



Project Financing per il completamento del Nuovo P.O. S. Giuseppe di Empoli

ASSOCIAZIONE TEMPORANEA DI IMPRESE - A.T.I.



SISTEMI PER LE
INFRASTRUTTURE
SOCIALI S. P. A.
(Capogruppo mandataria)



CONSORZIO COOPERATIVE COSTRUZIONI



BALDASSINI·TOGNOZZI·PONTELLO
costruzioni generali s.p.a.



LTC



GLOBAL SERVICE TOSCANA



COORDINAMENTO GENERALE
DELL'OFFERTA:



Sistemi per le Infrastrutture
Sociali S.p.A. - Firenze

NUOVO POLO OSPEDALIERO SAN GIUSEPPE - EMPOLI FABBRICATO "I"

VARIANTE ALL'art. 82 DEL R.U. DEL COMUNE DI EMPOLI

RELAZIONE GEOLOGICO - IDRAULICA DI FATTIBILITA'

Dott. Geol. G. BELLOMO (Fattibilità geologica)

Dott. Ing. P. GHEZZI (Fattibilità idraulica)



Inso

Infrastrutture Sociali - Italia

Ottobre 2008

Il presente disegno è di proprietà INSD.
A termine di legge ogni diritto è riservato.



**NUOVO POLO OSPEDALIERO S. GIUSEPPE
VIALE G. BOCCACCIO – EMPOLI**

FABBRICATO “T”

**VARIANTE ALL’ARTICOLO 82 DEL R.U.
DEL COMUNE DI EMPOLI**

RELAZIONE DI FATTIBILITA’ GEOLOGICO-IDRAULICA

Ottobre 2008

Emesso da: *Dr. Giuseppe. Bellomo*
 Ing. Paolo Ghezzi
Rivisto da : *Dr. Massimo Pellegrini*
Approvato da: *Dr. Massimo. Pellegrini*

INDICE

	Pagina
1. – <u>PREMESSA</u>	3
2. – <u>DEFINIZIONE DELLA FATTIBILITA' DEGLI INTERVENTI SECONDO NORMATIVA</u>	4
2.1. - <u>Carta geo-morfo-litotecnica (Fig. 2)</u>	4
2.1.1 - Quadro stratigrafico e geomorfologico locale	4
2.1.2 - Quadro idrogeologico	6
2.1.3 - Quadro geotecnico	6
2.1.3.1 - Parametrizzazione geotecnica dei terreni	7
2.1.3.2 - Portanza e cedimenti dei terreni	9
2.2. - <u>Carta delle zone a maggiore pericolosità sismica locale (ZMPSL) (Fig. 9)</u>	19
2.3. – <u>Valutazione della pericolosità dell'area</u>	21
2.3.1. – <u>Carta della pericolosità geomorfologica (Fig. 10)</u>	21
2.3.2. – <u>Carta della pericolosità idraulica (Fig. 11)</u>	22
2.3.3. – <u>Carta della pericolosità sismica (Fig. 12)</u>	24
2.4. – <u>Carta della Fattibilità (Fig. 13)</u>	25
2.4.1. - <u>Indicazioni sulle classi di fattibilità delle trasformazioni</u>	25

N. 13 Figure nel testo

1. - PREMESSA

L'AUSL 11 di Empoli ha presentato un progetto per la seconda fase di completamento del presidio ospedaliero "San Giuseppe" con previsione di interventi sugli edifici esistenti (corpi E, H) e previsioni di nuovi volumi (corpo I).

Mentre sugli edifici esistenti la norma di cui all'art. 82 del R.U. rende ammissibili interventi fino alla ristrutturazione edilizia, nel caso di nuove edificazioni la stessa norma prevede il rispetto di precisi parametri urbanistici tra cui un Indice di Utilizzazione Fondiaria pari a 0,5 mq/mq e un Rapporto di Copertura Fondiario di 0,50.

La AUSL ha presentato una richiesta di variante che consiste nella eliminazione dell'indice di fabbricabilità sull'area e la riduzione del rapporto di copertura dal 50% al 40%, il tutto finalizzato alla realizzazione del fabbricato "I".

A tal fine per rendere compatibili le previsioni edificatorie dell'edificio "I" con i nuovi riferimenti urbanistici approvati dal Comune, la INSO, società che si è aggiudicata il project financing indetto dalla USL 11 per la realizzazione dell'opera, ha richiesto alla Getas Petrogeo s.r.l. una relazione geologico-tecnica e idraulica che definisca la fattibilità degli interventi in progetto alla luce delle disposizioni della DPGR 26/R.

Nel presente documento viene quindi definita la fattibilità dell'intervento in progetto la cui ubicazione è visibile in Fig. 1, secondo la succitata normativa regionale e vengono forniti ai progettisti gli elementi utili sulla tipologia fondazionale e sui possibili cedimenti da attendersi.

2. – DEFINIZIONE DELLA FATTIBILITA' DEGLI INTERVENTI SECONDO NORMATIVA

Nell'area di studio, in relazione sia alla realizzazione dell'attuale Ospedale che al progetto di ampliamento, sono state eseguite varie campagne geognostiche eseguite tra il 1995 ed il 2001, i cui dati sono stati utilizzati per la valutazione geologica del sito.

Di seguito vengono descritti gli elaborati prodotti e viene definita la fattibilità dell'intervento in progetto. A tale fine è stato tenuto conto del contenuto delle tavole che accompagnano il R.U. comunale di Empoli che costituiscono un valido supporto per la definizione della fattibilità dell'opera.

Per quanto riguarda il rischio idraulico si rimanda alla specifica relazione che accompagna il presente documento nella quale è ampiamente descritto il quadro idraulico dall'area di studio e che sarà utilizzato per la definizione della fattibilità idraulica dell'intervento.

2.1. - Carta geo-morfo-litotecnica (Fig. 2)

2.1.1. - Quadro stratigrafico e geomorfologico locale

L'area in esame fa parte della vasta pianura alluvionale del fiume Arno. Da un punto di vista geologico i terreni affioranti hanno età quaternaria, in particolare depositatisi nel periodo Olocenico.

Come si desume dalle stratigrafie dei sondaggi eseguiti la successione dei sedimenti alluvionali presenti nel sottosuolo ha carattere prevalentemente limoso sabbioso e subordinatamente sabbioso ghiaioso in profondità.

Le alluvioni si sono deposte su una paleomorfologia pliocenica che è stata riconosciuta nei sondaggi a profondità variabili tra circa 20 e 37 metri sotto l'attuale piano campagna.

I numerosi sondaggi eseguiti nell'area hanno permesso di ricostruire il seguente quadro geostratigrafico locale, a partire dal piano campagna :

Terreno vegetale e/o di riporto – E' costituito generalmente da terreni limoso-sabbiosi, con tracce di resti vegetali ed elementi di laterizi. Lo spessore è estremamente variabile da qualche decimetro a 2-3 metri.

Orizzonte A (*Alluvioni*) – E' il livello più superficiale a granulometria estremamente variabile ed è costituito da alternanze di sabbia, sabbia limosa e limo con livelletti di sabbia ghiaiosa. Il colore dominante è il giallo-marrone con sporadici livelletti grigi, fino a 8-10 m dal p.c.; assume colore grigio più in profondità. L'orizzonte si sviluppa fino a profondità max di 20 m dal piano campagna.

Orizzonte B (*Alluvioni*) - E' costituito da un potente livello di ghiaia eterogenea grigia, con ciottoli più o meno arrotondati passante talora a sabbia grossolana con ghiaia; localmente sono presenti rari livelletti limoso-sabbiosi. L'orizzonte ha spessore variabile da 4 ad oltre 20 m e si assottiglia notevolmente verso ovest in concomitanza con l'innalzamento del tetto del sottostante Pliocene.

Orizzonte B' (*Alluvioni*) - All'interno dell'orizzonte B, mediamente a profondità comprese tra i 20 e i 28 metri dal p.c., è presente un intervallo intercalato, denominato **Orizzonte B'**, costituito da terreni a granulometria fine per lo più sabbiosa limosa e/o limosa argillosa in cui si trovano talora livelli centimetrici torbosi. L'orizzonte ha un andamento irregolare, lenticolare, ed uno spessore estremamente variabile. Esso si sviluppa in concomitanza con l'approfondirsi del tetto del Pliocene.

Orizzonte C (*Pliocene*) – E' rappresentato dal substrato pliocenico. E' costituito da alternanze di limi sabbioso-argillosi, argille limoso-sabbiose e da sabbie limose con livelletti ghiaiosi e livelli ricchi di resti fossili. E' presente a profondità variabili da 20 m a 37,5 m dal piano campagna.

Dal punto di vista geomorfologico non si osservano problemi di stabilità ricollegabili a condizioni morfologiche critiche di superficie. La quota media sul livello mare della zona in esame è di circa 25 m, s.l.m. ed è nel suo insieme morfologicamente piatta con dislivelli tra punto e punto decimetrici.

2.1.2. - Quadro idrogeologico

L'esame delle stratigrafie dei vari sondaggi conferma il quadro idrogeologico conosciuto nelle alluvioni d'Arno della zona. Si riconoscono infatti gli acquiferi alluvionali riferibili alla falda freatica ed alla falda più profonda semiconfinata corrispondenti ai livelli sabbiosi e/o sabbioso ghiaiosi presenti negli intervalli A e B che nell'area di studio presentano quasi sempre continuità stratigrafica.

La permeabilità media dei litotipi, calcolata da prove Lefranc in foro, è dell'ordine di 10^{-3} - 10^{-4} cm/sec.

Il livello di falda, come desumibile dai dati delle campagne geognostiche precedenti, si attesta intorno ai 9-10 metri sotto il p.c..

Il campo di oscillazione stagionale del livello di falda, in base alle conoscenze del quadro idrogeologico della piana, è poco superiore al metro ed è chiaramente influenzato dal regime idraulico del vicino fiume Arno.

2.1.3. - Quadro geotecnico

Relativamente all'aspetto geotecnico, prendendo spunto dall'analoga carta del R.U., i litotipi presenti nell'area sono stati raggruppati sulla base delle caratteristiche litotecniche, delle proprietà fisico-meccaniche coesione, angolo di attrito interno, densità relativa, e coefficiente di compressibilità volumetrica.

In base ai criteri sopra specificati e dei numerosi punti di controllo stratigrafici e di taratura dei parametri geomeccanici (28 sondaggi, 8 penetrometrie statiche e 11 dinamiche) dal

punto di vista geotecnico, nella ristretta area di studio i terreni presenti nel sottosuolo sono stati classificati come segue:

B: terreni con caratteristiche geologico-tecniche **buone** (R_p maggiore di 20 kg/cm^2 , resistenza a rottura elevata e bassa compressibilità);

D discrete (R_p compreso tra 10 e 20 kg/cm^2 , resistenza meccanica da media a bassa e compressibilità da media ad elevata).

La distribuzione areale delle precedenti classi è visibile in Fig. 2.

2.1.3.1. - Parametrizzazione geotecnica dei terreni

La ricostruzione del quadro geotecnico locale è stata ottenuta tenendo conto delle relazioni geotecniche eseguite nel tempo per i vari progetti di ampliamento del nuovo ospedale faranno riferimento ai risultati delle prove geotecniche di laboratorio in corso sui campioni raccolti nelle campagne geognostiche 2001.

L'ubicazione dei punti di indagine e l'assetto geometrico degli orizzonti litotecnici precedentemente individuati sono visibili nelle Figg. 3-7, mentre in Fig. 8 viene rappresentato il modello geotecnico del sottosuolo dell'area in esame, le cui caratteristiche sono:

Orizzonte A – più superficiale, a granulometria variabile, è costituito da sabbia, sabbia limosa e limo con livelletti di sabbia ghiaiosa. L'orizzonte mostra un grado di addensamento variabile, da sciolto a mediamente compatto; le prove SPT mostrano valori variabili dai 10 ai 30 colpi.

A tali terreni si possono attribuire i seguenti parametri medi:

$$\phi' = 28^\circ\text{-}30^\circ$$

$$\gamma_{\text{sat}} = 1.8 \text{ t/m}^3$$

$$30\% \leq \mathbf{Dr} \leq 50 \%$$

$$\mathbf{E} = 25\text{-}40\text{MPa}$$

Orizzonte B – ghiaia eterogenea grigia con ciottoli più o meno arrotondati passante talora a sabbia grossolana con ghiaia; localmente sono presenti rari livelletti limoso-sabbiosi. L'orizzonte mostra in genere gradi di addensamento elevato. Intorno ai 20-25 metri dal piano campagna il grado di consistenza si riduce ed il deposito ghiaioso si presenta da sciolto a poco addensato. Le prove SPT mostrano valori di colpi molto dispersi, variabili da 10 a 60.

A tali terreni si possono attribuire i seguenti parametri medi:

$$\phi' = 34^{\circ}-40^{\circ}$$

$$\gamma_{\text{sat}} = 1.9-2.0 \text{ t/m}^3$$

$$30\% \leq D_r \leq 80 \%$$

Orizzonte B' - è costituito da terreni a granulometria fine per lo più sabbiosa limosa e/o limosa argillosa, in cui si trovano talora livelli centimetrici torbosi. L'orizzonte mostra consistenza molto variabile, seppur mediamente scarsa, ed elevata compressibilità.

Le prove SPT mostrano valori di colpi molto dispersi, variabili da 6 a 18.

A tali terreni si possono attribuire i seguenti parametri medi:

$$\phi' = 24^{\circ}-30^{\circ}$$

$$\gamma_{\text{sat}} = 1.9-2.0 \text{ t/m}^3$$

$$C_u = 0.3-0.8 \text{ Kg/cm}^2$$

$$C_c = 0.25$$

$$E = 40 \text{ MPa}$$

Orizzonte C – substrato pliocenico. E' costituito da alternanze di limi sabbioso-argillosi, argille limoso-sabbiose e da sabbie limose con livelletti ghiaiosi e livelli ricchi di resti fossili. Si presenta molto compatto e consistente. A tali terreni si possono attribuire i seguenti parametri medi:

$$\phi' = 30^{\circ}$$

$$\gamma_{\text{sat}} = 2.0 \text{ t/m}^3$$

$$C_u = 3.0 \text{ Kg/cm}^2$$

$$C' = 0.1 \text{ Kg/cm}^2$$

$$C_c = 0.15$$

$$E = 60 \text{ MPa}$$

2.1.3.2. - Portanza e cedimenti dei terreni

Viste le caratteristiche dei terreni e le probabili soluzioni progettuali che rendono fattibile l'opera, rimandando alla fase esecutiva i calcoli definitivi, di competenza del progettista, si ritiene utile anticipare alcune valutazioni quantitative sul dimensionamento delle fondazioni secondo le possibili tipologie ipotizzate.

In sintesi l'intervento consiste nella realizzazione di un corpo ad un piano fuori terra fondato su travi rovesce. L'ubicazione dell'edificio è riportato in Fig. 3 mentre nelle sezioni di Figg. 4-7 è visibile l'assetto geometrico dei terreni nel sottosuolo dell'area in esame.

I calcoli sono stati eseguiti adottando la relazione generale suggerita da Brinch Hansen, nell'ipotesi di piano di fondazione orizzontale e di carichi di esercizio centrati, facendo riferimento al quadro geotecnico locale evidenziato.

Tenuto conto dell'impronta di fondazione e quindi della trasmissione dei carichi in profondità e quindi del medio addensamento dei depositi sabbiosi, si è cautelativamente adottato un valore di angolo di attrito opportunamente ϕ ridotto.

$$Q_r = C N_c s_c d_c i_c b_c g_c + \gamma_1 D N_q s_q d_q i_q b_q g_q + 0.5 \gamma_2 B N_y s_y i_y b_y g_y$$

in cui:

Nc, Nq, Ny = fattori adimensionali di portanza:

$$Nq = \exp[\text{Pi} \times \text{tg}(\text{Phi})] \times \text{tg}^2(45 + \text{Phi}/2);$$

$$Nc = (Nq - 1) \times \text{cotg}(\text{Phi});$$

$$Ny = 1.5 \times (Nq - 1) \times \text{tg}(\text{Phi});$$

sc, sq, sy = fattori di forma, dati da:

$$sc = 1 + (Nq/Nc) \times (B/L) \text{ per } \text{Phi} > 0;$$

$$sq = 1 + (B/L) \times \text{tg}(\text{Phi});$$

$$sy = 1 - 0.4 \times (B/L);$$

dc, dq = fattori correttivi per l'approfondimento, dati da:

dove $k = D/B$ per $D/B \leq 1$ e $k = \text{atang}(D/B)$ per $D/B > 1$

$$dc = 1 + 0.4 \times k;$$

$$dq = 1 + 2 \times \text{tg}(\text{Phi}) \times [1 - \text{sen}(\text{Phi})]^2 \times k;$$

ic, iq, iy = fattori correttivi per carichi inclinati, dati da:

$$ic = iq - (1 - iq)/(Nq - 1) \text{ per } \text{Phi} > 0;$$

$$iq = [1 - 0.5 \times H / (V + A \times c \times \text{cotg}(\text{Phi}))]^5;$$

$$iy = [1 - 0.7 \times H / (V + A \times c \times \text{cotg}(\text{Phi}))]^5 \text{ per } b^\circ = 0;$$

$$iy = [1 - (0.7 - b^\circ/450) \times H / (V + A \times c \times \text{cotg}(\text{Phi}))]^5 \text{ per } b^\circ > 0;$$

dove H = componente orizzontale del carico;

V = componente assiale del carico;

con $c = 0$, si assume $H/V = 0,1 \div 0,15$

b° = inclinazione della base della fondazione rispetto all'orizzontale;

A = area effettiva della fondazione;

bc, bq, by = fattori correttivi per l'inclinazione della base della fondazione, dati da:

$$bc = 1 - b^\circ/147 \text{ per } \text{Phi} > 0;$$

$$bq = \exp[-2 \times b(\text{rad}) \times \text{tg}(\text{Phi})];$$

$$by = \exp[-2.7 \times b(\text{rad}) \times \text{tg}(\text{Phi})];$$

gc, gq, gy = fattori correttivi per fondazioni su pendio, dati da:

$$g_c = 1 - p^\circ/147 \text{ per } \Phi > 0;$$

$$g_q = g_y = (1 - 0.5 \times \text{tg } p^\circ)^5.$$

Il coefficiente di sicurezza adottato, come prescritto dal D.M. LL. PP. 11/03/88, è pari a 3.

Gli orizzonti litologici più interessati dalle tensioni di taglio indotte dai carichi d'esercizio sono A e B.

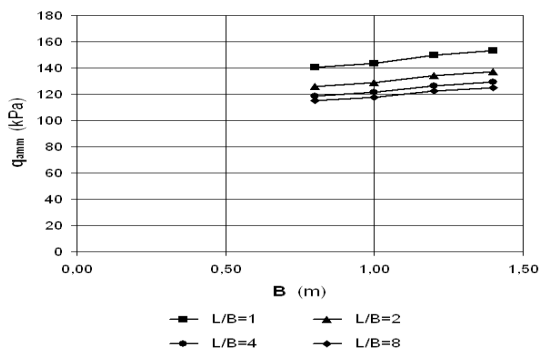
Nel tabulato seguente si riportano i risultati dei calcoli eseguiti considerando fondazioni a travi rovesce e diverse configurazioni geometriche, mentre i diagrammi che seguono mostrano per le differenti geometrie ipotizzate l'andamento della portanza in funzione delle dimensioni di base.

B = 0,80 (m)	L	0,80	1,60	3,20	6,40
	D				
	1,00	167	150	141	137
	1,20	195	175	165	160
	1,40	223	200	188	183
	1,60	252	225	212	206

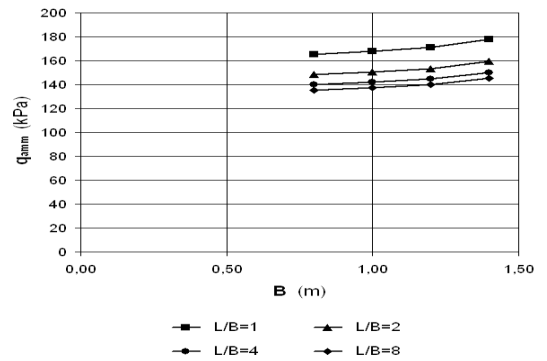
B = 1,00 (m)	L	1,00	2,00	4,00	8,00
	D				
	1,00	175	157	148	143
	1,20	202	181	171	165
	1,40	230	206	194	188
	1,60	258	231	218	211

B = 1,20 (m)	L	1,20	2,40	4,80	9,60
	D				
	1,00	186	167	157	152
	1,20	210	188	177	172
	1,40	237	213	200	194
	1,60	265	237	223	217

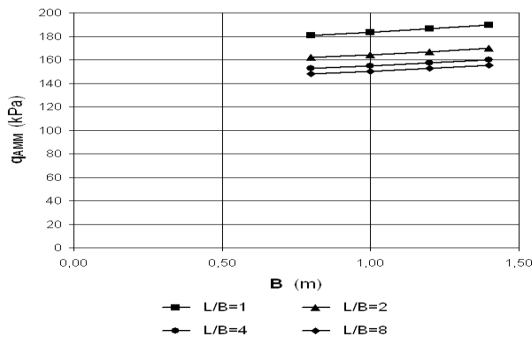
B = 1,40 (m)	L	1,40	2,80	5,60	11,20
	D				
	1,00	194	174	163	158
	1,20	222	199	187	181
	1,40	245	219	207	200
	1,60	272	244	230	223



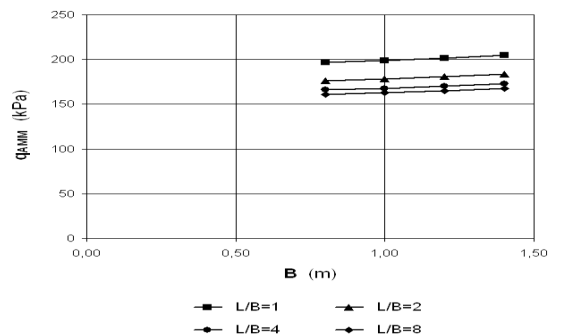
D= 1 m



D= 1,2 m



D= 1,4 m



D= 1,6 m

Sostanzialmente i calcoli eseguiti evidenziano come con strutture di fondazione superficiali, tipo travi rovesce, le portanze ammissibili assicurate siano mediamente superiori ai $137\div 160 \text{ kN/m}^2$. La portanza aumenta aumentando il grado di ammortamento.

Per quanto riguarda i cedimenti, considerando un carico di esercizio nell'ordine dei 200 kPa nel caso di trave rovescia, si è proceduto ad un calcolo di massima dei prevedibili cedimenti.

Ipotizzando quindi carichi centrati e struttura di fondazione rigida, tenuto conto della litologia prevalentemente granulare incoerente dei terreni, si è fatto riferimento alla relazione seguente:

$$w = \sum_{i=1}^n \frac{\Delta H_i \cdot \Delta \sigma_{zi}}{E_i}$$

dove:

W = cedimento totale;

ΔH_i = spessore dello strato iesimo per il quale si vuole calcolare il cedimento;

$\Delta \sigma_{zi}$ = incremento di tensione trasmessa alla mezzeria dello strato iesimo dal carico agente sul terreno di fondazione;

E_i = Modulo Elastico dello strato iesimo.

Sono stati ottenuti i valori di cedimento riassunti nelle tabelle che seguono. I singoli diagrammi allegati, illustrano l'andamento dei carichi indotti dalle strutture di fondazione al sottosuolo in funzione della profondità.

DATI DI INGRESSO

p	carico applicato	200	(kPa)	Δh	altezza concio di calcolo	0,30	(m)
2b	larghezza della striscia di carico	0,80	(m)	D	approfondimento fondazione da p.c.	1,00	(m)
x	punto di applicazione del carico	0,00	(m)	z_w	profondità falda da p.c.	9,00	(m)
				α	$\Delta\sigma_z < \alpha \cdot \sigma'_{v0}$	0,15	(-)

Strato (-)	ΔH (m)	H (m)	γ _n (kN/m ³)	γ _{sat} (kN/m ³)	E (MPa)	
1	8,00	8,00	18,0	19,0	25,0	ΔH spessore strato i-esimo (lo spessore del 1° strato è valutato a partire dalla quota di imposta della fondazione/striscia di carico)
2	8,00	16,00	19,0	20,0	40,0	
3	0,00	16,00	0,0	0,0	0,0	
4	0,00	16,00	0,0	0,0	0,0	γ _n peso di volume naturale
5	0,00	16,00	0,0	0,0	0,0	γ _{sat} peso di volume saturo
6	0,00	16,00	0,0	0,0	0,0	E modulo elastico

RISULTATI

(il valore z=0 corrisponde alla quota del piano di imposta della fondazione/striscia di carico; il valore della pressione geostatica efficace alla quota z=0 è calcolato facendo riferimento ai parametri del 1° strato)

z (m)	σ' _{v0} (kPa)	Δσ _z (kPa)	σ' _{v0} +Δσ _z (kPa)	Δw (cm)	w (cm)	ε (%)	
0,00	18	200	218	0,0	1,3	0,8	<p>pressione (kPa)</p> <p>profondità (m)</p> <p>— sigma_v — sigma_v+delta sigma_v</p>
0,30	23	179	203	0,2	1,0	0,6	
0,60	29	134	162	0,2	0,8	0,5	
0,90	34	101	135	0,1	0,7	0,4	
1,20	40	79	119	0,1	0,6	0,3	
1,50	45	65	110	0,1	0,5	0,2	
1,80	50	55	105	0,1	0,4	0,2	
2,10	56	47	103	0,1	0,4	0,2	
2,40	61	42	103	0,1	0,3	0,2	
2,70	67	37	104	0,0	0,3	0,1	
3,00	72	34	106	0,0	0,2	0,1	
3,30	77	31	108	0,0	0,2	0,1	
3,60	83	28	111	0,0	0,2	0,1	
3,90	88	26	114	0,0	0,1	0,1	
4,20	94	24	118	0,0	0,1	0,1	
4,50	99	23	122	0,0	0,1	0,1	
4,80	104	21	126	0,0	0,0	0,1	
5,10	110	20	130	0,0	0,0	0,1	
5,40	115	19	134	0,0	0,0	-	
5,70	121	18	138	-	0,0	-	
6,00	126	17	143	-	0	-	

DATI DI INGRESSO

p	carico applicato	200	(kPa)	Δh	altezza conio di calcolo	0,35	(m)
2b	larghezza della striscia di carico	1,00	(m)	D	approfondimento fondazione da p.c.	1,00	(m)
x	punto di applicazione del carico	0,00	(m)	z_w	profondità falda da p.c.	9,00	(m)
				α	$\Delta\sigma_z < \alpha \sigma'_{v0}$	0,15	(-)

Strato	ΔH	H	γ _n	γ _{sat}	E	
(-)	(m)	(m)	(kN/m ³)	(kN/m ³)	(MPa)	
1	8,00	8,00	18,0	19,0	25,0	ΔH spessore strato i-esimo <i>(lo spessore del 1° strato è valutato a partire dalla quota di imposta della fondazione/striscia di carico)</i> γ_n peso di volume naturale γ_{sat} peso di volume saturo E modulo elastico
2	8,00	16,00	19,0	20,0	40,0	
3	0,00	16,00	0,0	0,0	0,0	
4	0,00	16,00	0,0	0,0	0,0	
5	0,00	16,00	0,0	0,0	0,0	
6	0,00	16,00	0,0	0,0	0,0	

RISULTATI

(il valore z=0 corrisponde alla quota del piano di imposta della fondazione/striscia di carico; il valore della pressione geostatica efficace alla quota z=0 è calcolato facendo riferimento ai parametri del 1° strato)

z	σ' _{v0}	Δσ _z	σ' _{v0} +Δσ _z	Δw	w	ε
(m)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(cm)	(cm)	(%)
0,00	18	200	218	0,0	1,5	0,8
0,35	24	182	206	0,3	1,3	0,6
0,70	31	139	170	0,2	1,1	0,5
1,05	37	106	143	0,2	0,9	0,4
1,40	43	84	127	0,1	0,7	0,3
1,75	49	69	119	0,1	0,6	0,3
2,10	56	58	114	0,1	0,6	0,2
2,45	62	51	113	0,1	0,5	0,2
2,80	68	45	113	0,1	0,4	0,2
3,15	75	40	114	0,1	0,4	0,2
3,50	81	36	117	0,1	0,3	0,1
3,85	87	33	120	0,0	0,2	0,1
4,20	94	30	124	0,0	0,2	0,1
4,55	100	28	128	0,0	0,2	0,1
4,90	106	26	132	0,0	0,1	0,1
5,25	112	24	137	0,0	0,1	0,1
5,60	119	23	141	0,0	0,1	0,1
5,95	125	21	146	0,0	0,0	0,1
6,30	131	20	152	0,0	0,0	-
6,65	138	19	157	-	0,0	-
7,00	144	18	162	-	0	-

DATI DI INGRESSO

p	carico applicato	200	(kPa)	Δh	altezza concio di calcolo	0,40	(m)
2b	larghezza della striscia di carico	1,20	(m)	D	approfondimento fondazione da p.c.	1,00	(m)
x	punto di applicazione del carico	0,00	(m)	z_w	profondità falda da p.c.	9,00	(m)
				α	$\Delta\sigma_z < \alpha \cdot \sigma'_{vo}$	0,15	(-)

Strato	ΔH	H	γ _n	γ _{sat}	E	
(-)	(m)	(m)	(kN/m ³)	(kN/m ³)	(MPa)	
1	8,00	8,00	18,0	19,0	25,0	ΔH spessore strato i-esimo (lo spessore del 1° strato è valutato a partire dalla quota di imposta della fondazione/striscia di carico)
2	8,00	16,00	19,0	20,0	40,0	
3	0,00	16,00	0,0	0,0	0,0	γ _n peso di volume naturale
4	0,00	16,00	0,0	0,0	0,0	γ _{sat} peso di volume saturo
5	0,00	16,00	0,0	0,0	0,0	E modulo elastico
6	0,00	16,00	0,0	0,0	0,0	

RISULTATI

(il valore z=0 corrisponde alla quota del piano di imposta della fondazione/striscia di carico; il valore della pressione geostatica efficace alla quota z=0 è calcolato facendo riferimento ai parametri del 1° strato)

z	σ' _{vo}	Δσ _z	σ' _{vo} +Δσ _z	Δw	w	ε
(m)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(cm)	(cm)	(%)
0,00	18	200	218	0,0	1,8	0,8
0,40	25	184	209	0,3	1,5	0,7
0,80	32	143	175	0,3	1,2	0,5
1,20	40	110	150	0,2	1,0	0,4
1,60	47	88	134	0,2	0,9	0,3
2,00	54	72	126	0,1	0,7	0,3
2,40	61	61	122	0,1	0,6	0,2
2,80	68	53	121	0,1	0,5	0,2
3,20	76	47	122	0,1	0,5	0,2
3,60	83	42	124	0,1	0,4	0,2
4,00	90	38	128	0,1	0,3	0,1
4,40	97	34	131	0,1	0,3	0,1
4,80	104	32	136	0,1	0,2	0,1
5,20	112	29	141	0,0	0,2	0,1
5,60	119	27	146	0,0	0,1	0,1
6,00	126	25	151	0,0	0,1	0,1
6,40	133	24	157	0,0	0,0	0,1
6,80	140	22	163	0,0	0,0	-
7,20	148	21	169	-	0,0	-
7,60	156	20	176	-	0,0	-
8,00	163	19	182	-	0	-

DATI DI INGRESSO

p	carico applicato	200	(kPa)	Δh	altezza concio di calcolo	0,40	(m)
2b	larghezza della striscia di carico	1,40	(m)	D	approfondimento fondazione da p.c.	1,00	(m)
x	punto di applicazione del carico	0,00	(m)	z_w	profondità falda da p.c.	9,00	(m)
				α	$\Delta\sigma_z < \alpha \cdot \sigma'_{v0}$	0,15	(-)

Strato (-)	ΔH (m)	H (m)	γ _n (kN/m ³)	γ _{sat} (kN/m ³)	E (MPa)	
1	8,00	8,00	18,0	19,0	25,0	ΔH spessore strato i-esimo <i>(lo spessore del 1° strato è valutato a partire dalla quota di imposta della fondazione/striscia di carico)</i>
2	8,00	16,00	19,0	20,0	40,0	
3	0,00	16,00	0,0	0,0	0,0	γ _n peso di volume naturale
4	0,00	16,00	0,0	0,0	0,0	γ _{sat} peso di volume saturo
5	0,00	16,00	0,0	0,0	0,0	E modulo elastico
6	0,00	16,00	0,0	0,0	0,0	

RISULTATI

(il valore z=0 corrisponde alla quota del piano di imposta della fondazione/striscia di carico; il valore della pressione geostatica efficace alla quota z=0 è calcolato facendo riferimento ai parametri del 1° strato)

z (m)	σ' _{v0} (kPa)	Δσ _z (kPa)	σ' _{v0} +Δσ _z (kPa)	Δw (cm)	w (cm)	ε (%)
0,00	18	200	218	0,0	2,0	0,8
0,40	25	189	214	0,3	1,7	0,7
0,80	32	155	187	0,3	1,4	0,6
1,20	40	123	162	0,2	1,2	0,4
1,60	47	99	146	0,2	1,0	0,4
2,00	54	83	137	0,1	0,9	0,3
2,40	61	70	132	0,1	0,8	0,3
2,80	68	61	130	0,1	0,7	0,2
3,20	76	54	130	0,1	0,6	0,2
3,60	83	48	131	0,1	0,5	0,2
4,00	90	44	134	0,1	0,4	0,2
4,40	97	40	137	0,1	0,3	0,2
4,80	104	37	141	0,1	0,3	0,1
5,20	112	34	145	0,1	0,2	0,1
5,60	119	32	150	0,1	0,2	0,1
6,00	126	29	155	0,0	0,1	0,1
6,40	133	28	161	0,0	0,1	0,1
6,80	140	26	166	0,0	0,0	0,1
7,20	148	25	173	0,0	0,0	-
7,60	156	23	179	-	0,0	-
8,00	163	22	185	-	0	-

Si osserva che la tipologia fondazionale scelta (travi rovesce), è compatibile anche con carichi nell'ordine dei 200 kPa.

La buona permeabilità dei litotipi sabbiosi, tenderà comunque a favorire l'esaurimento degli assestamenti in tempi relativamente brevi. Il cedimento immediato, che si esaurirà per la quasi totalità durante la costruzione delle strutture, è stimabile pari a circa il 90% del cedimento calcolato al primo anno.

2.2. - Carta delle zone a maggiore pericolosità sismica locale (ZMPSL) (Fig. 9)

La nuova e recente normativa ha inserito il Comune di Empoli, tra quelli classificati sismici ai sensi dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri del Marzo 2003 N. 3274 e della Del GRT. 431 del 19/06/2006. Il Comune di Empoli, in particolare, è stato inserito in **Zona 3S**, che corrisponde alla seconda categoria della vecchia Legge 64/74 (media sismicità), con coefficiente sismico $S = 9$.

La risposta sismica è funzione della composizione granulometrica, dell'addensamento dei depositi nonché dalla profondità della falda acquifera.

E' utile ricordare quindi che in fase di progetto esecutivo si dovrà considerare la possibilità che avvengano cedimenti differenziali indotti dal sisma di progetto, anche se, data la natura mediamente permeabile dei terreni interessati dall'opera, in caso di sisma, ci si deve attendere una dissipazione delle pressioni interstiziali di consolidazione in tempi sicuramente più lunghi rispetto a quelli di durata del sisma e quindi incrementi dei cedimenti non significativi.

Il sisma ha inoltre la facoltà di rendere momentaneamente eccentrici anche i carichi che in condizioni statiche sono centrati. La valutazione del carico ammissibile del terreno di fondazione dovrà quindi tenere conto di ciò.

Nel caso di fondazioni superficiali, in fase di progettazione esecutiva si dovranno pertanto fare due verifiche:

- verifica in condizioni statiche: il terreno reagisce in rapporto a tutta l'area coperta dalla fondazione sotto condizioni di carico centrato;
- verifica in condizioni di sisma: il terreno reagisce in rapporto alla sola area effettiva di scarico delle forze agenti in funzione delle eccentricità che si originano.

Dovranno dunque essere soddisfatte le seguenti condizioni:

$$q_{am} \geq \sigma$$

$$q_{am} \geq \sigma_{eq}$$

dove:

q_{am} = carico ammissibile del terreno di fondazione;

σ = carico trasmesso dalla fondazione sul terreno quando la fondazione è interamente reagente (carico d'esercizio centrato);

σ_{eq} = carico effettivo trasmesso dalla fondazione sul terreno, quando la larghezza B e la lunghezza L della fondazione sono ridotte per effetto dell'eccentricità del carico d'esercizio trasmesso alla fondazione.

Relativamente a possibili fenomeni di liquefazione, che normalmente si manifestano entro profondità di 15-20 metri, il rischio potrebbe teoricamente interessare il solo **Orizzonte A**. Infatti i litotipi costituenti questo orizzonte sono per lo più rappresentati da sabbie da medie a fini talora limose con grado di addensamento variabile, da sciolto a compatto.

In tali condizioni, con la falda a poca profondità dal piano campagna ed in presenza di un terremoto di media intensità, esiste la possibilità teorica che si verifichino fenomeni di liquefazione. Questa eventualità andrà presa in considerazione qualora si adottino tipologie fondazionali superficiali

L'area in esame (Fig. 9), alla luce delle caratteristiche litotecniche e idrogeologiche dei terreni presenti nel sottosuolo, può essere potenzialmente soggetta al fenomeno della liquefazione (Zona 5), qualora la falda si attesti entro i 5 m dal p.c. ed al fenomeno di amplificazione diffusa del moto del suolo dovuta a fenomeni di amplificazione stratigrafica (Zona 9).

2.3. – Valutazione della pericolosità dell'area

In questa fase vengono individuate aree omogenee dal punto di vista delle pericolosità e delle criticità rispetto agli specifici fenomeni che le generano. Sono pertanto caratterizzate le aree a pericolosità geomorfologica ed idraulica, nonché le zone a maggior pericolosità sismica locale.

2.3.1. – Carta della pericolosità geomorfologica (Fig. 10)

La DPGR 26/R individua le seguenti classi di pericolosità geomorfologica:

- **Pericolosità geomorfologica molto elevata (G.4):** aree in cui sono presenti fenomeni attivi e relative aree di influenza;
- **Pericolosità geomorfologica elevata (G.3):** aree in cui sono presenti fenomeni quiescenti; aree con indizi di instabilità connessi alla giacitura, all'acclività, alla litologia, alla presenza di acque superficiali e sotterranee, nonché a processi di degrado di carattere antropico; aree interessate da intensi fenomeni erosivi e da subsidenza;
- **Pericolosità geomorfologica media (G.2):** aree in cui sono presenti fenomeni franosi inattivi stabilizzati (naturalmente o artificialmente); aree con elementi geomorfologici, litologici e giaciturali dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto;
- **Pericolosità geomorfologica bassa (G.1):** aree in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche, giaciturali non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di movimenti di massa.

Sulla base di tali definizioni e viste le caratteristiche geologico-tecniche dei terreni presenti nell'area in esame, a tale settore di territorio può essere attribuita una classe di pericolosità geomorfologica **Bassa (G.1)**.

2.3.2. – Carta della pericolosità idraulica (Fig. 11)

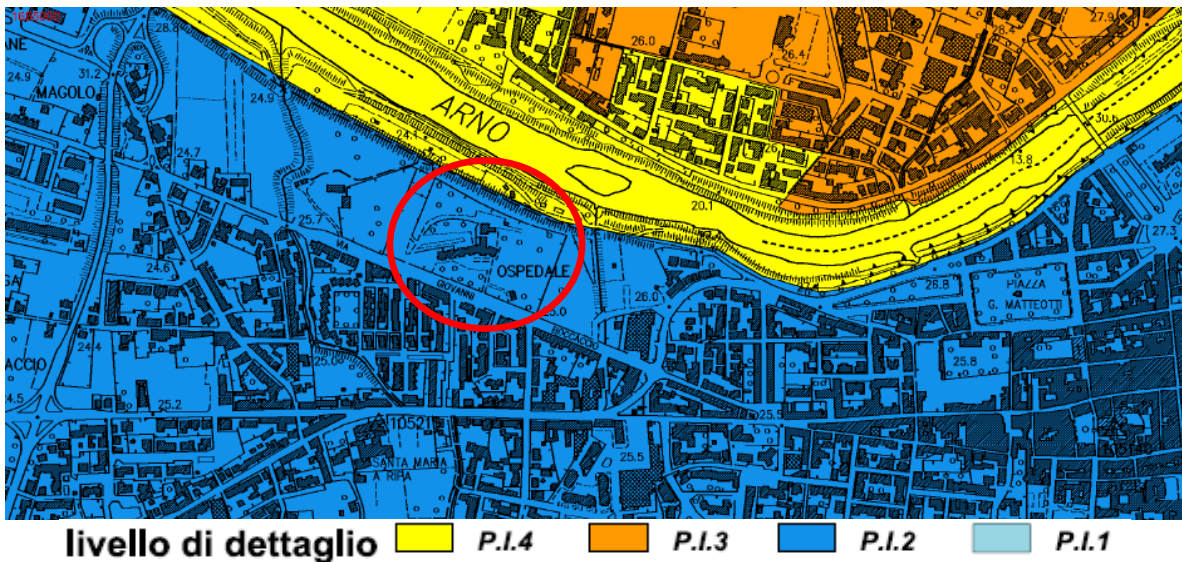
Relativamente a quest'aspetto, la relazione idraulica che accompagna il presente documento esplicita in maniera esaustiva le problematiche dell'area in esame.

Rispetto ai documenti presentati nel 2001 a supporto della progettazione definitiva dell'ampliamento del complesso ospedaliero, è cambiata la normativa di riferimento di carattere Regionale. Infatti, con il Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 6 maggio 2005, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 230 del 3/10/2005, è stato approvato il Piano di bacino del Fiume Arno - stralcio Assetto Idrogeologico (PAI) precedentemente adottato dal Comitato istituzionale dell'Autorità di bacino con deliberazione n. 185 del 11 novembre 2004.

Uno degli elementi di maggior rilevanza del PAI è l'individuazione e la perimetrazione delle aree a pericolosità idraulica. La delimitazione di queste aree è stata fatta dai tecnici dell'Autorità di bacino prendendo in considerazione un *livello di sintesi* ed un *livello di dettaglio*, i cui risultati hanno permesso di realizzare rispettivamente la cartografia delle aree con pericolosità idraulica in scala 1:25.000 ed in scala 1:10.000. Entrambi i livelli considerati classificano le aree in base 4 classi di pericolosità, individuate, però, utilizzando criteri diversi. Nelle tabelle seguenti vengono esplicitati i criteri di attribuzione delle classi di pericolosità idraulica mentre nello schema che segue è visibile l'ubicazione dell'ospedale di Empoli che ricade in classe P.I. 2.

Tipologia	Fonte	P.I.4	P.I.3	P.I.2	P.I.1
Geomorfologica	Autorità di Bacino				Studio geomorfologico
Storico-inventariali (1966-1999)	DPCM 5/11/99 (Piano stralcio)	Eventi alluvionali 1991, 92 e 93	Eventi ricorrenti	Eventi eccezionali	
Storico-inventariali (1966-1999)	Delibera Comitato Istituzionale n. 135 del 27/10/99 e seguenti	Aree dichiarate in stato di emergenza (art.5 L. 24/2/92 n.225)	Aree ricadenti in ambito "B" di (DCR 230/94)	Aree di ristagno	
Aree alle quali è estesa la norma dell'ambito "B" ex DCR 230/94					Aree investite dagli eventi 1998-99

Tempo di ritorno	Aree di accumulo	
	$h \leq 0,30$	$h > 0,30$
$0 < Tr \leq 30$	P.I. 3	P.I. 4
$30 < Tr \leq 100$	P.I. 2	P.I. 3
$100 < Tr \leq 200$	P.I. 2	P.I. 2
$200 < Tr \leq 500$	P.I. 1	P.I. 1



Cartografia del PAI con classi di pericolosità

L'Amministrazione comunale di Empoli, ha nel tempo, redatto diversi studi di dettaglio sia relativamente al reticolo idrografico minore che ai Fiumi che ne delimitano il territorio (Elsa ed Arno). In base alla cartografia di fattibilità idraulica allegata al regolamento Urbanistico, l'area in studio è inserita in zona 2 e classe di fattibilità 3 (il regolamento individua 12 differenti zone accorpate in classi di fattibilità differenti) che prevede una serie di prescrizioni che ne condizionano la sicurezza idraulica.

Pur nell'incertezza di una precisa attribuzione di classe di pericolosità, sembra più cautelativo, anche per l'importanza dell'opera da realizzare, fare riferimento alla classe di pericolosità idraulica **I.3** (Pericolosità idraulica elevata) prevista dal DPGR 26/R, come riportato in Fig. 11.

2.3.3. – Carta della pericolosità sismica (Fig. 12)

Le condizioni di pericolosità sismica del territorio studiato possono essere classificate secondo le seguenti graduazioni di pericolosità:

Pericolosità sismica locale molto elevata (S.4): aree in cui sono presenti fenomeni di instabilità attivi (1) e che pertanto potrebbero subire una accentuazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; terreni soggetti a liquefazione dinamica (5) in comuni a media-elevata sismicità (zone 2);

Pericolosità sismica locale elevata (S.3): aree in cui sono presenti fenomeni di instabilità quiescenti (2A) e che pertanto potrebbero subire una riattivazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; zone potenzialmente franose o esposte a rischio frana (2B) per le quali non si escludono fenomeni di instabilità indotta dalla sollecitazione sismica; zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti che possono dar luogo a cedimenti diffusi (4); terreni soggetti a liquefazione dinamica (5) in comuni a media-elevata sismicità (zone 3s); zone con possibile amplificazione sismica connesse a zone di bordo della valle e/o aree di raccordo con il versante (8); zone con possibile amplificazione per effetti stratigrafici (9, 10, 11) in comuni a media-elevata sismicità (zone 2 e 3s); zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisicomeccaniche significativamente diverse (12); presenza di faglie e/o contatti tettonici (13);

Pericolosità sismica locale media (S.2): zone con fenomeni franosi inattivi (3); aree in cui è possibile amplificazione dovuta ad effetti topografici (6-7); zone con possibile amplificazione stratigrafica (9, 10, 11) in comuni a media sismicità (zone 3);

Pericolosità sismica locale bassa (S.1): aree caratterizzate dalla presenza di formazioni litoidi e dove non si ritengono probabili fenomeni di amplificazione o instabilità indotta dalla sollecitazione sismica.

Vista la classificazione sismica del comune di Empoli (**3s**) e viste le caratteristiche litotecniche e idrogeologiche dei terreni (terreni potenzialmente soggetti a liquefazione dinamica e a fenomeni di amplificazione diffusa del moto del suolo dovuta a fenomeni di amplificazione stratigrafica), al settore in esame può essere attribuita una **classe di pericolosità sismica locale elevata S.3.**

2.4. - Carta della Fattibilità (Fig. 13)

2.4.1. - Indicazioni sulle classi di fattibilità delle trasformazioni

L'attribuzione delle classi di fattibilità dell'intervento in progetto è conseguenza diretta delle carte della pericolosità geomorfologica, sismica e idraulica e della tipologia di intervento. La definizione di ogni classe discende dalle disposizioni del DPGR 26/R che prevedono le seguenti categorie di fattibilità:

Fattibilità senza particolari limitazioni (F1): si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali non sono necessarie prescrizioni specifiche ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.

Fattibilità con normali vincoli (F2): si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali è necessario indicare la tipologia di indagini e/o specifiche prescrizioni ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.

Fattibilità condizionata (F3): si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali, ai fini della individuazione delle condizioni di compatibilità degli interventi con le situazioni di pericolosità riscontrate, è necessario definire la tipologia degli approfondimenti di indagine da svolgersi in sede di predisposizione dei piani complessi di intervento o dei piani attuativi o, in loro assenza, in sede di predisposizione dei progetti edilizi.

Fattibilità limitata (F4): si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali la cui attuazione è subordinata alla realizzazione di interventi di messa in sicurezza che vanno individuati e definiti in sede di redazione del medesimo regolamento urbanistico, sulla base di studi e verifiche atti a determinare gli elementi di base utili per la predisposizione della relativa progettazione.

La variante al R.U. che viene proposta, modifica l'art. 82 comma 8 e consiste nella cancellazione dell'indice di utilizzazione fondiaria (attualmente $U_f = 0,5$ mq/mq) e la riduzione del rapporto di copertura dal 50% al 40% . Il progetto in esame consiste nella realizzazione di una nuova ala ad un piano fuori terra che dovrà ospitare un self-service e un settore commerciale.

Alla luce di quanto descritto in precedenza all'intervento in progetto possono essere attribuite le seguenti classi di fattibilità:

FATTIBILITA' GEOMORFOLOGICA	F2
FATTIBILITA' SISMICA	F3
FATTIBILITA' IDRAULICA	F3

L'attribuzione delle classi di fattibilità è rappresentata graficamente in Fig. 13 ed è sintetizzata nella scheda riassuntiva riportata a fine testo. In merito alle classi di fattibilità precedentemente determinate si definiscono le condizioni che consentono la fattibilità degli interventi.

Criteria di fattibilità in relazione agli aspetti geomorfologici:

Nelle situazioni caratterizzate da pericolosità geomorfologica bassa non sono previste limitazioni particolari alla fattibilità. Nel caso di interventi di modesta incidenza sul territorio, come nel caso in esame, le condizioni di attuazione sono condizionate dall'esecuzione di indagini geologico-tecniche di approfondimento da eseguirsi a livello progettuale

Criteria di fattibilità in relazione agli aspetti idraulici:

Nelle situazioni caratterizzate da pericolosità idraulica elevata è necessario rispettare i seguenti criteri generali :

- a) non sono da prevedersi interventi di nuova edificazione o nuove infrastrutture per i quali non sia dimostrabile il rispetto di condizioni di sicurezza o non sia prevista la preventiva o contestuale realizzazione di interventi di messa in sicurezza per eventi con tempo di ritorno di 200 anni;
- b) nelle aree che risultino soggette a inondazioni con tempi di ritorno inferiori a 20 anni sono consentite solo nuove previsioni per infrastrutture a rete non diversamente localizzabili, per le quali sarà comunque necessario attuare tutte le dovute precauzioni per la riduzione del rischio a livello compatibile con le caratteristiche dell'infrastruttura;
- c) gli interventi di messa in sicurezza, definiti sulla base di studi idrologici e idraulici, non devono aumentare il livello di rischio in altre aree con riferimento anche agli effetti dell'eventuale incremento dei picchi di piena a valle;

d) relativamente agli interventi di nuova edificazione previsti nel tessuto insediativo esistente, la messa in sicurezza rispetto ad eventi con tempo di ritorno di 200 anni può essere conseguita anche tramite adeguati sistemi di autosicurezza, nel rispetto delle seguenti condizioni:

- dimostrazioni dell'assenza o dell'eliminazione di pericolo per le persone e i beni
 - dimostrazione che gli interventi non determinano aumento delle pericolosità in altre aree;
- e) possono essere previsti interventi per i quali venga dimostrato che la loro natura è tale da non determinare pericolo per persone e beni, da non aumentare la pericolosità in altre aree e purchè siano adottate, ove necessario, idonee misure atte a ridurre la vulnerabilità.

Criteria di fattibilità in relazione agli aspetti sismici:

Nelle situazioni caratterizzate da pericolosità sismica locale elevata (S3), in sede di predisposizione dei piani complessi di intervento o dei piani attuativi o, in loro assenza, in sede di predisposizione dei progetti edilizi, nel caso di zone 3s, per i terreni soggetti a liquefazione dinamica (5 delle ZMPL), devono essere previste adeguate indagini geognostiche e geotecniche finalizzate al calcolo del coefficiente di sicurezza relativo alla liquefazione dei terreni; inoltre nei Comuni in zona 2 e 3s, nelle zone con possibile amplificazione stratigrafica (9-10-11), deve essere prescritta una campagna di indagini geofisica e geotecnica che definisca spessori, geometrie e velocità sismiche dei litotipi sepolti.

Si osserva comunque che i criteri di fattibilità precedentemente riassunti sono ampiamente soddisfatti dalle indagini geologico-tecniche ed idrauliche che si sono succedute nel corso degli anni nell'area in esame. Da un punto di vista della fattibilità idraulica, inoltre, è opportuno richiamare i contenuti della relazione che accompagna il presente documento e che contiene sia l'individuazione delle quote di sicurezza da imporre all'infrastruttura ospedaliera che le misure di compensazione necessarie per evitare l'incremento del rischio nelle zone limitrofe.

A seguire si riporta la scheda di fattibilità dell'intervento.

SCHEDA DI FATTIBILITA' CORPO I NUOVO OSPEDALE DI EMPOLI

A - CARATTERI GEOLOGICO-TECNICI

- Geologia dell'area: Il sito si trova sugli affioramenti dei sedimenti alluvionali dell'Olocene.
- Sismicità dell'area: **Classe 3s – $a_g = 0.25 g$.**
Prescrizioni previste dalla del. 431/2006.
Zona 5 e 9 della ZMPSL
- Caratteristiche geologico-tecniche: area con caratteristiche geotecniche da **buone**, con R_p maggiore di 20 Kg/cm^2 a **discrete** ($10 \text{ kg/cm}^2 < R_p < 20 \text{ kg/cm}^2$).
- Pericolosità geomorfologica: **Classe G.1:** pericolosità geomorfologica bassa.
- Pericolosità sismica: **Classe S.3:** pericolosità sismica locale elevata.
- Fattibilità geomorfologica: **Classe di Fattibilità F2**
Il quadro conoscitivo dell'area dal punto di vista geologico-tecnico è da ritenersi esaustivo.
- Fattibilità sismica: **Classe di Fattibilità F3**
Il quadro conoscitivo dell'area dal punto di vista sismico è da ritenersi esaustivo.

B - RISCHIO IDRAULICO

B1 – Elementi tratti dal Regolamento Urbanistico:

- Pericolosità idraulica: **Classe 3 – pericolosità media:**
Aree interessate da episodi di alluvionamento o difficoltoso drenaggio delle acque superficiali. Sono inoltre incluse le aree di fondovalle non protette da opere idrauliche, per le quali vi sono notizie storiche di eventi alluvionali e/o sono morfologicamente in situazione sfavorevole. per queste aree è sempre richiesta una valutazione anche qualitativa del rischio idraulico.
Ambito A2 (DCR 230/94): Definito di 'tutela del corso d'acqua e possibile esondazione da applicarsi ai corsi d'acqua con larghezza superiore a 10 m, misurata tra i piedi esterni o, in assenza, tra i cigli di sponda. Tale ambito corrisponde alle due fasce immediatamente esterne all'ambito A1 che hanno larghezza pari alla larghezza del corso d'acqua, con un massimo di 100 metri lineari.

Ambito B (DCR 230/94): Corrisponde alle aree a quote altimetriche inferiori rispetto la quota posta a due metri sopra il piede esterno dell'argine o del ciglio di sponda. Il limite esterno di tale ambito è determinato dai punti di incontro delle perpendicolari all'asse del corso d'acqua con il terreno alla quota altimetrica già individuata e non potrà comunque superare la distanza di metri 300 dal piede esterno dell'argine o dal ciglio. L'ambito B è da considerarsi come parte del territorio in cui le Amministrazioni devono dotarsi di uno studio idrologico-idraulico, qualora prevedano nei propri strumenti urbanistici attuativi edificazioni pubbliche o private.

- Allagamenti passati:

Esondazione	si / no	Provenienza acqua	Battente idrico
1844	si		
1966	si	F. Elsa	100 cm
1992	si		

- Rischio dovuto a rii minori:

Negli eventi più recenti dovuti ai rii minori non sono i noti i battenti idrici che alcune testimonianze indicano variabili da 20 a 40 cm. Eseguiti di recente interventi sul Rio S. Maria che ne riducono le condizioni di rischio.

- Fattibilità idraulica:

Zona 2 - Classe di Fattibilità 3: aree per le quali è previsto un sopralzo del piano di calpestio fino a quota 26.13 m, s.l.m..

B2 – Definizione della fattibilità idraulica secondo la DPGR 26/R

- Pericolosità idraulica:

Classe I.3 – pericolosità idraulica elevata - aree interessate da allagamenti per eventi compresi tra $30 < Tr < 200$ anni e/o aree di fondovalle per le quali ricorra almeno una delle seguenti condizioni:

- a) vi sono notizie storiche di inondazioni
- b) sono morfologicamente in condizione sfavorevole di norma a quote altimetriche inferiori rispetto alla quota posta a metri 2 sopra il piede esterno dell'argine o, in mancanza, sopra il ciglio di sponda.

- Fattibilità idraulica:

Classe F.3.

B3 - Prescrizioni:

- Verifica strumentale della quota.
- Verifica e delimitazione degli ambiti A2 e B.
- Sviluppare nel progetto, gli aspetti idraulici per ottemperare alle norme previste per l'area comprensiva del sito, le soluzioni adottate per il controllo delle acque meteoriche e per compensare la minore infiltrazione.
- Verifica del rispetto di condizioni di sicurezza per eventi con tempo di ritorno di 200 anni;
- Gli interventi di messa in sicurezza, definiti sulla base di studi idrologici e idraulici, non devono aumentare il livello di rischio in altre aree con riferimento anche agli effetti dell'eventuale incremento dei picchi di piena a valle;
- La messa in sicurezza rispetto ad eventi con tempo di ritorno di 200 anni può essere conseguita anche tramite adeguati sistemi di autosicurezza, nel rispetto delle seguenti condizioni:
 - dimostrazioni dell'assenza o dell'eliminazione di pericolo per le persone e i beni
 - dimostrazione che gli interventi non determinano aumento delle pericolosità in altre aree;
- Possono essere previsti interventi per i quali venga dimostrato che la loro natura è tale da non determinare pericolo per persone e beni, da non aumentare la pericolosità in altre aree e purchè siano adottate, ove necessario, idonee misure atte a ridurre la vulnerabilità.