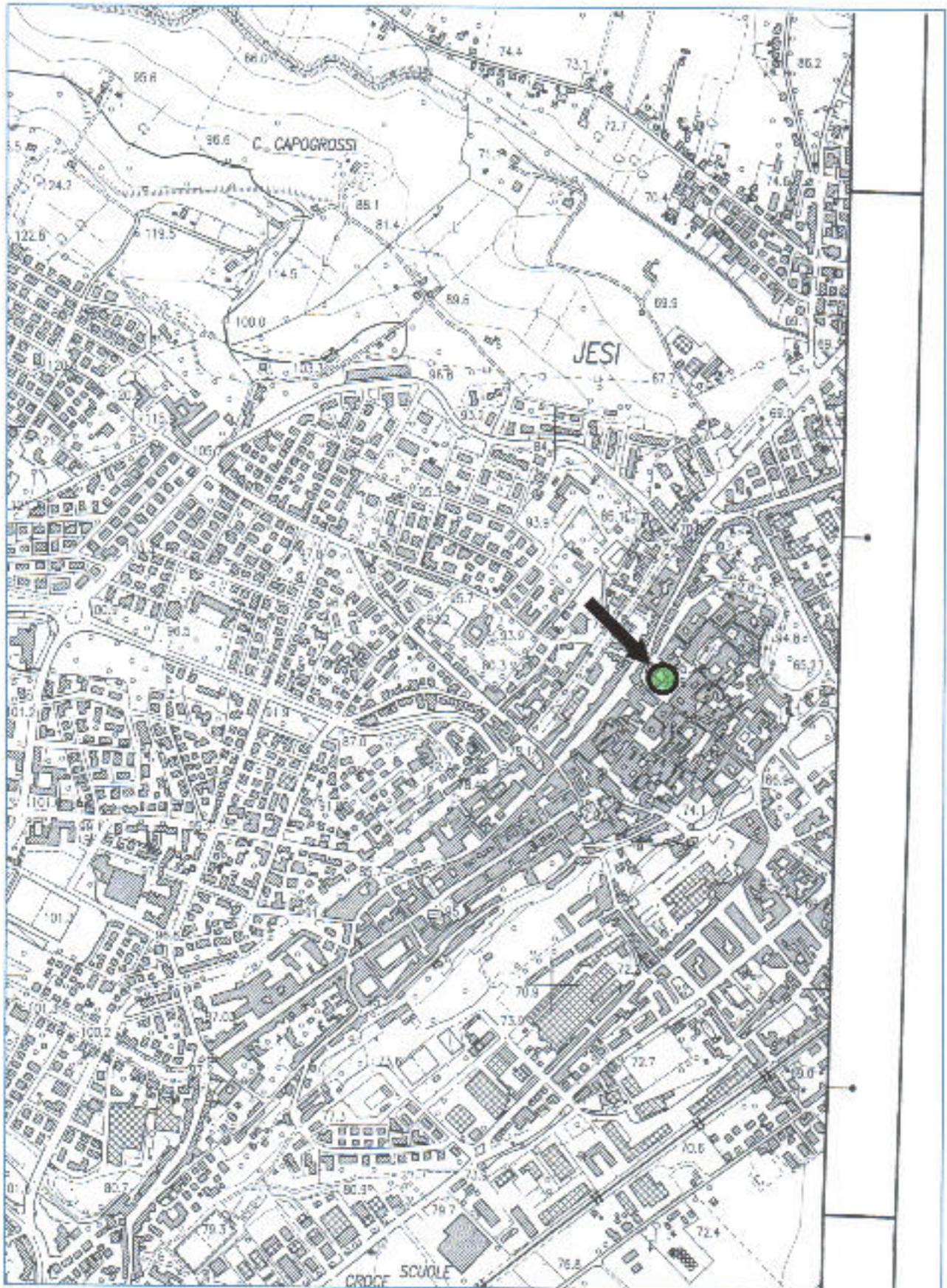
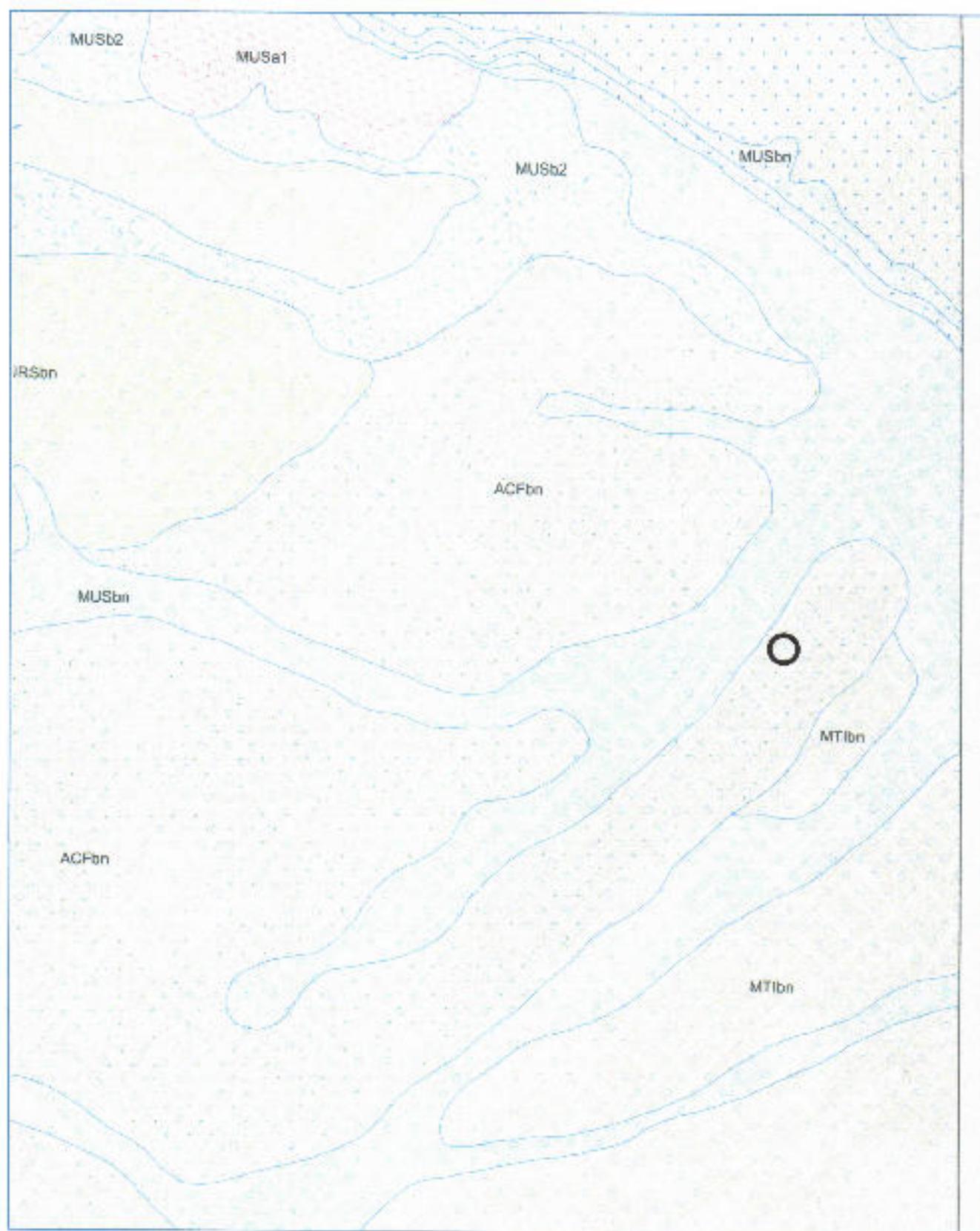


COROGRAFIA

scala 1:10.000





**STRALCIO CARTA GEOLOGICA
DELLA REGIONE MARCHE (CARG)
Sezione 292070 "Jesi"**
scala 1: 10.000

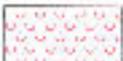
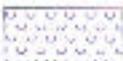
LEGENDA GEOLOGICA

DEPOSITI CONTINENTALI QUATERNARI

VERSANTE MARCHIGIANO

SINTEMA DEL MUSONE

(OLOCENE)

	MUSa1	Frane in evoluzione
	MUSa1a	Frane antiche
	MUSb2	Depositi eluvio-colluviali
	MUSb	Depositi alluvionali attuali (ghiaia, sabbia, limo)
	MUSbn	Depositi alluvionali terrazzati (ghiaia, sabbia, limo)

SINTEMA DI MATELICA

(PLEISTOCENE SUPERIORE)

	MTIn	Depositi alluvionali terrazzati (ghiaia, sabbia, limo)
---	------	--

SINTEMA DI SELVATORTA

(PLEISTOCENE MEDIO SOMMITALE)

	ACFbn	Depositi alluvionali terrazzati (ghiaia, sabbia, limo)
---	-------	--

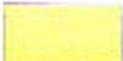
SINTEMA DI URBISAGLIA

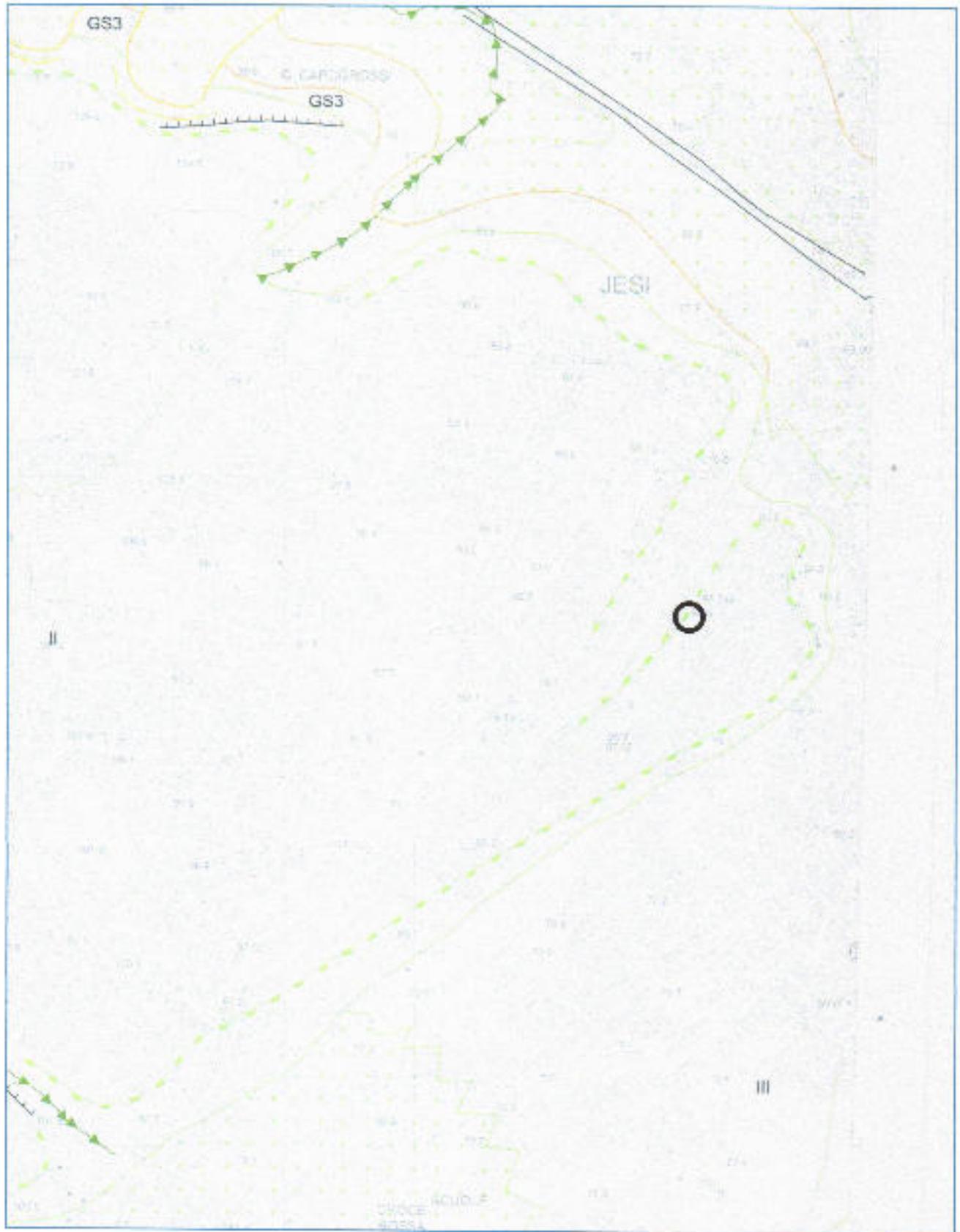
(PLEISTOCENE INFERIORE/MEDIO - MEDIO)

	URSbn	Depositi alluvionali terrazzati (ghiaia, sabbia, limo)
---	-------	--

SUCCESSIONE UMBRO-MARCHIGIANO-ROMAGNOLA

SUCCESSIONE PLOCIENICA

	FAA	FORMAZIONE DELLE ARGILLE AZZURRE Pliocene inferiore - Pleistocene inferiore
	FAAe2	FORMAZIONE DELLE ARGILLE AZZURRE litofacies pelitico-arenacea di S. Maria Nuova Pliocene inferiore - Pleistocene inferiore
		Contatto stratigrafico e/o litologico
		Faglia
		Stratificazione contorta con valori medi di immersione ed inclinazione



**STRALCIO CARTA GEOMORFOLOGICA
DELLA REGIONE MARCHE (CARG)
Sezione 292070 "Jesi"
scala 1: 10.000**

LEGENDA

ELEMENTI GEOLOGICO STRUTTURALI

Litologia del substrato

GS3	Rocce metamorfe, marnose, calciche e calciche
GS4	Rocce calciche di riferimento
GS5	Rocce prevalentemente arenitiche

Tettonico

	Scalfatura degli assi (indiretta - orizzontale)
--	---

FORME STRUTTURALI

	Superficie strutturale
	Corridoio di assepiata ripida influenzata dalla scalfatura (> 5%)
	Corridoio di assepiata ripida influenzata dalla struttura (< 5%)

IDROGRAFIA ED ELEMENTI METEO-MARINI

	Diriva fluviale
	Sorgenti

FORME DI VERSANTE DOVUTE ALLA GRAVITÀ

Forme di denudazione

attiva	inattiva	
		Nicchia di frana (colluvionaria)
		Nicchia di frana (colomata)
		Gradino di frana

Forme di accumulo e relativi depositi

attiva	inattiva	
		Corpo di frana di scorrimento
		Corpo di frana di colamento
		Piccola frana e gruppo di piccole frane non classificate
		Deposito fluvio-colluviale

FORME FLUVIALI, FLUVIOGLACIALI E DI VERSANTE DOVUTE AL DILAVAMENTO

Forme di erosione

attiva	inattiva	
		Alveo in approfondimento
		Sforo di subsollamento concentrato
		Vallucola a conca
		Vallucola a fondo piano
		Tracciò di corso d'acqua esposto al livello della pianura o loggionamento incassato
		Arco di erosione di scaricamento
		Alveo con emboscata laterale o sponda in scacchi
		Orlo di scarpata di erosione fluviale o di torrente (< 5 m)
		Orlo di scarpata di erosione fluviale o di torrente (5 - 10 m)
		Orlo di scarpata di erosione fluviale o di torrente (> 10 m)
		Superficie con forme di dilavamento prevalentemente diffuse
		Calanco isolato
		Asa e calande a forme multiple
		Ripiano di erosione
		Stivo di erosione

Forme di accumulo e relativi depositi

	Depositi alluvionali: sabbie
	Depositi alluvionali: ghiaie
	Conoide alluvionale

FORME ED ELEMENTI DI ORIGINE MARINA (EMERSI E SOMMERSI), LAGUNARE E LACUSTRE E RELATIVI DEPOSITI

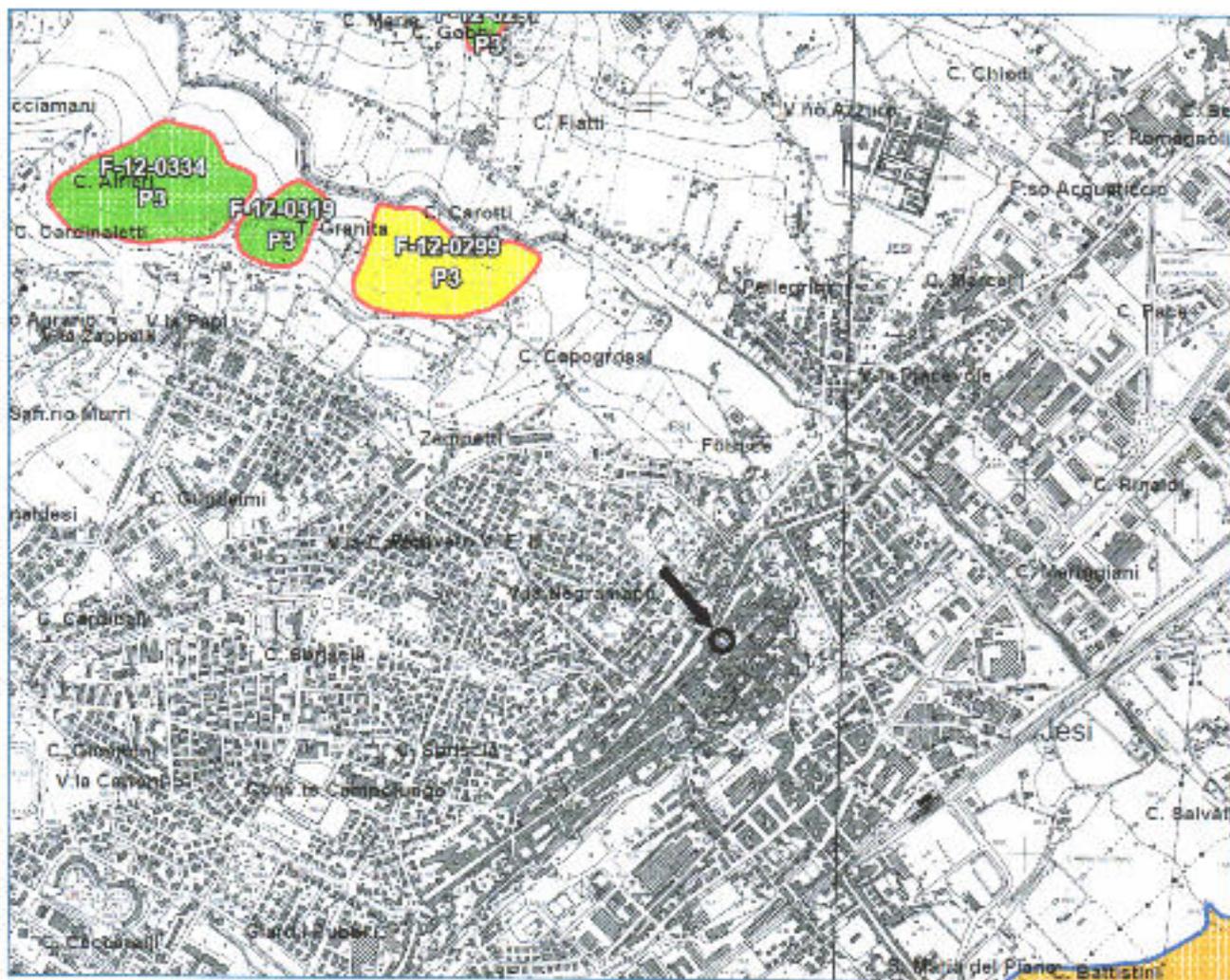
attiva	inattiva	
		Linea di riva stabile
		Orlo di litica a orlo di erosione (< 20 m)
		Depositi marini: sabbie
		Depositi marini: ghiaie

GRANDI SUPERFICI DI SPANAMENTO, RELITTE E FORME ASSOCIATE, TALORA DI GENESI COMPLESSA

	Forme saccate siltate sui fianchi o alla sommità dei rilievi
	Orlo di scarpata dell'imbuto forme saccate

FORME ANTROPICHE

	Area di interesse archeologico
	Orlo di scarpata antropica
	Cava - Cava abbandonate
	Orlo di scarpata di cava
	Orlo di scarpata di discarica
	Discarica
	Superficie di abbassamento
	Rilievo stradale o ferroviario
	Opere principali di abbassamento fluviale, dighe
	Brugia
	Argine
	Canale artificiale
	Retinale scogliera
	Opere marittime e portuali
	Punto di ubicazione complesso



LEGENDA

Aree a rischio frana
(codice F-xx-yyyy)

- Rischio moderato (R1)
- Rischio medio (R2)
- Rischio elevato (R3)
- Rischio molto elevato (R4)

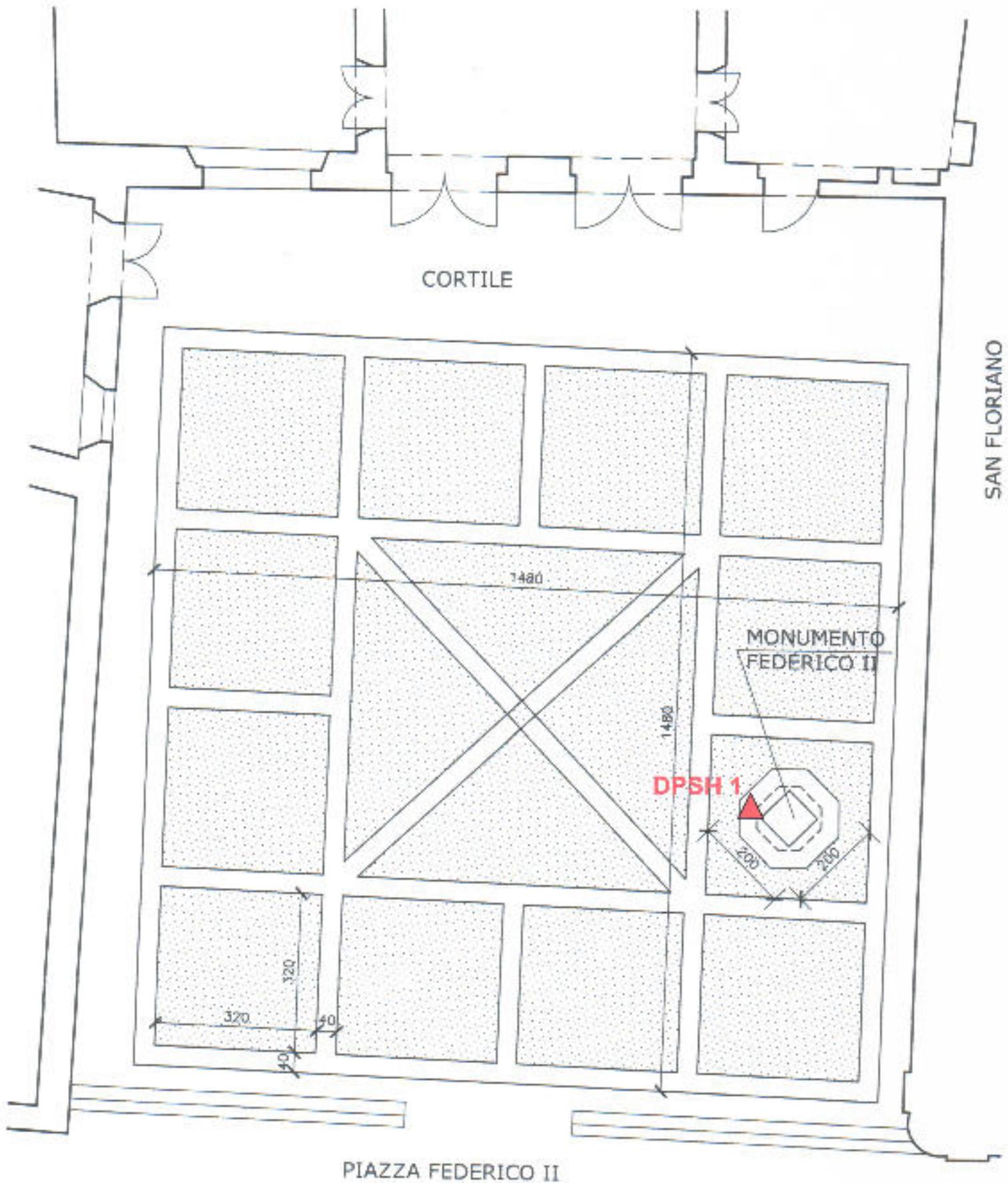
Aree a rischio esondazione
(codice E-xx-yyyy)

- Rischio moderato (R1)
- Rischio medio (R2)
- Rischio elevato (R3)
- Rischio molto elevato (R4)

Aree a rischio valanga
(codice V-xx-yyyy)

- Rischio molto elevato (R4)
- Limite di bacino idrografico

STRALCIO TAV. RI30 P.A.I.



Cantiere: CENTRO STORICO - JESI	N. sondaggio: SA
Committente: FONDAZ. CASSA DI RISP. DI JESI	Scala sondaggio: 1: 100
Perforatore:	Geologo:
Coord.: FONDAZ1.DBG	Quota (p.c.):
Metodo perf.: ROTAZIONE	Data ultimazione:

Scala 1:100	Stratigrafia	Profondita'	Potenza	Descrizione	Pocket Penetrometer	Vane Test	Falda
1		4.30	4.30	Riporto: argilla e laterizi	3.5	0.5	
2							
3							
4							
5		4.30	0.50	Limo argilloso con torba puntiforme			
6		4.80	0.50	Limo argilloso-siltoso			
7		5.30	4.70	Ghiaia			
8							
9							
10				10.00			

COMUNE DI JESI
Provincia di Ancona

**REALIZZAZIONE BASAMENTO PER LA
COLLOCAZIONE DELLA STATUA DI FEDERICO II
NEL CORTILE DI PALAZZO GHISLIERI
IN PIAZZA FEDERICO II**

COMMITTENTE:
FONDAZIONE CASSA DI RISPARMIO DI JESI



Modello geologico

PREMESSA

La presente relazione viene redatta al fine di definire il modello geologico del terreno e determinare la categoria sismica di suolo dell'area sita in Piazza Federico II nel Comune di Jesi, interessata dal progetto di realizzazione del basamento per la collocazione della statua di Federico II nel cortile di Palazzo Ghislieri, in conformità al D.M. 14.01.2008 "Norme Tecniche per le Costruzioni" e s.m.i. e le relative istruzioni della Circolare del Consiglio Superiore dei LL.PP. n. 617 del 02.02.2009.

L'indagine è stata condotta attraverso un rilevamento geologico e geomorfologico di superficie e l'esecuzione di n. 1 prova penetrometrica dinamica DPSH, con penetrometro Pagani da 20 ton, indicata con la sigla DPSH 1, e un'indagine geofisica a mezzo Georadar (G.P.R.) per l'individuazione e la mappatura di eventuali sottoservizi presenti sotto il cortile di Palazzo Ghislieri; l'ubicazione della prova penetrometrica e dell'indagine geofisica è riportata nelle allegate planimetrie (per maggiori dettagli sull'indagine Georadar, vedere il rapporto tecnico in appendice).

Inoltre, per una migliore interpretazione geologica e geotecnica dell'area, sono stati analizzati dati e notizie di carattere litologico, stratigrafico, idrogeologico e geotecnico, relativi ad indagini eseguite precedentemente dal nostro Studio nella stessa area e in zone limitrofe, su terreni con analoghe caratteristiche geolitologiche; a tal proposito, alla presente relazione si allega la stratigrafia del sondaggio geognostico S_A, realizzato in vicinanza dell'area di studio ed ubicato come da allegata planimetria.

1. MODELLO GEOLOGICO DEL TERRENO

1.1. GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA DELL'AREA

Il "Palazzo Ghislieri" è ubicato nella parte centrale dell'antico nucleo medioevale di Jesi; come gran parte del Centro Storico jesino, il fabbricato sorge sul terrazzo alluvionale di II° ordine del fiume Esino, in prossimità della scarpata di raccordo con il sottostante e più recente terrazzo di III° ordine.

L'origine dei depositi terrazzati è dovuta ad episodi ciclici di erosione e sedimentazione da parte di un corso d'acqua; nel caso del fiume Esino sono riconosciuti quattro ordini di terrazzamento con quote via via decrescenti verso l'alveo fluviale e separati in genere da ripidi gradini, che nel

tempo sono stati rimodellati sia dalla sovrapposizione del reticolo idrografico secondario, sia dall'azione antropica.

Tali depositi terrazzati sono costituiti principalmente da materiali ghiaiosi in matrice prevalentemente limo-sabbiosa, ricoperti da uno spessore superficiale di limo sabbioso, a tratti più marcatamente argilloso; il deposito di natura alluvionale poggia sul sottostante substrato, costituito dalla Formazione argilloso-marnosa Plio-Pleistocenica, riscontrabile nell'area del Centro Storico della città a profondità di circa 29,00-30,00 m dal p.c.

A luoghi l'originaria stratigrafia si può rinvenire profondamente alterata a causa di interventi antropici avvenuti nel corso dei secoli. Nella zona di studio, caratterizzata localmente da cospicui spessori di riporto, sono infatti segnalati cunicoli, cavità e scassi di varia natura; attraverso l'esecuzione dell'indagine geofisica a mezzo Georadar è stata comunque esclusa la presenza di vuoti e/o sottoservizi in corrispondenza della prevista area di sedime del basamento della statua, come graficamente illustrato nelle allegate tavole del rapporto tecnico.

Nel sito, allo stato attuale, non sono visibili indizi di dissesti gravitativi; la secolare urbanizzazione dell'area, la superficie sub-pianeggiante del cortile all'interno del quale verrà posizionato il basamento della statua, unitamente alle buone caratteristiche dei terreni presenti escludono l'esistenza di problematiche dovute ad instabilità geomorfologica, come evidenziato anche negli allegati stralci della Carta geomorfologica della Regione Marche (CARG) e della Tav. RI30 del Piano per l'Assetto Idrogeologico della Regione Marche (P.A.I.).

2. STRATIGRAFIA

Benché la stratigrafia delle serie alluvionali si presenti per propria natura notevolmente variabile da punto a punto, mediante l'esecuzione della prova penetrometrica DPSH 1 e del sondaggio geognostico S_A realizzato in occasione della precedente indagine e attraverso l'analisi critica di altri dati stratigrafici già in possesso della Studio, sono stati individuati dei livelli geolitologici caratteristici e da questo riconoscimento si è potuto correlare e ricostruire la locale sequenza stratigrafica.

Quest'ultima è costituita da un materasso alluvionale prevalentemente ghiaioso in matrice limo-sabbiosa, ricoperto da uno spessore di limo sabbioso-argilloso, rinvenuto sino a circa 3,20 m di profondità dal p.c. in corrispondenza della prova penetrometrica DPSH 1; il deposito alluvionale

poggia sul sottostante substrato argilloso-marnoso Plio-Pleistocenico, resistente ed impermeabile, riscontrabile nell'area di studio a profondità di circa 29,00-30,00 m dal p.c. Completa la stratigrafia locale lo spessore superficiale di riporto, riscontrato sino a circa 2,20 m di profondità dal piano di calpestio del cortile di Palazzo Ghislieri.

3. CENNI DI IDROLOGIA E IDROGEOLOGIA

L'area non è interessata da corsi d'acqua superficiali, mentre è stata riconosciuta l'esistenza di una falda idrica sotterranea, parte integrante del sistema di acque sotterranee dei terrazzi alti (I° e II° ordine) della pianura alluvionale del fiume Esino, il cui livello statico, misurato in pozzi vicini all'area in oggetto, si attesta generalmente al contatto tra il deposito alluvionale ghiaioso e il sottostante substrato impermeabile argilloso-marnoso Plio-Pleistocenico.

In particolare si segnala che da misurazioni effettuate nel pozzo presente all'interno del Palazzo della Signoria, ubicato in vicinanza di Palazzo Ghislieri, il pelo libero dell'acqua è stato rilevato a circa 29,00 m di profondità, mentre il pozzo di Palazzo Pianetti, anch'esso posizionato nel centro storico jesino, è risultato asciutto alla profondità di 23,00 m.

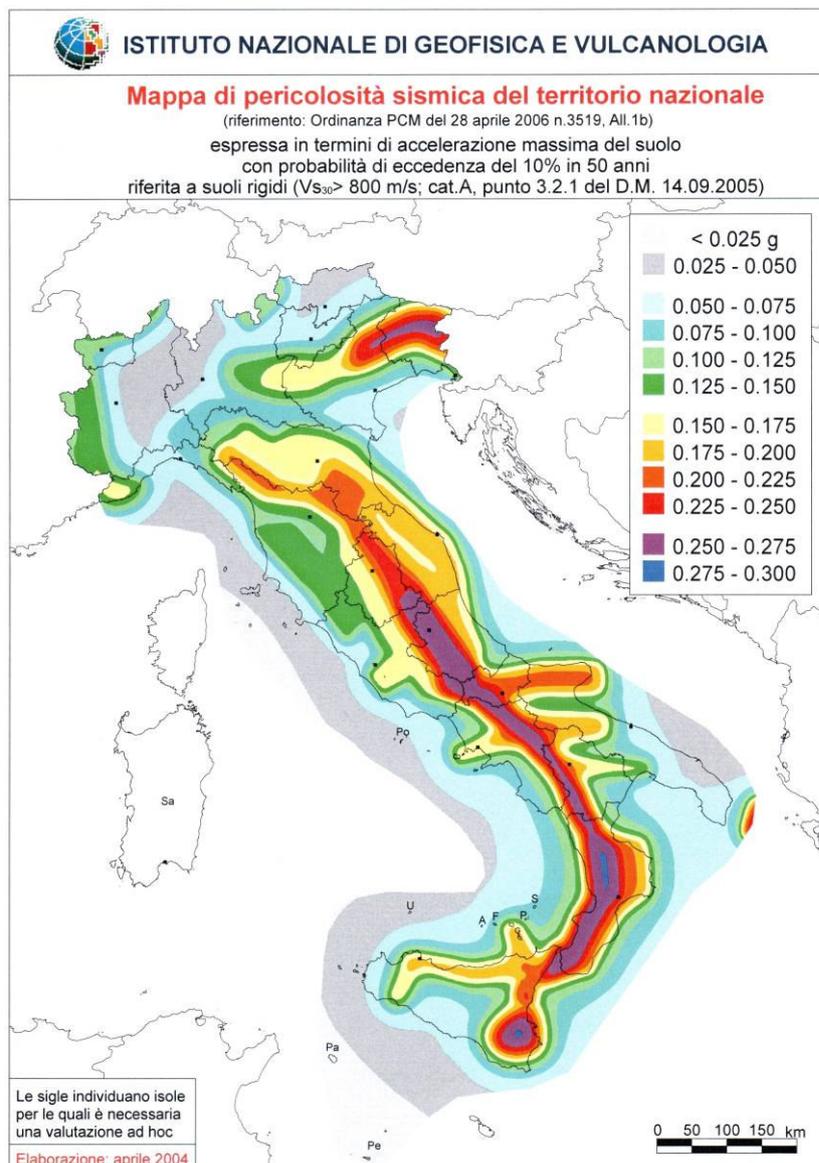
Considerando che la Formazione argillosa impermeabile Plio-Pleistocenica funge da basamento per la falda idrica e che generalmente, come detto, il livello acquifero si riscontra all'interno dei terreni sovrastanti permeabili (alluvioni con prevalenza di ghiaia) al passaggio con il sottostante substrato, si ritiene che la profondità rilevata nel pozzo del Palazzo della Signoria, pari a circa 29,00 m dal p.c., sia quella del substrato o molto vicina ad essa.

Si sottolinea che durante l'esecuzione della prova penetrometrica DPSH 1 e del sondaggio geognostico S_A, quest'ultimo spinto sino alla profondità massima di circa 10,00 m dal p.c., non è stata riscontrata la presenza di circolazione idrica nei terreni attraversati.

4. CARATTERIZZAZIONE SISMICA

Dal punto di vista sismico, l'area in esame è classificata dalla normativa sismica adottata con Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20.03.2003, successiva Ordinanza P.C.M. n. 3519 del 28.04.2006 All. 1b e Allegato al Voto n. 36 del 27.07.2007 dell'Assemblea Generale del Consiglio Superiore dei LL.PP., come **zona 2** (ex zona a rischio sismico di II^a categoria; S = 9).

zona	accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (a_g)	accelerazione orizzontale massima convenzionale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (a_g)
1	$0,25 < a_g \leq 0,35g$	$0,35g$
2	$0,15 < a_g \leq 0,25g$	$0,25g$
3	$0,05 < a_g \leq 0,15g$	$0,15g$
4	$\leq 0,05g$	$0,05g$



Per quanto attiene la **categoria di suolo di fondazione** relativamente alla normativa contenuta nel D.M. 14.01.2008 “Norme Tecniche per le Costruzioni” e s.m.i. e le relative istruzioni della Circolare del Consiglio Superiore dei LL.PP. n. 617 del 02.02.2009, in particolare la Tabella 3.2.II – *Categorie di sottosuolo* delle NTC, dall’elaborazione della prova penetrometrica dinamica DPSH i terreni presenti nell’area risultano ascrivibili alla **categoria C**, avendo ottenuto un valore di $N_{SPT,30} = 20$ (vedere in allegato tabulato con calcolo del valore N_{SPT} normalizzato).

Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi 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.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti 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 $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{v,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti 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 $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{v,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, 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 $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{v,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).</i>

La **categoria topografica** (Tab. 3.2.IV del D.M. 14.01.2008) e il **coefficiente di amplificazione topografica S_T** (Tab. 3.2.VI del D.M. 14.01.2008) risultano rispettivamente:

Categoria topografica = T1

Tabella 3.2.IV – Categorie topografiche

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

Coefficiente di amplificazione topografica $S_T = 1,0$

Tabella 3.2.VI – Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica S_T

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,4

I **parametri sismici in riferimento allo Stato Limite Ultimo di Salvaguardia della Vita (SLV)**, considerando una costruzione in Classe d'Uso II e Vita Nominale $V_N = 50$ anni, ricavati utilizzando il software PS Parametri Sismici della Ditta Geostru, applicando il D.M. 14.01.2008, Tabella 1 dell'allegato B, sono risultati essere:

- 1) Accelerazione sismica orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido: **$a_g = 0,184 \text{ g}$**
- 2) Fattore massimo di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale: **$F_o = 2,475$**
- 3) Periodo d'inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale: **$T_c^* = 0,315 \text{ sec}$**

Si specifica che di seguito sono riportati i parametri e i coefficienti sismici riferiti anche agli altri Stati Limite.

Cerca Posizione

Via n°

Comune Cap

Provincia

Coordinate WGS84

Latitudine °

Longitudine °

Isole



Determinazione dei parametri sismici

(1)* Coordinate WGS84

Latitudine ° Longitudine °

(1)* Coordinate ED50

Latitudine ° Longitudine °

Classe dell'edificio

Vita nominale

(Opere provvisorie <=10, Opere ordinarie >=50, Grandi opere >=100)

Interpolazione

Stato Limite	Tr [anni]	a _g [g]	F _o	T _c * [s]
Operatività (SLO)	30	0,052	2,418	0,277
Danno (SLD)	50	0,066	2,443	0,288
Salvaguardia vita (SLV)	475	0,184	2,475	0,315
Prevenzione collasso (SLC)	975	0,243	2,471	0,322
Periodo di riferimento per l'azione sismica;	50			

Calcolo dei coefficienti sismici

Muri di sostegno Stabilità dei pendii e fondazioni Paratie

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m)

us (m)

Categoria sottosuolo

Categoria topografica

	SLO	SLD	SLV	SLC
S _s *	<input type="text" value="1,50"/>	<input type="text" value="1,50"/>	<input type="text" value="1,43"/>	<input type="text" value="1,34"/>
Amplificazione stratigrafica				
C _c *	<input type="text" value="1,60"/>	<input type="text" value="1,58"/>	<input type="text" value="1,54"/>	<input type="text" value="1,53"/>
Coeff. funz categoria				
S _t *	<input type="text" value="1,00"/>	<input type="text" value="1,00"/>	<input type="text" value="1,00"/>	<input type="text" value="1,00"/>
Amplificazione topografica				
<input type="checkbox"/> Personalizza acc.ne massima attesa al sito [m/s ²]				<input type="text" value="0,6"/>

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,015	0,020	0,063	0,091
kv	0,008	0,010	0,031	0,046
A _{max} [m/s ²]	0,760	0,972	2,574	3,195
Beta	0,200	0,200	0,240	0,280

* I valori di S_s, C_c ed S_t possono essere variati.

Nell'area di studio la distribuzione granulometrica dei litotipi presenti esclude infine rischi legati al fenomeno della liquefazione dei terreni; **il sito risulta** pertanto **stabile nei confronti della liquefazione**. Si omette pertanto la relativa verifica, come previsto al paragrafo 7.11.3.4.2 delle NTC, di seguito riportato, manifestandosi nel sito la circostanza 5:

7.11.3.4.2 Esclusione della verifica a liquefazione

La verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

1. eventi sismici attesi di magnitudo M inferiore a 5;
2. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
3. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
4. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N_1)_{60} > 30$ oppure $q_{c1N} > 180$ dove $(N_1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e q_{c1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
5. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ ed in Figura 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.

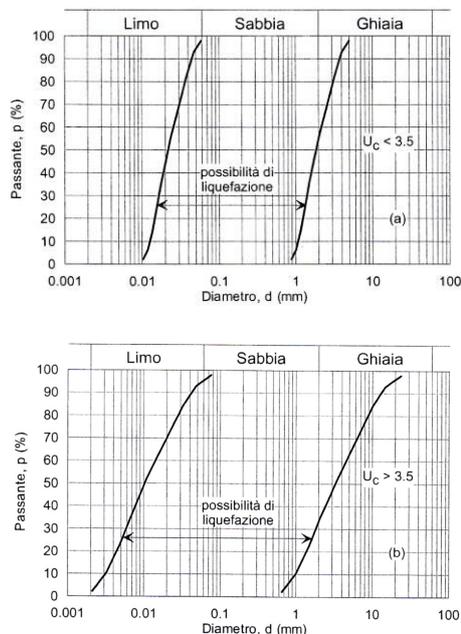


Figura 7.11.1 – Fusi granulometrici di terreni suscettibili di liquefazione.

Quando le condizioni 1 e 2 non risultino soddisfatte, le indagini geotecniche devono essere finalizzate almeno alla determinazione dei parametri necessari per la verifica delle condizioni 3, 4 e 5.

COMUNE DI JESI
Provincia di Ancona

**REALIZZAZIONE BASAMENTO PER LA
COLLOCAZIONE DELLA STATUA DI FEDERICO II
NEL CORTILE DI PALAZZO GHISLIERI
IN PIAZZA FEDERICO II**

COMMITTENTE:
FONDAZIONE CASSA DI RISPARMIO DI JESI



Modello geotecnico

PREMESSA

La presente relazione viene redatta al fine di definire il modello geotecnico del terreno interessato dal progetto di realizzazione del basamento per la collocazione della statua di Federico II nel cortile di Palazzo Ghislieri in Piazza Federico II nel Comune di Jesi, in conformità al D.M. 14.01.2008 “Norme Tecniche per le Costruzioni” e s.m.i. e le relative istruzioni della Circolare del Consiglio Superiore dei LL.PP. n. 617 del 02.02.2009.

1. MODELLO GEOTECNICO DEL TERRENO

1.1. INDAGINI IN SITU

Per la caratterizzazione litologica e geotecnica dell'area sono stati utilizzati i dati ottenuti mediante l'esecuzione di n. 1 prova penetrometrica dinamica DPSH, con penetrometro Pagani da 20 ton, indicata con la sigla DPSH 1, e un'indagine geofisica a mezzo Georadar (G.P.R.) per l'individuazione e la mappatura di eventuali sottoservizi presenti sotto il cortile di Palazzo Ghislieri; l'ubicazione della prova penetrometrica e dell'indagine geofisica è riportata nelle allegare planimetrie (per maggiori dettagli sull'indagine Georadar, vedere il rapporto tecnico in appendice).

Si è fatto inoltre riferimento anche ai dati ottenuti attraverso l'esecuzione del sondaggio geognostico S_A , realizzato precedentemente in prossimità dell'area di studio ed ubicato come da allegata planimetria.

Infine sono stati consultati i dati relativi a prove ed analisi geotecniche di laboratorio effettuate su campioni rappresentativi di terreno, prelevati in occasione di sondaggi geognostici eseguiti in aree vicine, che hanno permesso la descrizione delle caratteristiche litologiche e dei principali parametri fisici e geomeccanici dei litotipi presenti.

1.2. CARATTERISTICHE LITOLOGICHE E GEOTECNICHE

1.2.1. RIPORTO

La presenza di tale deposito è dovuta agli interventi di origine antropica succedutisi nel corso dei secoli. È rappresentato generalmente da materiale argilloso, frammisto a laterizi e ciottoli, o soltanto da materiale arido, e cioè da laterizi e pietrame.

1.2.2. LIMO SABBIOSO-ARGILLOSO SUPERFICIALE

È un litotipo caratterizzato a tratti da livelli più marcatamente argillosi e a tratti da livelli con un maggior contenuto di particelle sabbiose, di plasticità medio-bassa, a medio-alta consistenza, mediamente compressibile e resistente; al suo interno si possono rinvenire torba puntiforme ed elementi di ghiaia, localmente abbondanti.

La colorazione è generalmente marrone e nocciola.

Dove la percentuale sabbiosa è preponderante su quella argillosa si riscontra una sensibile diminuzione della plasticità e un aumento della permeabilità rispetto al litotipo marcatamente argilloso.

Da sottolineare che in caso di saturazione, cioè di elevati contenuti naturali di acqua, le caratteristiche geotecniche tendono a peggiorare sensibilmente.

I principali parametri geotecnici attribuibili al litotipo in esame sono:

Contenuto naturale d'acqua	$W_n = 15-35 \%$
Indice di plasticità	$I_p = 4-18 \%$
Indice di consistenza	$I_c = 0,8-1,5$
Pocket penetrometer	$q_u = 3,0-5,0 \text{ Kg/cm}^2$
Coesione non drenata (V.T.)	$c_u = 0,3-1,8 \text{ Kg/cm}^2$
Coesione drenata	$c' = 0,00-0,10 \text{ Kg/cm}^2$
Modulo edometrico	$E_{ed} = 40-60 \text{ Kg/cm}^2$
Angolo di attrito interno	$\varphi = 20^\circ-24^\circ$
Peso specifico apparente	$\gamma = 1,90-2,05 \text{ t/m}^3$

1.2.3. GHIAIA

Con questo termine è stato classificato il deposito alluvionale in cui la frazione granulometrica maggiore di 2,00 millimetri è preponderante.

La parte grossolana è costituita da elementi calcarei, silicei, marnosi ed arenacei provenienti dai diversi orizzonti della Successione Umbro-Marchigiana della serie sedimentaria marina dell'Appennino centro-orientale.

La parte fine (matrice) è costituita da particelle prevalentemente sabbiose e limose.

Le caratteristiche geotecniche principali sono:

Densità relativa	$D_r = 30-50 \%$
Modulo di elasticità	$E = 150-400 \text{ Kg/cm}^2$
Coesione drenata	$c' = 0,00 \text{ Kg/cm}^2$

Angolo di attrito interno	$\varphi = 32^{\circ}\text{-}38^{\circ}$
Peso specifico apparente	$\gamma = 1,95\text{-}2,00 \text{ t/m}^3$

1.2.4. FORMAZIONE PLIO-PLleistocENICA

Rappresenta il substrato resistente ed è costituita da argille marnose grigio-azzurre, con intercalazioni siltose-sabbiose giallastre che fungono da superfici di stratificazione; le argilliti si presentano con un elevato grado di sovraconsolidazione, mediamente plastiche, poco compressibili, consistenti e con elevati valori dei parametri geomeccanici.

Negli primi spessori si rinvencono generalmente alterate (la colorazione diviene nocciola-grigia), con scadimento dei pur buoni parametri geomeccanici.

I parametri geotecnici attribuibili al litotipo in esame sono:

Contenuto naturale d'acqua	$W_n = 20\text{-}30 \%$
Indice di plasticità	$IP = 20\text{-}25 \%$
Indice di consistenza	$I_c = 0,8\text{-}1,4$
Pocket penetrometer	$q_u = >6,00 \text{ Kg/cm}^2$
Coesione non drenata	$c_u = >2,00 \text{ Kg/cm}^2$
Coesione drenata	$c' = 0,15\text{-}0,30 \text{ Kg/cm}^2$
Modulo Edometrico	$E_{ed} = 80\text{-}150 \text{ Kg/cm}^2$
Angolo di attrito interno	$\varphi = 21^{\circ}\text{-}24^{\circ}$
Peso specifico apparente	$\gamma = 2,10\text{-}2,15 \text{ t/m}^3$

1.3. ASSETTO GEOTECNICO DEI TERRENI

Attraverso l'esecuzione della prova penetrometrica dinamica DPSH 1, dell'indagine geofisica a mezzo Georadar e del sondaggio geognostico S_A precedentemente effettuato in Piazza Federico II e dall'analisi dei dati stratigrafici già in possesso dello Studio, relativi ad altre campagne geognostiche eseguite in aree vicine a quella in oggetto, la stratigrafia locale risulta schematizzabile in 4 livelli geotecnici, come segue:

STRATIGRAFIA		Peso specifico γ (t/m ³)	Angolo d'attrito φ (°)	Coesione drenata c' (Kg/cm ²)	Coesione non drenata c_u (Kg/cm ²)
0,00 m	Ripporto	1,70	18°	0,00	0,00
-2,20 m	Depositi alluvionali limo-sabbiosi-argillosi	1,90	22°	0,02	0,30
-3,20 m	Depositi alluvionali prevalentemente ghiaiosi	1,95	32°	0,00	0,00
>29,00+30,00 m	Substrato: Formazione argilloso-marnosa Plio-Pleistocenica	2,10	23°	0,20	3,00

NOTE: Durante l'esecuzione della prova penetrometrica DPSH 1 e del sondaggio geognostico S_A, quest'ultimo spinto sino alla profondità massima di circa 10,00 m dal p.c., non è stata riscontrata la presenza di circolazione idrica nei terreni attraversati; nell'area di studio il livello statico della falda si attesta generalmente al contatto tra il deposito alluvionale ghiaioso e il sottostante substrato impermeabile argilloso-marnoso Plio-Pleistocenico.

2. FONDAZIONE BASAMENTO STATUA FEDERICO II

Considerando le caratteristiche litologiche e geotecniche dei terreni presenti ed in relazione alla tipologia della struttura da realizzare, si consiglia di eseguire una fondazione diretta, del tipo a platea, impostata ad una profondità di circa 0,30-0,40 m dall'attuale piano di calpestio del cortile di Palazzo Ghislieri, operando preventivamente una bonifica dell'area di sedime attraverso la posa in opera di stabilizzato avente spessore di almeno 10 cm sotto la platea di fondazione.

Tale profondità si reputa necessaria per superare quella fascia di terreno più superficiale sottoposta alle variazioni climatiche stagionali, che determinano nel tempo un inevitabile decadimento dei parametri di resistenza geomeccanici.

2.1. PORTANZA DELLA FONDAZIONE

Nella seguente tabella vengono riassunti i risultati dei calcoli di capacità portante eseguiti applicando i metodi di Brinch Hansen e Meyerhof, nell'ipotesi di una fondazione diretta, del tipo a platea, impostata ad una profondità di circa 0,40 m dall'attuale piano di calpestio del cortile di Palazzo Ghislieri, poggiante su stabilizzato avente spessore di almeno 10 cm sotto la platea di fondazione, utilizzando i coefficienti geotecnici elencati precedentemente e considerando le azioni sismiche attese al sito:

LARGHEZZA FONDAZIONE (m)	LUNGHEZZA FONDAZIONE (m)	PROFONDITÀ DI APPOGGIO (m)	NORMATIVA	PORTANZA (SLU) (Kg/cm ²)	
4,39	4,41	0,40	D.M. 14.01.2008 Stato Limite Ultimo SLV Approccio I Comb. 2	Brinch Hansen Meyerhof	0,30 0,39
4,39	4,41	0,40	D.M. 14.01.2008 Stato Limite Ultimo SLV Approccio II	Brinch Hansen Meyerhof	0,39 0,54

2.2. CEDIMENTI DEL TERRENO

I cedimenti del terreno, ottenuti utilizzando i moduli edometrici caratteristici dei litotipi interessati dall'opera in progetto ed ipotizzando di applicare un carico di esercizio pari a 0,1 Kg/cm², assumeranno un valore di:

NORMATIVA	CEDIMENTI DEL TERRENO
D.M. 14.01.2008 Stato Limite d'Esercizio SLD	0,17 cm

2.3. COEFFICIENTE DI SOTTOFONDAZIONE

Per il coefficiente di sottofondazione K_s , calcolato con il metodo di Bowles ipotizzando di applicare un carico di esercizio pari a $0,1 \text{ Kg/cm}^2$, si è ottenuto il seguente valore:

<p align="center">COEFFICIENTE DI SOTTOFONDAZIONE K_s (Kg/cm^3)</p>
<p align="center">1,76</p>

3. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Lo studio geologico tecnico eseguito ha evidenziato caratteristiche geomorfologiche, stratigrafiche, idrogeologiche e geotecniche idonee per il progetto di realizzazione del basamento per la collocazione della statua di Federico II nel cortile di Palazzo Ghislieri in Piazza Federico II nel Comune di Jesi.

I **terreni** presenti nell'area sono ascrivibili alla **categoria di sottosuolo C** e risultano **stabili nei confronti della liquefazione**; i rilievi sul terreno e l'analisi della banca dati dello Studio hanno inoltre messo in evidenza una sostanziale omogeneità stratigrafica e geotecnica dell'area e l'assenza di attivi processi morfogenetici, che garantiscono le fattibilità geotecniche del progetto. Gli interventi previsti non pregiudicheranno le caratteristiche geologiche e geomorfologiche del sito: la regolarità morfologica dei terreni e l'assenza di fenomeni gravitativi in atto assicurano sulla stabilità dell'area e della costruzione.

Alla luce di tali considerazioni, il progetto può ritenersi fattibile da un punto di vista geologico, geomorfologico e sismico.



San Marcello, marzo 2015

Alla presente relazione risultano allegati:

- Corografia con ubicazione area di studio scala 1: 10.000
- Stralcio Carta Geologica Regione Marche (CARG) con ubicazione area di studio scala 1: 10.000
- Stralcio Carta Geomorfologica Regione Marche (CARG) con ubicazione area di studio scala 1: 10.000
- Stralcio Tav. RI30 P.A.I. con ubicazione area di studio
- Planimetria con ubicazione sondaggio geognostico e prova penetrometrica dinamica scala 1: 2.000
- Planimetria di progetto con ubicazione prova penetrometrica dinamica scala 1: 100
- Pianta e prospetto di progetto scala 1: 50
- Stratigrafia sondaggio geognostico S_A
- Rapporto tecnico Indagine Georadar (G.P.R.)
- Moduli prova penetrometrica dinamica DPSH 1 con classificazione del sito ai sensi del D.M. 14.01.2008