

PROPONENTE:



PROGETTAZIONE:



## CENTRO DI PRODUZIONE FIRENZE

### PROGETTO DEFINITIVO

#### RIAMBIENTALIZZAZIONE DELL'AREA MINERARIA DI S.BARBARA

INTERVENTI DI IMPLEMENTAZIONE DELLA FUNZIONE ECOLOGICA E PAESAGGISTICA DELLA COLLINA SCHERMO

#### ELABORATI GENERALI

RELAZIONE DI CARATTERIZZAZIONE SISMICA

SCALA :

COMMESSA    LOTTO    FASE    ENTE    TIPO DOC.    OPERA/DISCIPLINA    PROGR.    REV.

FEW1    40    D    29    RH    GE0115    001    A

Revis.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato / Data
A	Emissione	F. Bavezza	Novembre 2010	F. Coppini	Novembre 2010	G.Venditti	Novembre 2010	Ing. F. ARDUINI Novembre 2010

File: FEW1-40-D-29-RH-GE0115-001-A.doc

n. Elab.:

## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA.....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>ELABORAZIONE DEI RISULTATI DI CAMPAGNA .....</b>	<b>4</b>
3.1	INDAGINI SVOLTE.....	4
3.2	RISULTATI DELLE INDAGINI .....	4
3.3	CATEGORIA SISMICA DEL SOTTOSUOLO .....	4
<b>4</b>	<b>CARATTERIZZAZIONE SISMICA DELL'AREA .....</b>	<b>6</b>
4.1	PERIODO DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA .....	6
4.1.1	<i>Vita nominale dell'opera .....</i>	6
4.1.2	<i>Classe d'uso .....</i>	6
4.1.3	<i>Coefficiente d'uso e periodo di riferimento .....</i>	7
4.2	PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE .....	7
<b>5</b>	<b>CONCLUSIONI.....</b>	<b>9</b>

## 1 PREMESSA

Scopo della relazione è la definizione delle caratteristiche sismiche del sito destinato alla realizzazione della "Collina schermo centrale ENEL Santa Barbara".

Questa relazione si riferisce agli interventi previsti come implementazione della funzione ecologica e paesaggistica della Collina schermo, oggetto di una precedente progettazione, e si riferiscono al conferimento di 1'500'000 m<sup>3</sup> previsti nell'ambito di un primo ambito operativo e di ulteriori 200'000 m<sup>3</sup> previsti nell'ambito di un secondo ambito operativo.

La definizione dei parametri sismici di progetto è stata effettuata in conformità con le prescrizioni del D.M. 14.01.2008. A tal fine è stata condotta un'analisi dei dati geofisici sperimentali finalizzata alla stima della velocità di propagazione delle onde sismiche di taglio ed alla valutazione degli altri elementi che possono contribuire alla modifica del moto sismico in superficie (accelerazione sismica, caratteristiche stratigrafiche, condizione topografia, ecc.).

## **2    NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

[1] D.M. 14.01.2008 – “Norme tecniche per le costruzioni”.

[2] Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 - “Istruzioni per l’applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008”

### 3 ELABORAZIONE DEI RISULTATI DI CAMPAGNA

#### 3.1 Indagini svolte

Ai fini della caratterizzazione sismica del sito è stata condotta una campagna di prospezioni geofisiche costituite da n. 8 profili di sismica passiva ReMi spinti a profondità variabile dai 50 m ai 60 m. Sono inoltre state effettuate due misure della velocità delle onde sismiche mediante prove down hole nei fori di sondaggio S1 ed S4. Le prove down hole sono state effettuate fino a 40 m di profondità.

Questi hanno permesso di determinare la velocità di propagazione delle onde sismiche di compressione e di taglio per uno spessore adeguato al volume significativo dell'opera e comunque al di là del limite di profondità richiesto dalla normativa.

I risultati delle indagini geofisiche, che costituiscono una misura praticamente diretta delle grandezze utili alla caratterizzazione sismica dell'area, sono stati comunque confrontati con quelli indirettamente derivabili dai risultati dalle altre indagini condotte: prove penetrometriche statiche CPTU e sondaggi geognostici.

L'ubicazione dei profili sismici ReMi e delle altre indagini geognostiche sono riportate nella tavola FEW140D69P7GE0115001A.


#### 3.2 Risultati delle indagini

Nelle tabelle seguenti sono riportati i valori delle velocità delle onde di taglio in funzione della profondità ed è stato sviluppato il calcolo del parametro di riferimento  $V_{S,30}$ .

Il dettaglio dei risultati ottenuti dalle indagini geofisiche sono riportati nel documento FEW140D69IGGE0105001A.

#### 3.3 Categoria sismica del sottosuolo

Ai sensi della normativa vigente [1] l'amplificazione sismica locale viene valutata, in assenza di indagini più specifiche, in base alla "Categoria di sottosuolo" definito secondo le indicazioni delle tabelle 3.2.II e 3.2.III della normativa stessa. Queste indicazioni sono riassunte nella seguente tabella 3.1:


 <b>ITAFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO	<b>RIAMBIENTALIZZAZIONE DELL'AREA MINERARIA S.BARBARA</b>					
	<b>INTERVENTI DI IMPLEMENTAZIONE DELLA FUNZIONE ECOLOGICA E PAESAGGISTICA DELLA COLLINA SCHERMO</b>					
<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>ELABORATI GENERALI</b> RELAZIONE DI CARATTERIZZAZIONE SISMICA	PROGETTO FEW1	LOTTO 40 D 29	CODIFICA RH	DOCUMENTO GE 01 15 001	REV. A	FOGLIO 5/9

**Tab. 3.1 – Definizione delle categorie di sottosuolo (Tab. 3.2.II e 3.2.III del DM 14.01.2008)**

<b>CATEGORIA SUOLO</b>	<b>DESCRIZIONE</b>
<b>A</b>	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
<b>B</b>	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $NSPT_{,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $cu_{,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
<b>C</b>	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < NSPT_{,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < cu_{,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
<b>D</b>	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $NSPT_{,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $cu_{,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
<b>E</b>	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m</i> , posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).
<b>S1</b>	Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < cu_{,30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.
<b>S2</b>	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

Il valore del  $V_{s30}$  è stato determinato a partire dal p.c.

Per quanto detto al paragrafo precedente il sito in esame rientra nella **categoria di sottosuolo C**.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO	<b>RIAMBIENTALIZZAZIONE DELL'AREA MINERARIA S.BARBARA</b> INTERVENTI DI IMPLEMENTAZIONE DELLA FUNZIONE ECOLOGICA E PAESAGGISTICA DELLA COLLINA SCHERMO					
	PROGETTO DEFINITIVO ELABORATI GENERALI RELAZIONE DI CARATTERIZZAZIONE SISMICA	PROGETTO FEW1	LOTTO 40 D 29	CODIFICA RH	DOCUMENTO GE 01 15 001	REV. A

## 4 CARATTERIZZAZIONE SISMICA DELL'AREA

### 4.1 Periodo di riferimento per l'azione sismica

Per definire la pericolosità sismica di base, e quindi le accelerazioni massime da considerare nelle analisi nei diversi stati limite, ultimi e di esercizio, occorre definire il periodo di ritorno da considerare per ciascun stato limite.

Questo è funzione della vita nominale dell'opera  $V_N$  e della classe d'uso.

#### 4.1.1 Vita nominale dell'opera

La vita nominale è definita dalla tabella 2.4.I della norma (rif. [1]) qui di seguito riportata:

**Tab. 4.1 – Definizione della vita nominale dell'opera (Tab. 2.4.I del DM 14.01.2008)**

TIPI DI COSTRUZIONE		Vita Nominale $V_N$ (in anni)
1	Opere provvisorie – Opere provvisionali – Strutture in fase di costruzione	$\leq 10$
2	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	$\geq 50$
3	Grandi opere, ponti, infrastrutture e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	$\geq 100$

Sulla base di queste indicazioni si è assunto per l'opera in questione una vita utile  $V_N = 50$  anni.

#### 4.1.2 Classe d'uso

La classe d'uso viene definita in base alle declaratorie di cui al paragrafo 2.4.2 della normativa, qui di seguito sinteticamente richiamate:

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

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, ecc.

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.....

Classe IV Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, ecc.

Per confronto con tali descrizioni si ipotizza cautelativamente una **Classe d'uso II**.

#### 4.1.3 Coefficiente d'uso e periodo di riferimento

Il coefficiente d'uso dell'opera  $C_U$  è prescritto dalla normativa in base alla classe d'uso secondo le indicazioni della tabella 2.4.II della normativa vigente qui di seguito riprodotta:

**Tab. 4.2 – Definizione della classe d'uso (Tab. 2.4.II del DM 14.01.2008)**

Classe d'uso	I	II	III	IV
Coefficiente $C_U$	0.7	1.0	1.5	2.0

Il periodo di riferimento  $V_R$  si determina moltiplicando la vita nominale per il coefficiente d'uso:

$$V_R = V_N \times C_U \geq 35 \text{ anni}$$

Nel caso specifico si ottiene pertanto:

$$V_R = V_N \times C_U = 50 \text{ anni}$$

Sulla base del periodo di riferimento si determinano i tempi di ritorno della azione sismica da considerare nelle verifiche per i diversi stati limite ultimi.

**Tab. 4.3 – Tempo di ritorno per diversi stati limite**

$V_R$	(% sup.)	$T_R$		
50	81%	30	SLO	Stato limite operatività
	63%	50	SLD	Stato limite danno
	10%	475	SLV	Stato limite salvaguardia vita
	5%	975	SLC	Stato limite prevenzione collasso

#### 4.2 Pericolosità sismica di base

Secondo quanto previsto dalla normativa vigente la pericolosità sismica di base viene determinata attraverso sia valori di accelerazione sismica attesi al sito e riferiti in condizioni ideali di sito rigido con superficie topografica orizzontale ( $T=1$ ), sia attraverso il periodo di ritorno di un dato evento sismico.

Le norme introducono il concetto di nodo di riferimento di un reticolo composto da 10751 punti in cui è stato suddiviso il territorio nazionale. Le stesse norme forniscono, per ciascun punto del reticolo e per ciascuno dei periodi di ritorno ( $T_r$ ) considerati dalla pericolosità sismica, tre parametri:

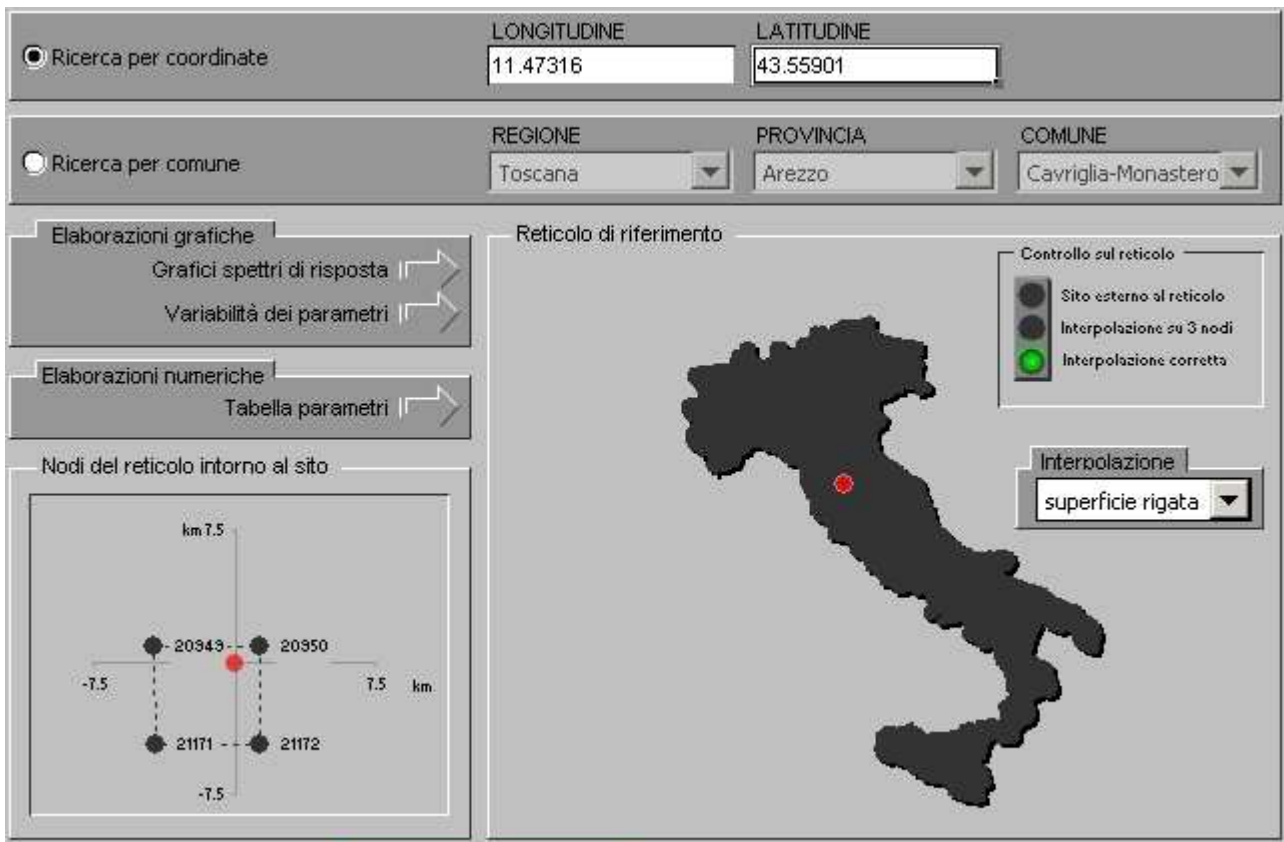
- $a_g$  = accelerazione massima al sito (g/10):



- $F_0$  = 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.

I valori dei parametri da attribuire al sito in questione si ottengono per interpolazione in base alle coordinate geografiche del sito e le coordinate dei quattro nodi del reticolo che delimitano il sito stesso.

**Fig. 4.1 – Individuazione del sito**



**Tab. 4.4 – Valori dei parametri  $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T_c^*$  per il periodo di ritorno di riferimento**

$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_0$ [-]	$T_c^*$ [s]	
30	0.044	2.588	0.255	SLO
50	<b>0.052</b>	<b>2.615</b>	<b>0.267</b>	SLD
475	<b>0.123</b>	<b>2.397</b>	<b>0.298</b>	SLV
975	0.156	2.408	0.302	SLC

## 5 CONCLUSIONI

Per definire la pericolosità sismica di base, e quindi le accelerazioni massime da considerare nelle analisi ai sensi della normativa vigente [1] con il metodo degli stati limite, si è assunta la vita nominale dell'opera pari a  $V_N = 50$  anni. Di seguito si è considerata una classe d'uso II a cui è associato un coefficiente d'uso  $C_U = 1$ , e quindi il periodo di riferimento per l'azione sismica sarà pari a:  $V_R = V_N \times C_U = 50$  anni.

Le analisi saranno svolte allo SLV al quale è associata una probabilità di superamento nel periodo di riferimento ( $V_R = 50$  anni) pari al 10%; data tale probabilità associata al periodo di riferimento  $V_R$ , si ricava il periodo di ritorno dell'azione sismica  $T_R$ :

- $T_R = -V_R / \ln(1 - P_{[VR]}) = -50 / \ln(1 - 0.1) = 475$  anni

Assunto tale periodo di riferimento e considerata l'effettiva posizione dell'opera sul territorio nazionale (comune di Arezzo), si ricavano per lo SLV i seguenti parametri su suolo di riferimento rigido orizzontale:

- Accelerazione orizzontale massima:  $a_g = 0.123$  [g]
- Coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito:  $\beta_s = 0.24$
- Valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro orizzontale:  $F_0 = 2.397$
- Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro orizzontale:  $T^*_C = 0.298$  [s]

Inoltre, data la morfologia dell'opera in esame, essa ricade nella categoria topografica T1 alla quale si attribuisce un coefficiente di amplificazione topografica  $S_T = 1$ . Ancora, dall'esame dell'assetto litologico e le velocità delle onde di taglio registrate, la zona d'interesse rientra nella categoria del sottosuolo C che consente di determinare il coefficiente di amplificazione stratigrafica  $S_S$  e il coefficiente di accelerazione massima calcolata secondo la geomorfologia del sito  $a_{max}$ :

- $S_S = \min(1.7 - 0.6 (F_0 \times a_g / g); 1.5) = \min(1.523; 1.5) = 1.5$
- $a_{max} = S_S \times S_T \times a_g$

Infine, per eseguire le analisi di stabilità in condizioni sismiche con i metodi pseudostatici si deve definire l'azione sismica rappresentata da un'azione statica equivalente attraverso le due componenti di accelerazione determinate nel seguente modo:

- $k_h = \beta_s \times a_{max} / g$
- $k_v = \pm 0.5 k_h$