



COMUNE DI FOLIGNO



PIANO ATTUATIVO DI INIZIATIVA PUBBLICA
IN VARIANTE AL PRG'97

PARCO ARCHEOLOGICO
CIMITERO CENTRALE
QUARTIERE FLAMINIO (INA-CASA)

ELABORATO INVARIATO

ALLEGATO "4"

Integrazione per gli aspetti sismici alla:
Relazione Geologica, Idrogeologica, Sismica

GRUPPO DI LAVORO INTERAREA:

COORDINATORE DEL GRUPPO DI PROGETTAZIONE: dott. arch. Luciano PIERMARINI (fino al 31/07/2016)

COORDINATORE DEL GRUPPO DI PROGETTAZIONE: dott. pianificatore territoriale Vincent OTTAVIANI (dal 01/08/2016)

RESPONSABILE DELLA PROGETTAZIONE DEL PIANO: dott.ssa arch. Anna CONTI (dal 01/08/2016)

AREA GOVERNO DEL TERRITORIO: dott. agr. Gianluca MASSEI, dott.ssa geol. Mariella MARIANI, geom. Luca PIERSANTI,
geom. Gaetano MEDORINI, geom. Enrico VOLPI, geom. Andrea BROCCOLO,
per. ind. Pier Giorgio METELLI, Sig.ra Franca MESA

AREA LAVORI PUBBLICI: arch. Roberto SILVESTRI, arch. Olga PINCA, ing. Francesco Maria CASTELLANI,
geom. Sabrina MONSIGNORI, geom. Mauro TONI, per. ind. Claudio OTTAVIANI

DATA: Settembre 2016



CITTÀ DI FOLIGNO
AREA GOVERNO DEL TERRITORIO

PIANO ATTUATIVO DI INIZIATIVA PUBBLICA IN VARIANTE AL PRG'97

PARCO ARCHEOLOGICO CIMITERO CENTRALE QUARTIERE FLAMINIO (INA CASA)

1

**integrazione per gli aspetti sismici alla:
Relazione Geologica, Idrogeologica, Sismica**

Marzo 2016

INDICE

A Integrazione per gli aspetti sismici

A1 - Carta delle indagini esistenti ed ex novo

A2 - Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica

A3 - Carta di microzonazione sismica (Livello 2)

TAV: 1 Carta delle indagini esistenti e delle indagini eseguite ex novo

TAV: 2 Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica

Legenda

TAV: 3 Carta di microzonazione sismica – Livello 2

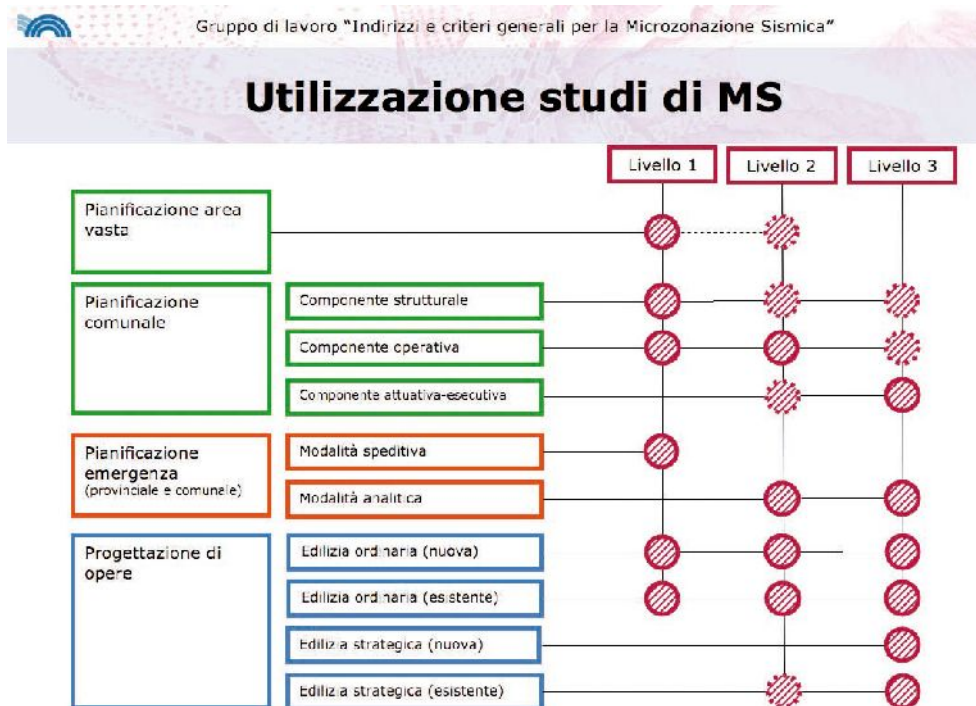
1

A Integrazione per gli aspetti sismici

In riferimento al progetto relativo al *Piano attuativo di iniziativa pubblica in Variante al PRG'97. Parco Archeologico - Cimitero Centrale – Quartiere Flaminio (INA-CASA)* e agli approfondimenti richiesti nell'ambito della seduta del 22.03.2016 da parte della Commissione CPA, per quanto riguarda gli aspetti sismici si produce la seguente integrazione con particolare riferimento alla definizione degli studi di microzonazione sismica di livello 2 per l'area esaminata.

La D.G.R. n. 377 del 08.03.2010 *Criteria per l'esecuzione degli studi di microzonazione sismica*, al secondo punto del comma 5 stabilisce che la parte operativa del PRG e quindi le relative varianti, debba essere corredata nelle zone 1, come il caso del Comune di Foligno, da indagini di livello 2, nelle aree suscettibili di amplificazione e nelle aree suscettibili di instabilità di versante, di liquefazioni, di addensamenti e cedimenti differenziali del suolo per faglie attive e capaci note da letteratura o a seguito di specifici studi settoriali.

In generale è necessario raggiungere un approfondimento conoscitivo proprio del livello 3 nel caso di progettazione di opere strategiche per finalità di protezione civile ovvero nella pianificazione di emergenza e nella componente attuativa – esecutiva della pianificazione comunale, interventi non previsti dalla presente variante, come riassunto nel seguente schema:



La finalità degli studi, il livello di approfondimento e la disponibilità economica determinano le condizioni di scelta per l'acquisizione dei dati di base. Il presente progetto di variante, come già descritto nella relazione geologica a corredo del progetto di variante, prevede adeguamenti funzionali di una parte di territorio urbano ed agricolo non interessato da interventi di trasformazione urbanistica o da urbanizzare, ovvero di aree non destinate ad ospitare edifici ed opere infrastrutturali di interesse strategico o rilevanti in caso di collasso, così come definiti nella D.G.R. n. 1700 del 19.11.2003 e ss.mm.ii., quanto ad una riqualificazione del sistema della mobilità con vie ciclabili, parcheggi-scambio tra mobilità esistente e ciclo - pedonale collegata a servizi e trasporti pubblici, salvaguardia dell'area cimiteriale e dei servizi connessi, del sito archeologico di santa Maria in Campis, del potenziamento del polo sportivo di via Rubicone attraverso il riordino delle strutture esistenti, del recupero dell'area residenziale pubblica/privata e di riqualificazione dell'area dismessa dell'Umbra Cuscinetti, Centro Fiera con revisione migliorativa degli indici urbanistici, nel senso diminutivo, rispetto alle attuali previsioni. Data, tra l'altro, l'assenza di opere strategiche per finalità di protezione civile è sufficiente raggiungere un approfondimento conoscitivo proprio del livello 2.

Gli studi condotti di MS – Livello 2 hanno rilevato che la categoria di suolo per l'area interessata dalla variante in oggetto è assimilabile alla sequenza del profilo stratigrafico della **Zona 3** (Tav. 2 - Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica) per il quale, attraverso l'elaborazione di indagini sismiche specifiche (Sismica a rifrazione in Onde SH, MASW, HVSR) e l'utilizzo degli abachi del manuale *Indirizzi e criteri generali per la microzonazione sismica* ha portato all'attribuzione di un fattore di amplificazione FA pari a 1.1-1.2. L'area in oggetto è stata quindi classificata come zona stabile suscettibile di amplificazione locale, come risulta dalla Carta di Microzonazione Sismica – Livello 2 all'uopo predisposta (Tav. 3), confermando la scelta di reputare sufficiente l'esecuzione di indagini di livello 2 nella zona sismica 1 (Comune di Foligno), come si evince dal c. 6 della citata D.G.R. 377/2010. D'altronde il livello 3 è disposto dal punto 3 del comma 5 della medesima D.G.R. nel caso di strumenti attuativi, per le zone sismiche 1, qualora fossero necessari maggiori e dettagliati studi per la complessità dei fenomeni attesi o per l'importanza dell'opera.

Sulla base dei dati acquisiti dal Servizio Ambiente nell'ambito dell'Azione 1, della Delibera della Giunta Regionale 18 settembre 2012 n. 1112: *Interventi di prevenzione del rischio sismico - Approvazione del Programma per l'utilizzo delle risorse finanziarie di cui all'O.P.C.M. n. 4007 del 29 febbraio 2012 Annualità 2011*, sono state prodotte le carte dello studio di microzonazione

sismica di livello 2 eseguite secondo gli *Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica della Presidenza del Consiglio dei Ministri – Dipartimento della Protezione Civile (Gruppo di lavoro MS, 2008 – Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica. Conferenza delle Regioni e delle Province autonome – Dipartimento della Protezione Civile, Roma, 3° vol. e DVD)*.

L’Azione 1 prevedeva la realizzazione di indagini di microzonazione sismica e analisi delle condizioni limite per l’emergenza (CLE) degli insediamenti urbani, in accordo preventivo con i responsabili del Servizio Geologico e Sismico della Regione Umbria. La Delibera sopra citata rinviava la realizzazione di studi di microzonazione sismica agli indirizzi e criteri dettati dalla Commissione tecnica di cui all’articolo 5, commi 7 e 8 dell’O.P.C.M. n. 3907/10.

Le carte dello studio di microzonazione sismica di livello 2 prodotte dai tecnici del Servizio Ambiente del Comune di Foligno sono state consegnate ai responsabili della Regione Umbria ed attualmente sono in corso di collaudo.

Le carte realizzate sono le seguenti:

- Carta delle indagini esistenti ed ex novo;
- Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica;
- Carta di microzonazione sismica - Livello 2.

4

I risultati ottenuti risultano ricavati da un’analisi del territorio fatta attraverso l’integrazione di dati esistenti e di nuove indagini (sismica a rifrazione in Onde SH, MASW, HVSR) di cui alla Tav. 1.

A1 - Carta delle indagini esistenti ed ex novo

La carta riporta tutti i sondaggi realizzati e delle indagini realizzate ex – novo per la microzonazione (Tav. 1).

A2 - Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica

La carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica, redatta secondo gli standard di rappresentazione e archiviazione informatica della Microzonazione Sismica permette di individuare come l’intera area oggetto d’interesse risulta interessata dal un profilo litostratigrafico schematizzato nella colonna indicata **Zona 3** = presenza di ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo (Dr = 60%-80% circa) per unno spessore di otre 50 metri su livelli limosi sabbiosi, argille limose e argilla variamente intercalati sovrastanti a livelli di ghiaie e sabbia addensate. La presenza di un bedrock sismico a grande profondità in concomitanza di una morfologia del territorio sub-pianeggiante rende la zona non suscettibile di amplificazione sismica dovuta ad effetti topografici. In generale la

carta mette in evidenza la presenza di un deposito sabbioso – ghiaioso. I dati granulometrici rappresentativi dei depositi presenti escludono fenomeni di liquefazione in fase sismica. Tale fenomeno infatti non si manifesta in modo automatico al verificarsi di determinate condizioni, ma è il culmine di un processo con molte variabili che devono partecipare contemporaneamente e cioè che il terreno sia di natura incoerente nei primi metri di profondità (meglio se nei primi 5 metri), che abbia determinate caratteristiche granulometriche ovvero che la percentuale dei fini (passante al setaccio 140 della serie ASTM) sia inferiore al 30%, che tali terreni siano saturi e che siano sede di una falda acquifera, che i terreni abbiano una densità relativa inferiore a certi limiti e che la causa principale scatenante è tuttavia la presenza di un terremoto di magnitudo elevata (di norma superiore al sesto grado Richter) di durata non trascurabile (almeno superiore ai 15 secondi) e con distanza epicentrale compresa entro i sessanta chilometri. Dalle verifiche effettuate con i metodi attualmente in uso risulta che per il deposito esistente, benché di natura incoerente, si possano escludere tutte le condizioni faustive del fenomeno di liquefazione, infatti dalle analisi granulometriche a disposizione dell'ufficio la percentuale di fini (limo argilla) è superiore al 30%, la falda idrica è presente ad una profondità di circa 45 m dal p.c., la densità relativa è indicata come 75%-80%, pur essendo il territorio di Foligno individuato in base alla zonazione sismo genetica ZS9, nella zona n. 919, caratterizzata da una profondità efficace dello strato sismogenetico compreso tra 8 e 12 km, da un meccanismo focale prevalente di tipo “normale” e da magnitudo massima attesa $M_w = 6,37$. Per quanto riguarda le deformazioni del suolo per faglie attive e capaci in base all'evoluzione geologico-strutturale della zona, al campo di stress attualmente presente in questa porzione dell'Appennino ed alla presenza di ipocentri locali (come risulta dall'analisi della sismicità recente e dalla sismicità storica), principalmente correlati a microsismi con meccanismi focali distensivi e/o trascorrenti, è del tutto probabile che possano esistere faglie attive (come, ad esempio, la faglia bordiera occidentale dei monti di Foligno). Dai dati a disposizione, tuttavia, non si hanno evidenze di faglie attive e capaci affioranti nell'area indicata, nonostante risenta dell'intensa attività presente nelle frazioni montane del folignate, come ad esempio l'area sismogenetica di Colfiorito e Annifo.

5

A3 - Carta di microzonazione sismica (Livello 2)

L'integrazione dei dati determinati da indagini esistenti ed effettuate ex novo, in termini di profondità del bedrock sismico, ha permesso di determinare i fattori di amplificazione FA attraverso l'utilizzo degli abachi. Per la scelta degli abachi, in base ai diversi sondaggi a carotaggio continuo a disposizione, è stata attribuita a tali depositi una facies ghiaiosa ed utilizzati abachi con ag (g) di

0.26 in quanto valore più vicino alla pericolosità sismica di base calcolata. In base al profilo di velocità è stata attribuita la pendenza intermedia.

Tale area risulta soggetta a modesti fenomeni di amplificazione: benché in presenza di un pendio con un'inclinazione inferiore a 15° e di un bedrock geofisico a grande profondità (maggiore di 50 m), la combinazione dei dati disponibili ha portato alla determinazione di una fattore di amplificazione FA compreso 1,18-1,25 e un fattore FV pari a 1,03.

L'area di interesse è stata classificata come *zona stabile suscettibile di amplificazione locale* secondo la seguente descrizione:

CLASSI DI FATTORI DI AMPLIFICAZIONE FA	FA CALCOLATO	DESCRIZIONE
1.1 – 1.2 (1.05 Fa 1.24)	1.18 ÷ 1.25	Zona di raccordo soggetta all'influenza di detriti di falda con spessori medi di 18-27 m. Tali depositi risultano caratterizzati da una $V_sH > 600$ m/s. Per la scelta degli abachi, in base al sondaggio a carotaggio continuo a disposizione si attribuisce a tali depositi una facies sabbiosa ghiaiosa. Il valore di FA risulta rientrare nell'intervallo 1.1-1.2. Il corrispondente valore di FV risulta di 1.03 – 1.07

6

In base ai dati esistenti ed a quelli acquisiti ex novo, è stato possibile attribuire il valore del fattori di amplificazione sismica locale Fa per l'area d'interesse, secondo l'applicazione degli abachi del manuale *Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica* della **Conferenza delle Regioni e delle Province autonome - Commissione protezione civile - Sottocommissione 8: Attuazione della normativa sismica** e della **Presidenza del Consiglio dei Ministri - Dipartimento della protezione civile** come di seguito riportato:

Fattore di amplificazione **FA** Tipo di terreno **Ghiaia** a_g (g) **0.26g** Profilo di velocità **Lineare pendenza intermedia**

H	V_H (m/s)										
	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700	
5	-	1.80	1.74	1.60	1.38	1.21	1.10	1.05	1.01	1.01	
10	-	-	2.02	1.70	1.47	1.33	1.25	1.17	1.06	1.02	
15	-	-	-	1.93	1.69	1.51	1.37	1.25	1.12	1.04	
20	-	-	-	1.97	1.79	1.62	1.47	1.35	1.18	1.06	
25	-	-	-	1.87	1.79	1.64	1.51	1.39	1.21	1.08	
30	-	-	-	1.74	1.69	1.62	1.50	1.40	1.22	1.09	
35	-	-	-	1.59	1.60	1.54	1.48	1.39	1.22	1.09	
40	-	-	-	1.50	1.52	1.48	1.41	1.36	1.21	1.09	
50	-	-	-	1.42	1.39	1.32	1.31	1.27	1.17	1.07	
60	-	-	-	1.33	1.33	1.30	1.22	1.18	1.12	1.04	
70	-	-	-	-	1.27	1.26	1.22	1.15	1.06	1.00	
80	-	-	-	-	1.21	1.20	1.19	1.15	1.04	0.98	
90	-	-	-	-	1.14	1.15	1.15	1.12	1.04	0.96	
100	-	-	-	-	1.08	1.10	1.11	1.09	1.03	0.95	
110	-	-	-	-	1.02	1.06	1.06	1.05	1.01	0.95	
120	-	-	-	-	0.97	1.01	1.03	1.03	0.99	0.93	
130	-	-	-	-	0.91	0.97	0.99	0.99	0.97	0.92	
140	-	-	-	-	0.91	0.94	0.96	0.97	0.94	0.91	
150	-	-	-	-	0.87	0.91	0.93	0.94	0.93	0.89	

Figura 1 - Abaco relativo alla determinazione del fattore FA. I valori calcolati di 1.18-1.21 rientrano nell'intervallo 1.1-1.2

7

Fattore di amplificazione **FV** Tipo di terreno **Ghiaia** a_g (g) **0.26g** Profilo di velocità **Lineare pendenza intermedia**

H	V_H (m/s)										
	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700	
5	-	1.05	1.04	1.02	1.02	1.01	1.01	1.00	1.00	1.00	
10	-	-	1.17	1.07	1.04	1.03	1.02	1.02	1.01	1.00	
15	-	-	-	1.24	1.14	1.09	1.05	1.03	1.02	1.01	
20	-	-	-	1.53	1.28	1.18	1.11	1.08	1.03	1.01	
25	-	-	-	1.81	1.47	1.29	1.19	1.12	1.07	1.02	
30	-	-	-	2.06	1.65	1.42	1.28	1.19	1.09	1.03	
35	-	-	-	2.25	1.84	1.54	1.37	1.25	1.11	1.04	
40	-	-	-	2.29	1.96	1.66	1.46	1.32	1.14	1.07	
50	-	-	-	2.12	2.02	1.80	1.59	1.43	1.21	1.09	
60	-	-	-	2.10	1.86	1.79	1.65	1.49	1.26	1.11	
70	-	-	-	-	1.88	1.68	1.61	1.51	1.29	1.12	
80	-	-	-	-	1.88	1.69	1.53	1.46	1.29	1.13	
90	-	-	-	-	1.91	1.69	1.54	1.41	1.27	1.13	
100	-	-	-	-	1.88	1.69	1.53	1.43	1.24	1.09	
110	-	-	-	-	1.84	1.68	1.53	1.41	1.22	1.09	
120	-	-	-	-	1.77	1.68	1.53	1.40	1.23	1.10	
130	-	-	-	-	1.74	1.64	1.53	1.42	1.23	1.10	
140	-	-	-	-	1.73	1.60	1.51	1.42	1.22	1.10	
150	-	-	-	-	1.74	1.57	1.48	1.40	1.23	1.09	

Figura 2 - Abaco relativo alla determinazione del fattore FV per le varie categorie del fattore di amplificazione individuate.



L'attribuzione della classe $F_a = 1.1 - 1.2$ dove ricade l'area di interesse di cui al presente progetto, è stata interpretata sotto le direttive del responsabile di *Sezione - Caratteristiche geologiche del territorio*, del Servizio Geologico della Regione Umbria, d'altronde coincidente con i valori sperimentali pregressi a disposizione della Regione Umbria derivanti dai sismogrammi registrati dalle stazioni sismiche allestite nel territorio del Comune di Foligno al tempo degli eventi sismici del settembre 1997 e successivi.

Foligno, 30.03.2016

dott. geol. Mariella Mariani