

# PROGETTO DI ALLACCIAMENTO ALLA RTN DELL'IMPIANTO IDROELETTRICO DI REGOLAZIONE SUL BACINO DI CAMPOLATTARO (BN)

MARZO 2011



COMMITTENTE



**R.E.C. S.r.l.**

Via Uberti 37-20129 Milano

PROGETTAZIONE OPERE ELETTRICHE PER LA CONNESSIONE ALLA RTN:



**INSE S.r.l.** Ingegneria&Servizi

Via San Giacomo dei Capri, 38 - 80128 Napoli

Tel. 081 5797998 Fax 081 3777286 mail: [inse.srl@virgilio.it](mailto:inse.srl@virgilio.it)

TITOLO ELABORATO:

ELETTRODOTTI 380 kV E STAZIONI

RELAZIONE SISMICA

Revisione	Data	Descrizione	Redazione	Verifica	Approvazione
A	31/03/2011	EMISSIONE PER VALUTAZIONE D'IMPATTO AMBIENTALE	G. DIPRIZIO	L.MALAFARINA	F.DI MASO
B					
C					
D					
TIPOLOGIA DELL'ELABORATO			NUMERO DELL'ELABORATO		
DOCUMENTO			G-R-S129-A4-04-A		
CODICE ELABORATO	SCALA CAD	FORMATO	SCALA	FOGLIO	
GRS129A404A		A4		1 / 15	

## INDICE

1. PREMESSA	2
2. DECRETO MINISTERIALE 14 GENNAIO 2008	7
2.1 <i>Parametri sismici locali</i>	9

## **1. PREMESSA**

L'Appennino meridionale presenta una storia sismica tra le più severe dell'Italia, sia in termini di intensità che di frequenza di terremoti. Le zone sismogenetiche sono caratterizzate da un'elevata pericolosità potenziale sia per il livello di sismicità che per l'elevata attività neotettonica.

Nell'area, nella quale è compreso il territorio indagato, le zone maggiormente interessate nel tempo da eventi sismici con magnitudo superiore a 5 sono quelle ubicate prevalentemente in corrispondenza della catena. L'allineamento degli epicentri di questi eventi sismici è chiaramente collegato con la struttura geologica della regione, in particolare gli epicentri si concentrano prevalentemente a ridosso del confine tra la catena appenninica e l'Avanfossa Bradanica, mentre il loro numero decresce nei settori interni della catena (prossimi al Mar Tirreno) e nel settore adriatico.

In base alla mappa della zonazione sismogenetica di figura 1 redatta dall'INGV (2004) in Appennino Meridionale sono state individuate due aree:

- la prima caratterizzata dal massimo rilascio di energia legata ai processi distensivi che hanno interessato l'Appennino Meridionale a partire circa da 0,7 Ma. Tali aree coincidono con il settore assiale della catena. Per queste aree il meccanismo di fagliazione prevalente è del tipo faglia diretta (in prevalenza sistemi di faglie ad andamento NW-SE), la magnitudo dei sismi non è inferiore a 5 e la profondità degli epicentri è compresa tra 8-12 km. I settori occidentali dei bacini del Bradano, Basento, dell'Agri del Sinni ed il settore orientale del bacino del Noce ricadono in questo tipo di zona sismogenetica;
- la seconda area caratterizzata dal rilascio di energia connesso prevalentemente a meccanismi di fagliazione tipici delle faglie trascorrenti. La magnitudo non è inferiore a 5 e la profondità degli epicentri è compresa tra 12 e 20 km. Queste zone sismogenetiche sono connesse a lineamenti tettonici ad andamento W-E.

L'area di intervento è caratterizzata da fenomeni di rottura all'interno della piastra di avampaese e lungo i suoi margini in flessione con meccanismi di rottura attesi di tipo misti, con prevalenza di dip-slip nelle aree di flessura e di strike-slip.

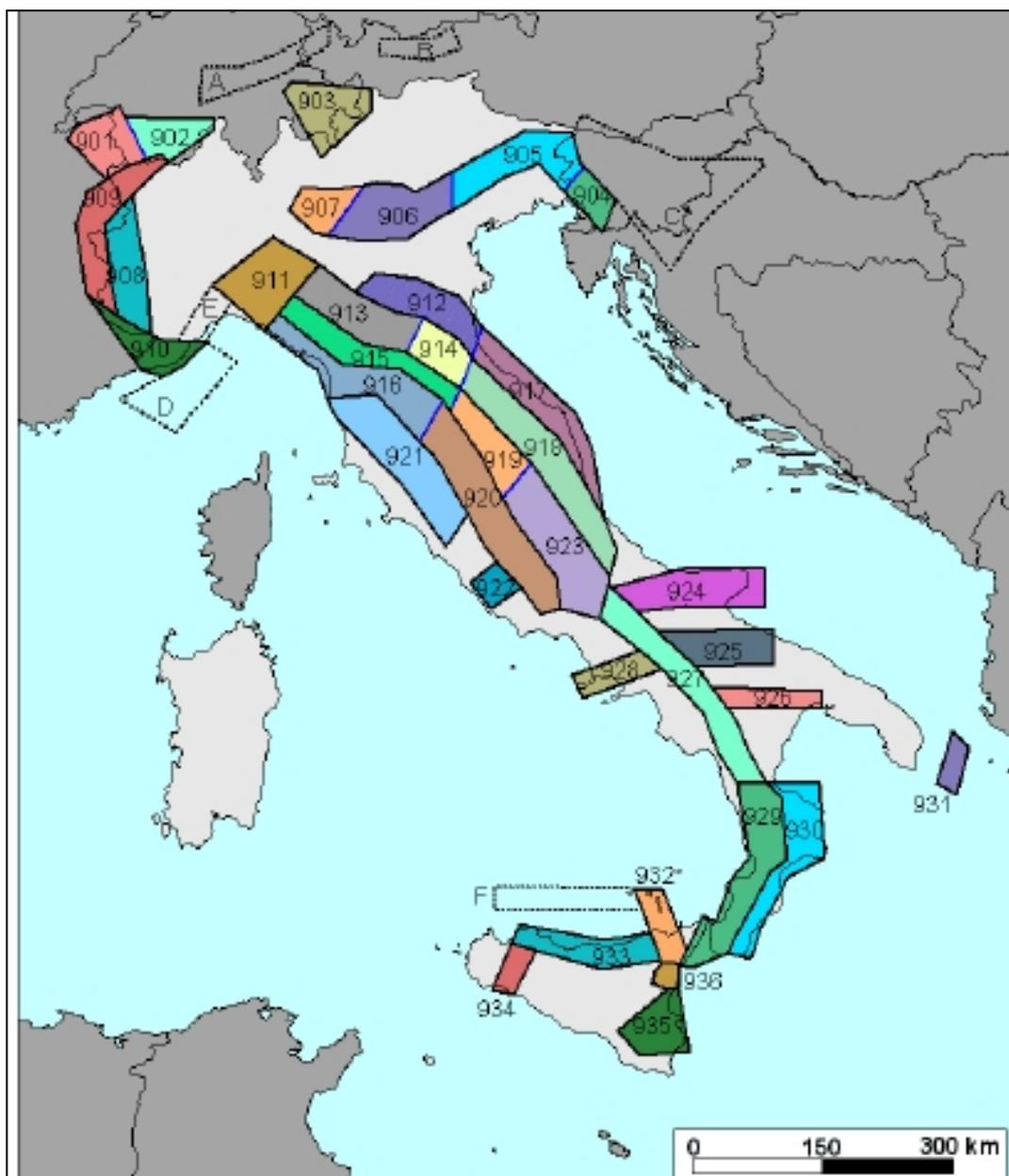


Figura 1 – Zonazione sismogenetica ZS9. I limiti di colore blu separano zone con analogo significato cinematico, che differiscono principalmente per le caratteristiche di sismicità. Le ZS con bordo a tratteggio, identificate da una lettera, non sono state utilizzate nella valutazione della pericolosità

Di seguito si riporta un elenco dei terremoti che hanno maggiormente interessato l'area di interesse. I dati sono stati liberamente acquisiti dal sito dell'INGV ([www.ingv.it](http://www.ingv.it)). (Tab. 1)

Storia sismica di Benevento  
[41.129, 14.777]



Numero di eventi: 49

Effetti	In occasione del terremoto del:					Area epicentrale	Np	Ix	Mw
Is	Anno	Me	Gi	Or	Mi				
9	375					Benevento	1	9	6.00
NC	848	06				Sannio	6	9-10	6.00
8-9	989	10	25			Irpinia	7	9-10	6.00
7-8	1125	10	11			Sannio-Molise	4	8	5.71
5-6	1139	01	22			BENEVENTO	1	5-6	4.63
8-9	1456	12	05			MOLISE	199	11	6.96
5	1627	07	30	10	50	Gargano	65	10	6.73
9	1688	06	05	15	30	Sannio	216	11	6.72
5	1694	09	08	11	40	Irpinia-Basilicata	253	11	6.87
9	1702	03	14	05		Beneventano-Irpinia	37	10	6.32
6-7	1703	01	14	18		Appennino reatino	196	11	6.81
7-8	1732	11	29	07	40	Irpinia	168	10-11	6.61
6-7	1805	07	26	21		Molise	223	10	6.57
5-6	1875	12	06			S.MARCO IN LAMIS	97	8	6.07
3	1877	08	24	02	45	Lazio meridionale	54	7	5.29
4-5	1885	12	26			CAMPOBASSO	28	7-8	5.38
NF	1887	12	03	03	45	Calabria settent.	142	9	5.52
4	1889	12	08			APRICENA	122	7	5.55
NF	1892	01	22			COLLI ALBANI	81	7	5.17
3	1892	04	20			GARGANO	15	6-7	5.15
RS	1892	06	06			TREMITI	72	7	5.07
NF	1893	08	10	20	52	Gargano	69	8-9	5.44
NF	1894	11	16	17	52	Calabria meridionale	299	9	6.05
NF	1903	05	04	03	44	VALLE CAUDINA	80	7-8	5.17
6-7	1905	03	14	19	16	BENEVENTANO	94	6-7	4.96
RS	1905	08	25	20	41	SULMONA	39	7	5.28
3	1905	09	08	01	43	Calabria	827	10-11	7.06
5	1905	11	26			IRPINIA	136	7-8	5.32
5	1910	06	07	02	04	Irpinia-Basilicata	376	9	5.87
5	1913	10	04	18	26	MATESE	205	8	5.40
5	1915	01	13	06	52	AVEZZANO	1040	11	6.99
5-6	1927	05	25	02	50	CERRETO	54	6-7	5.16
2	1930	04	27	01	46	SALERNITANO	30	7	4.72
8	1930	07	23	00	08	Irpinia	509	10	6.72
3	1933	03	07	14	39	BISACCIA	42	6	5.13
3	1933	09	26	03	33	Maiella	326	9	5.68
2	1937	07	17	17	11	SAN SEVERO	40	7	5.07
6-7	1962	08	21	18	19	Irpinia	214	9	6.19
F	1975	06	19	10	11	MATTINATELLA	15	6	5.14
6	1980	11	23	18	34	Irpinia-Basilicata	1317	10	6.89
5-6	1981	02	14	17	27	BAIANO	85	7-8	4.91
NF	1984	04	29	05	02	GUBBIO/VALFABBRICA	709	7	5.68
4	1990	05	05	07	21	POTENTINO	1374	7-8	5.84
NF	1991	05	26	12	25	POTENTINO	597	7	5.22
3-4	1996	04	03	13	04	IRPINIA	557	6	4.92
4-5	1997	03	19	23	10	MATESE	284	6	4.59

Tabella 1 – Serie storica dei terremoti ([www.ingv.it](http://www.ingv.it))

Il database macrosismico è stato utilizzato nel 2004 per la compilazione del catalogo CPTI04 (Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani 2004) e permette di visionare la storia sismica delle località italiane in esso menzionate DBMI04 (Data Base Macrosismico Italiano). Le informazioni contenute nel database hanno consentito quindi una prima individuazione dei “centri sismici” rilevanti per il sito in esame e delle relative potenzialità in termini di intensità epicentrali storicamente documentate.

Sempre facendo riferimento ai data bases del sito dell'INGV, è stato possibile ricavare un grafico storico significativo, nel quale si possono visionare le intensità sismiche riferite presumibilmente alla scala Mercalli, registrate in corrispondenza del sito di interesse in funzione dei terremoti storicamente accaduti (Fig. 2).

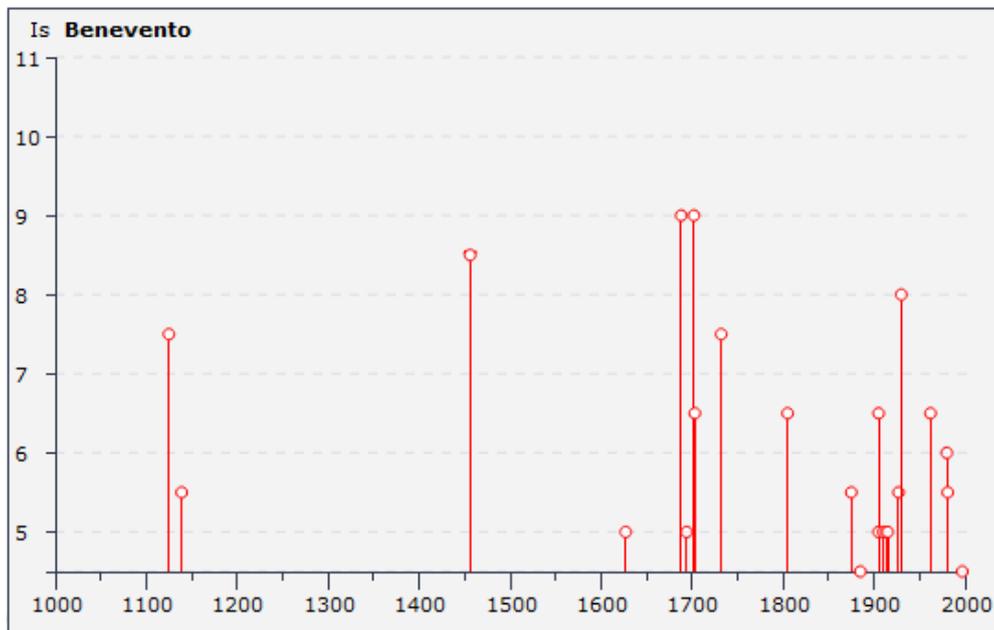


Figura 2 – Tabella delle intensità dei terremoti al sito in esame

E' inoltre possibile, sempre su [www.ingv.it](http://www.ingv.it), visualizzare su di una mappa del tipo web-gis la distribuzione delle intensità sismiche registrate intorno ad una zona considerata come epicentrale. In tal caso è possibile definire come il territorio di Benevento abbia risentito storicamente un'intensità sismica pari al 9 grado della scala MCS (Fig.3).

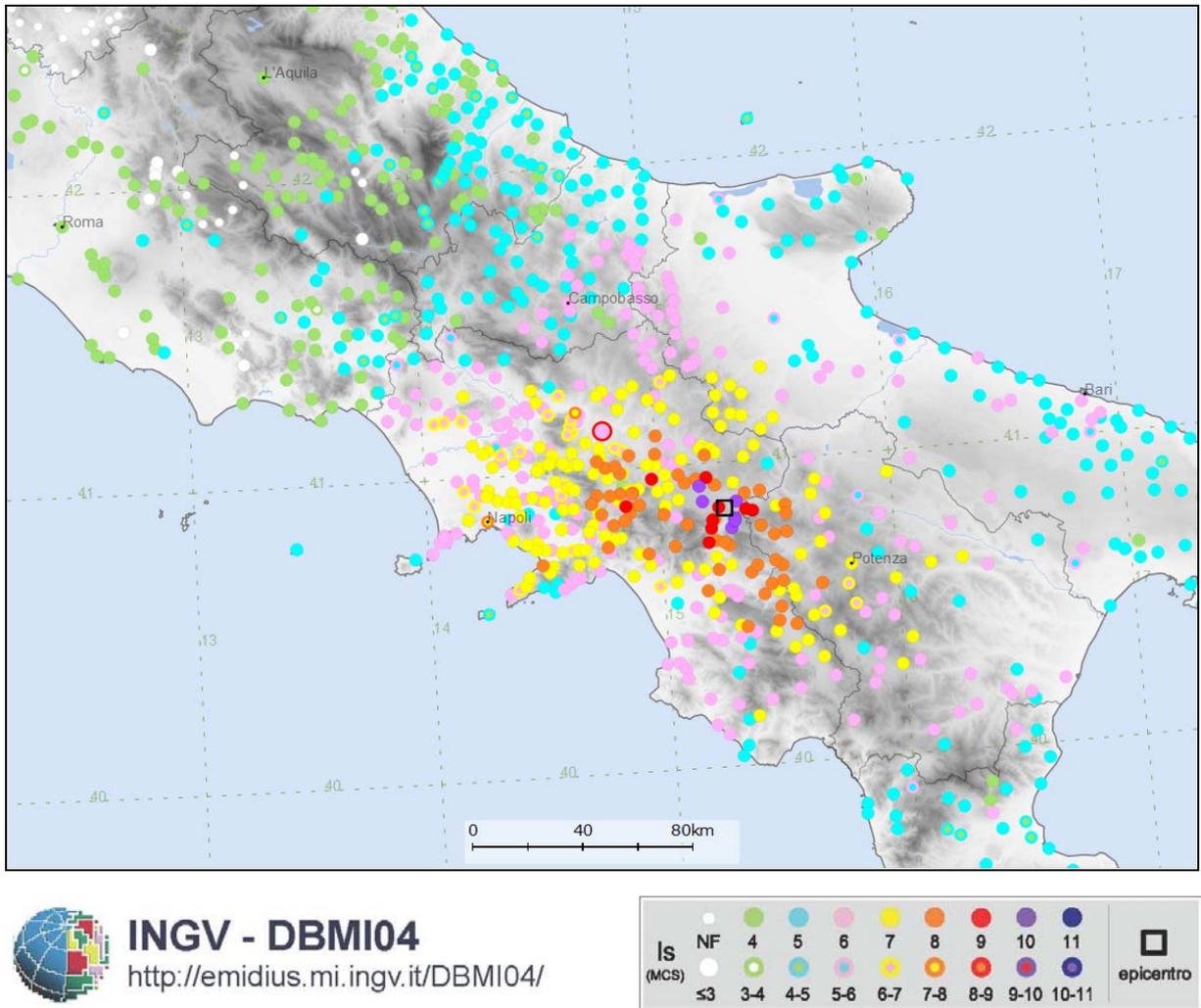


Figura 3 – Principali terremoti registrati intorno all'area oggetto dello studio

## 2. DECRETO MINISTERIALE 14 GENNAIO 2008

Il giorno 01-07-2009 sono entrate in vigore le nuove Norme Tecniche per le Costruzioni pubblicate sul Supplemento Ordinario della G.U. n. 29 del 4.02.2008 con l'approvazione del Decreto 14 gennaio 2008 del Ministero delle Infrastrutture.

Con le nuove NTC viene definitivamente abbandonato il concetto di "Zone Sismiche" e viene introdotto un nuovo metodo di calcolo che considera la maglia elementare di riferimento come più preciso parametro per la classificazione sismica del territorio.

L'azione sismica sulle costruzioni è valutata a partire da una "pericolosità sismica di base", in condizioni ideali di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A nelle NTC).

Le forme spettrali previste dalle NTC sono definite, su sito di riferimento rigido orizzontale, in funzione dei tre parametri:

- $a_g$  accelerazione orizzontale massima del terreno;
- $F_0$  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.

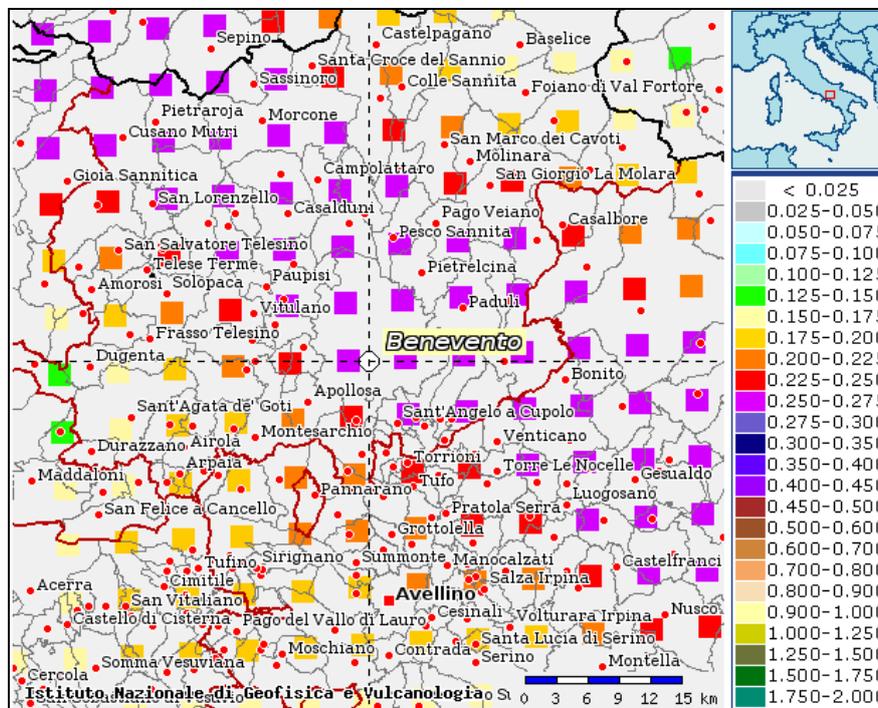


Figura 4 – Massima accelerazione orizzontale al suolo, Benevento 0.250-0.275

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi. In assenza di tali analisi, per la definizione dell'azione sismica si può fare riferimento a un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento.

CATEGORIA SUOLO DI FONDAZIONE	PROFILO STRATIGRAFICO	PARAMETRI		
		Vs30 (m/s)	Nspt	Cu (kPa)
<b>A</b>	<i>Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi</i>	> 800		
<b>B</b>	<i>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</i>	< 800 > 360	> 50	> 250
<b>C</b>	<i>Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate, o di argille di media consistenza</i>	< 360 > 180	< 50 > 15	< 250 > 70
<b>D</b>	<i>Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti</i>	< 180	< 15	< 70
<b>E</b>	<i>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 &gt; 800m/s</i>			
<b>S1</b>	<i>Depositi costituiti da, o che includono, uno strato spesso almeno 10 m di argille/limi di bassa consistenza, con elevato indice di plasticità (PI &gt; 40) e contenuto di acqua</i>	< 100		< 20 > 10
<b>S2</b>	<i>Depositi di terreni soggetti a liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di terreno non classificabile nei tipi precedenti</i>			

Il valore di  $V_{s30}$  è espresso come:

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

dove  $h_i$  e  $v_i$  indicano lo spessore (in m) e la velocità delle onde di taglio dello strato  $i$ -esimo (in m/sec), per un totale di  $N$  strati presenti nei primi 30 metri superiori.

### **2.1 Parametri sismici locali**

In riferimento al quadro normativo cui si è fatto riferimento nel paragrafo precedente, è necessario caratterizzare il sito in funzione degli spettri di risposta sismica delle componenti orizzontali e verticali del suolo. Gli spettri di risposta sismica vanno stimati in relazione ai differenti Stati Limite a cui un manufatto è potenzialmente sottoposto; tale stima è stata effettuata disponendo di un software fornito dal sito del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici ([www.cslp.it](http://www.cslp.it)), il quale è strutturato in tre fasi per la valutazione degli spettri di risposta:

- FASE 1 - Individuazione della pericolosità del sito (sulla base del progetto S 1 dell'INGV);
- FASE 2 - Scelta della strategia di progettazione;

Risulta chiaro che i dati di input al software sono scelti in funzione di diversi parametri, i quali dipendono direttamente da svariati aspetti come per esempio: dall'ubicazione del sito, dalla vita nominale del manufatto, dal coefficiente d'uso del manufatto, dalla tipologia di stato limite per cui si intende calcolare gli spettri di risposta elastica, dalla categoria di sottosuolo, dalla categoria topografica ed infine da

aspetti di carattere strutturale.

Saranno pertanto di seguito riportate le relative schermate del software utilizzato da cui si potrà facilmente apprendere la fase di input dei dati per le due FASI di lavoro e i relativi grafici riferiti agli spettri di risposta elastica, nonché tabelle in cui sono riassunti i principali parametri sismici locali.

Nella schermata di input dei dati relativi alla FASE 1 si è preferito effettuare una individuazione del sito in funzione della ricerca per comune.

## FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE  
14,787

LATITUDINE  
41,1305

Ricerca per comune

REGIONE  
Campania

PROVINCIA  
Benevento

COMUNE  
Benevento

**Elaborazioni grafiche**

Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri

---

**Elaborazioni numeriche**

Tabella parametri

Reticolo di riferimento

Controllo sul reticolo

Sito esterno al reticolo

Interpolazione su 3 nodi

Interpolazione corretta

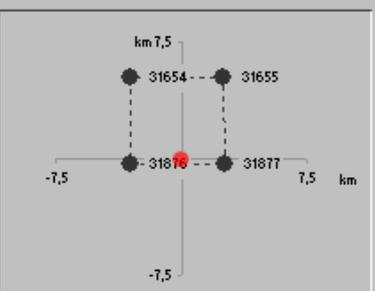


Interpolazione

superficie rigata

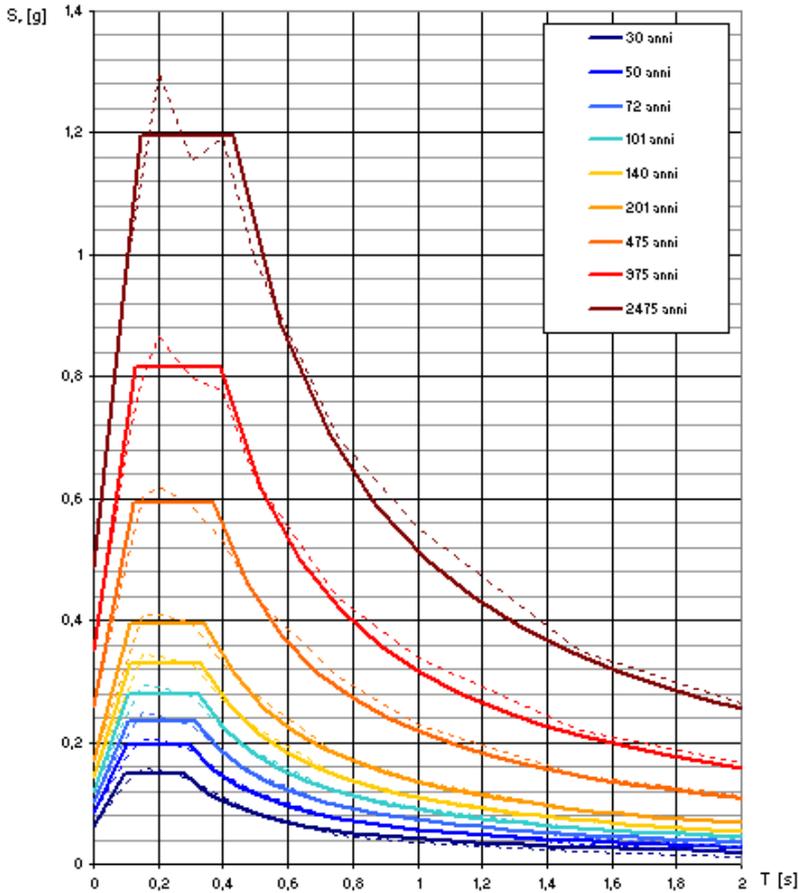
La **"Ricerca per comune"** utilizza le coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la **"Ricerca per coordinate"**.

Nodi del reticolo intorno al sito



INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

### Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno $T_R$ di riferimento



### 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	0,062	2,384	0,279
50	0,083	2,351	0,294
72	0,101	2,325	0,312
101	0,120	2,331	0,322
140	0,142	2,320	0,332
201	0,170	2,312	0,342
475	0,257	2,304	0,369
975	0,349	2,335	0,390
2475	0,486	2,458	0,430

Nella seguente schermata relativa alla fase di input dei dati della FASE 2 è stata considerata una vita nominale della struttura pari a **50 anni** (cfr. par. 2.4.1 NTC 14/01/2008) e un coefficiente d'uso della struttura pari a **1** (cfr. par. 2.4.3 NTC 14/01/2008)

## FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) -  $V_N$   info

Coefficiente d'uso della costruzione -  $c_U$   info

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) -  $V_R$   info

Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) -  $T_R$  info

Stati limite di esercizio - SLE {

- SLO -  $P_{V_R} = 81\%$
- SLD -  $P_{V_R} = 63\%$

Stati limite ultimi - SLU {

- SLV -  $P_{V_R} = 10\%$
- SLC -  $P_{V_R} = 5\%$

Elaborazioni

- Grafici parametrizzazione
- Grafici spettri di risposta
- Tabella parametrizzazione

Strategia di progettazione

LEGENDA GRAFICO

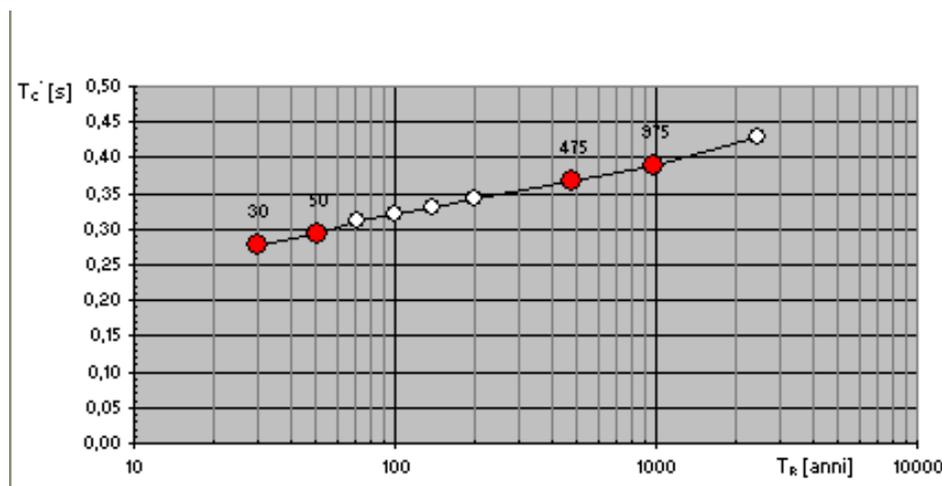
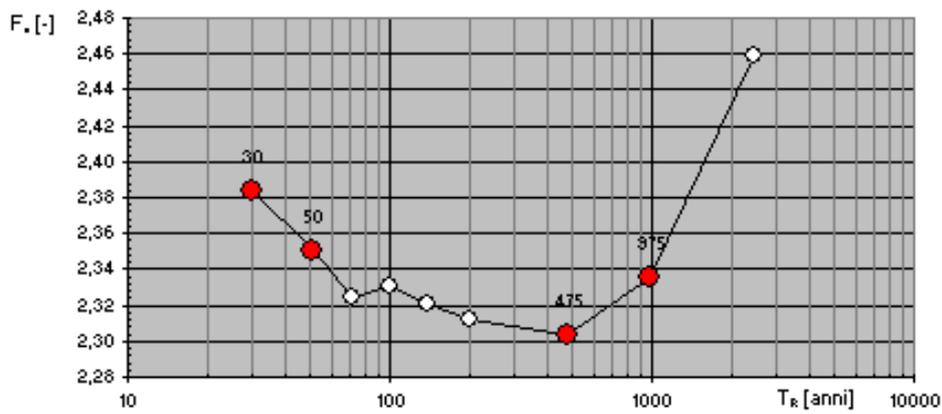
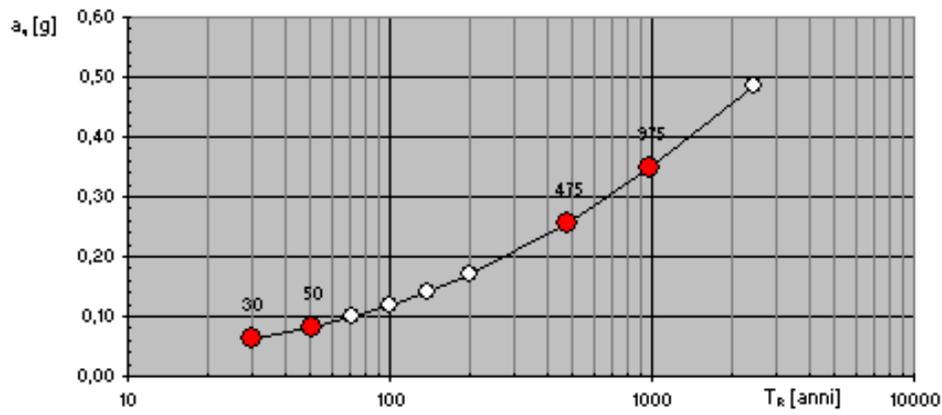
- Strategia per costruzioni ordinarie
- Strategia scelta

INTRO    FASE 1    FASE 2    FASE 3

**Valori dei parametri  $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T_C^*$  per i periodi di ritorno  $T_R$  associati a ciascuno**

SLATO LIMITE	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_0$ [-]	$T_C^*$ [s]
SLO	30	0,062	2,384	0,279
SLD	50	0,083	2,351	0,294
SLV	475	0,257	2,304	0,369
SLC	975	0,349	2,335	0,390

Valori di progetto dei parametri  $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T_C$  in funzione del periodo di ritorno  $T_R$



## Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite

