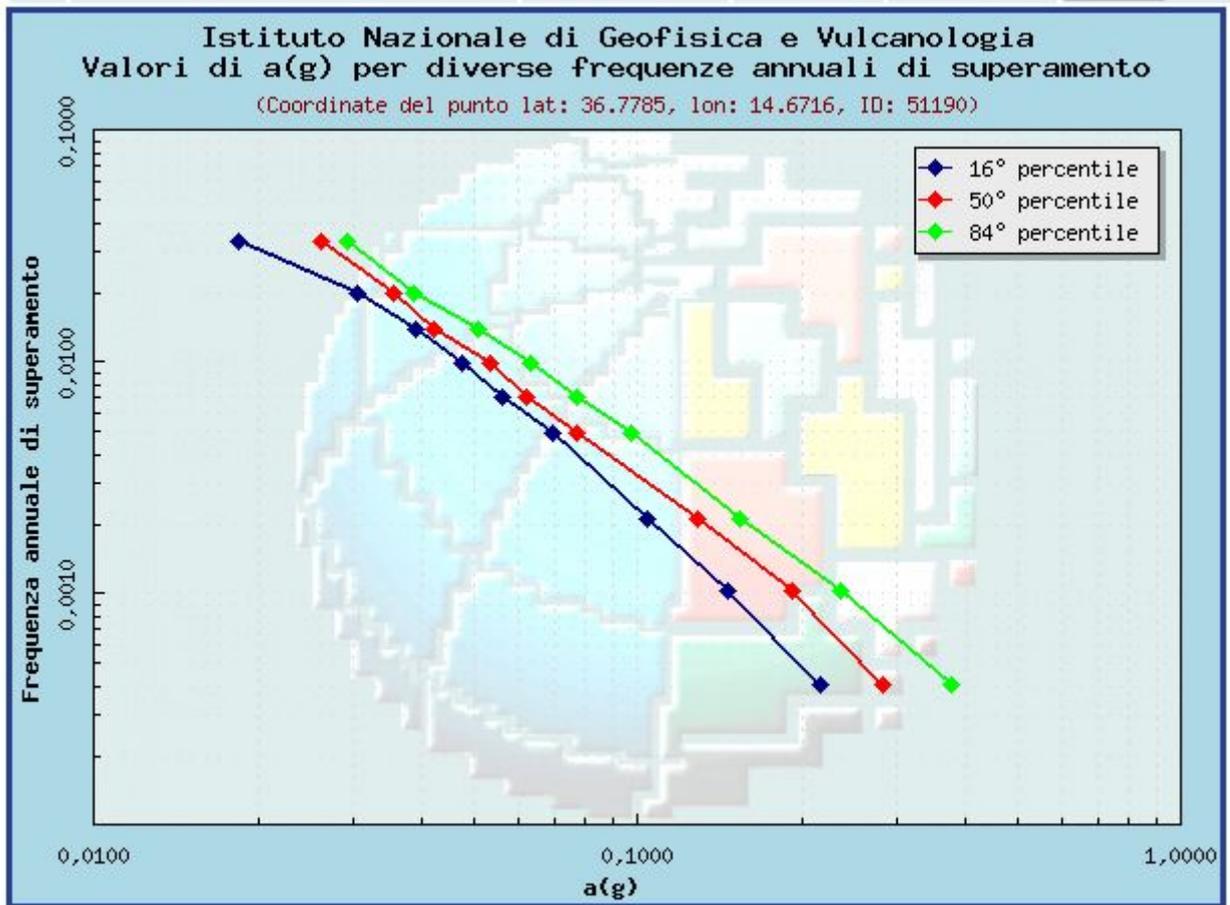
IL GEOLOGO

(Dott. Paolo Lo Cascio)

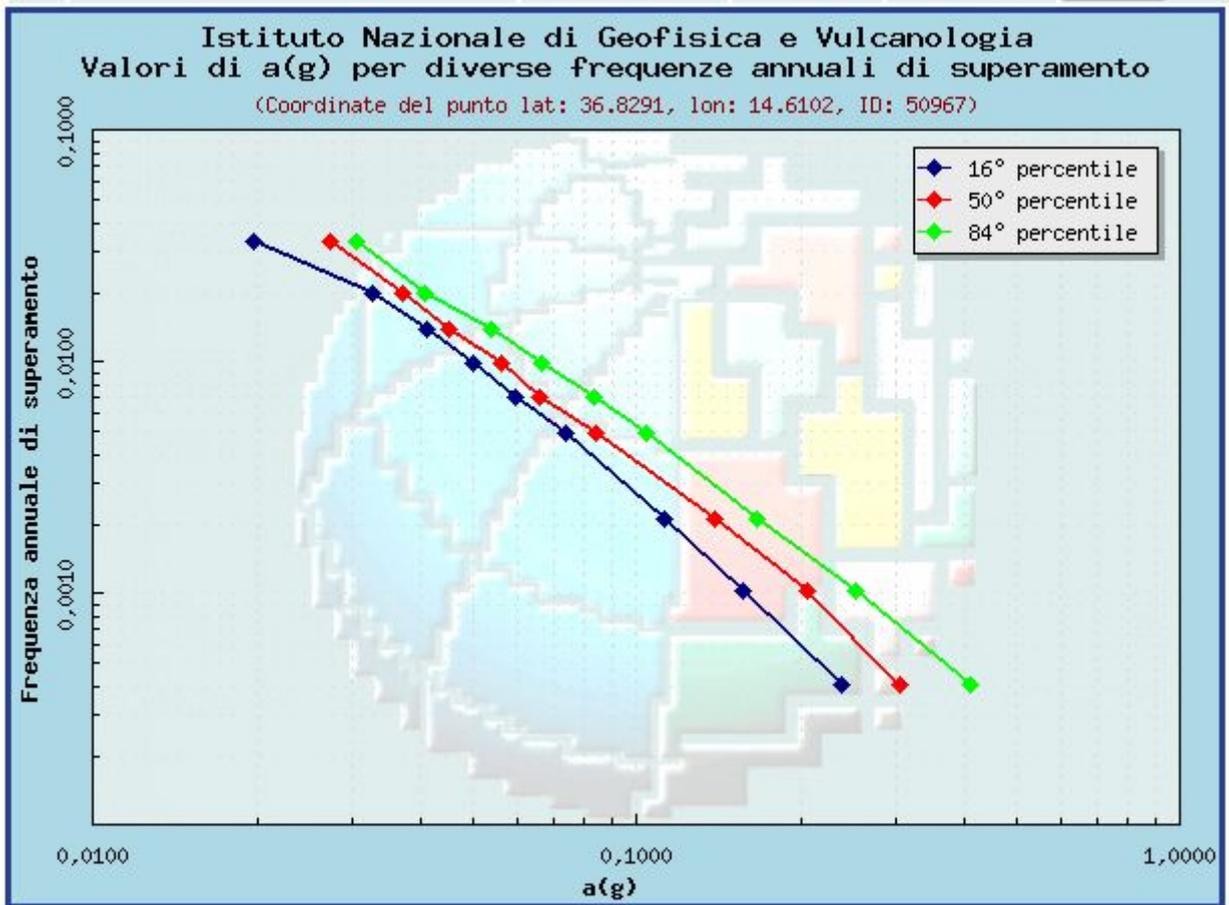
ALLEGATI

Stralcio della mappa di pericolosità sismica e grafici rappresentativi dell'accelerazione di picco al suolo (PGA) in funzione della frequenza annuale di superamento (AFOE).





Frequenza annuale di superamento	a(g) (Coordinate del punto lat: 36.7785, lon: 14.6716, ID: 51190)		
	16° percentile	50° percentile	84° percentile
0.0004	0.2162	0.2814	0.3780
0.0010	0.1460	0.1915	0.2347
0.0021	0.1041	0.1291	0.1538
0.0050	0.0695	0.0769	0.0973
0.0071	0.0561	0.0623	0.0773
0.0099	0.0473	0.0534	0.0631
0.0139	0.0391	0.0422	0.0507
0.0200	0.0305	0.0354	0.0386
0.0333	0.0184	0.0260	0.0292



Frequenza annuale di superamento	a(g) (Coordinate del punto lat: 36.8291, lon: 14.6102, ID: 50967)		
	16° percentile	50° percentile	84° percentile
0.0004	0.2374	0.3050	0.4089
0.0010	0.1570	0.2057	0.2532
0.0021	0.1119	0.1388	0.1656
0.0050	0.0737	0.0836	0.1037
0.0071	0.0599	0.0662	0.0829
0.0099	0.0501	0.0561	0.0668
0.0139	0.0411	0.0449	0.0537
0.0200	0.0325	0.0369	0.0406
0.0333	0.0196	0.0272	0.0304