studio geologico tecnico

COMUNE DI ANCONA

CASERMA DORICA DELLA GUARDIA DI FINANZA
VIA PAOLO BORSELLINO N. 1, ANCONA

LAVORI DI REALIZZAZIONE DI UN NUOVO CORPO DI FABBRICA DA ADIBIRE A SERVIZI

COMMITTENTE: **AGENZIA DEL DEMANIO**
DIREZIONE REGIONALE MARCHE SERVIZI TECNICI

Relazione geologica e geotecnica

Marzo 2017

Studio Geologico Tecnico Dott. R. Ricci - Dott. D. Stronati
Via Acquasanta, 46 60030 SAN MARCELLO (AN)
Tel. e Fax 0731 290041
C.F. e P. IVA 01083980423
E-mail: geologi@studioriccistronati.it
PEC: ricci.stronati@epap.sicurezzapostale.it

ORDINE DEI GEOLOGI DELLE MARCHE
Daniele STRONATI
Geologo Specialista
N. 224
ALBO SEZIONE A

INDICE

Modello geologico 2
PREMESSA 3
1. MODELLO GEOLOGICO DEL TERRENO 3
1.1. Geologia e geomorfologia dell'area 3
1.2. Stratigrafia 4
1.3. Cenni di idrografia e idrogeologia – Compatibilità ed invarianza idraulica 5
2. SISMICITA` 6
2.1. Indagini sismiche 6
2.1.1 Sismica a rifrazione in foro (down-hole) 6
2.1.1.1 Premessa 6
2.1.1.2 Metodologia di acquisizione 6
2.1.1.3 Modalità di acquisizione ed elaborazione dati 8
2.1.1.4 Considerazioni conclusive 9
2.1.1.5 Moduli elastici dinamici 10
2.2 Caratterizzazione sismica dell'area 12
Modello geotecnico 19
PREMESSA 20
1. MODELLO GEOTECNICO DEL TERRENO 20
1.1 Indagini in situ 20
1.2 Caratteristiche litologiche e geotecniche 20
1.2.1. Riporto 20
1.2.2. Argille limose 21
1.2.3 Limo argilloso 21
1.2.4 Ghiaia 22
1.2.5 Formazione Plio-Pleistocenica 22
1.3 Assetto geotecnico dei terreni 23
2. FONDAZIONI NUOVO FABBRICATO 24
2.1 Portanza del terreno – fondazioni su pali 24
2.2 Cedimenti del terreno – fondazione su pali 25
3. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE 25

COMUNE DI ANCONA

CASERMA DORICA DELLA GUARDIA DI FINANZA

VIA PAOLO BORSELLINO N.1, ANCONA

LAVORI DI REALIZZAZIONE DI UN NUOVO CORPO DI FABBRICA DA ADIBIRE A SERVIZI

COMMITTENTE:

AGENZIA DEL DEMANIO

DIREZIONE REGIONALE MARCHE SERVIZI TECNICI

Modello geologico

PREMESSA

La presente relazione, commissionata dall'Agenzia del Demanio – Direzione Regionale Marche Servizi Tecnici, viene redatta al fine di definire il modello geologico del terreno e determinare la categoria sismica di suolo dell'area sita in via Paolo Borsellino n° 1 nel Comune di Ancona, interessata dai lavori di realizzazione di un nuovo corpo di fabbrica da adibire a servizi presso la locale Caserma Dorica della Guardia di Finanza, 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° 2 sondaggi geognostici a carotaggio continuo, indicati con le sigle S_1DH ed S_2, n° 2 prove penetrometriche statiche, con penetrometro Pagani da 20 ton, indicate con le sigle CPT1 e CPT2, e una indagine sismica con tecnica *Down-Hole* (sismica a rifrazione in foro), in corrispondenza del sondaggio geognostico S_1DH, finalizzata a determinare l'andamento e le profondità dei vari sismostrati, associabili ai litotipi presenti nell'area indagata, le caratteristiche meccaniche di tali terreni attraverso la determinazione dei moduli elastici dinamici, e il valore del parametro $V_{S,30}$ necessario per i calcoli progettuali ai sensi del D.M. 14.01.2008 e s.m.i. (per l'esatta ubicazione dei vari punti d'indagine, vedere allegata planimetria).

Durante l'esecuzione dei sondaggi geognostici sono stati inoltre prelevati n° 2 campioni indisturbati di terreno con fustella metallica, successivamente inviati al Laboratorio Geotecnico per essere sottoposti ad analisi e prove geotecniche, per la valutazione delle caratteristiche fisiche e dei principali parametri geomeccanici (per maggiori dettagli sulle indagini geotecniche di laboratorio, vedere in allegato i relativi referti).

Infine, 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 in zone vicine, su terreni con analoghe caratteristiche geolitologiche.

1. MODELLO GEOLOGICO DEL TERRENO

1.1. Geologia e geomorfologia dell'area

Il sito in oggetto è ubicato nella pianura alluvionale del Rio Marganetto, affluente sinistro del fiume Aspio, in un'area completamente pianeggiante, trattandosi dei depositi alluvionali terrazzati, in destra idrografica, del corso d'acqua. Detta pianura, denominata "Piani della Baraccola", è stata formata per colmate alluvionali del fiume Aspio e dei suoi affluenti su depressioni e paleoalvei originati da antichi fenomeni regressivi (fase regressiva – glaciazione).

Geologicamente l'area è caratterizzata dalla presenza della Formazione in posto Plio-Pleistocenica, costituita da argille marnose alternate a strati sabbioso-arenacei, ricoperta da cospicui spessori di depositi alluvionali, rappresentati prevalentemente da materiali limo-argillosi e limo-sabbiosi a granulometria fine e finissima, con lenti ghiaiose a granulometria grossolana riscontrate in particolare al passaggio con il sottostante substrato Plio-Pleistocenico.

La deposizione di queste lenti è legata alla variazione del regime idrico del corso d'acqua ed alla migrazione dei vari sub-ambienti fluviali: ciò giustifica anche la differente natura geolitologica delle singole lenti.

Le argille marnose sono costituite da argille marine di età Plio-Pleistocenica, che si presentano con la caratteristica colorazione grigio-azzurra. Si tratta di materiali dotati di buone proprietà geomeccaniche, con permeabilità molto bassa; la loro costituzione le rende poco resistenti all'azione degli agenti atmosferici, talché possono presentarsi alterate per spessori anche di qualche metro. L'unità sabbioso-arenacea è costituita da sabbie giallastre molto addensate e talora cementate.

Nell'area, allo stato attuale, sono del tutto assenti indizi di dissesti gravitativi; non esistono pertanto problematiche di instabilità geomorfologica, come evidenziato anche nell'allegata Tav. RI32 del Piano per l'Assetto Idrogeologico della Regione Marche (P.A.I.).

I corsi d'acqua che interessano la zona sono il Rio Marganetto, che scorre ad est del sito ad una distanza di circa 470 metri, e un suo tributario destro, che scorre a sud a circa 140 m di distanza; il fiume Aspio scorre invece a circa 3,7 Km a sud dell'area. Da segnalare che alcuni rami secondari del reticolo idrografico presenti all'interno della zona artigianale e commerciale in cui ricade anche l'area di studio risultano attualmente intubati.

Benché i processi fluviali siano molto rapidi e risentano di fattori non sempre quantificabili in quanto legati all'evoluzione fisica del territorio ed alla sua utilizzazione, si può ritenere che attualmente i rischi legati ad una esondazione dell'area dovuta a piene del fiume Aspio e dei suoi tributari appaiono trascurabili, come evidenziato anche negli allegati stralci della Tav. 2.2 del Piano Straordinario dei Bacini Idrografici colpiti dagli eventi alluvionali del 16-26 settembre 2006 della Regione Marche (PS2006) e della Tav. RI32 P.A.I. (si specifica che il sito non ricade tra quelli colpiti dagli eventi alluvionali sopracitati). L'aggiornamento P.A.I. del settembre 2016, del quale sono attualmente in vigore le norme di salvaguardia, non apporta modifica né al perimetro delle aree a rischio frana ed esondazione presenti nella zona, né al grado di rischio e pericolosità delle stesse.

1.2. Stratigrafia

Mediante l'esecuzione dei sondaggi geognostici, delle prove penetrometriche e dell'indagine sismica con tecnica Down-Hole e attraverso l'analisi critica dei dati di carattere geologico e stratigrafico già in possesso dello Studio, sono stati individuati dei livelli geolitologici caratteristici e da questo riconoscimento si è potuto correlare e ricostruire la locale sequenza stratigrafica, caratterizzata dalla presenza della Formazione in posto Plio-Pleistocenica, costituita da argille marnose marine alternate a strati sabbioso-arenacei, ricoperta al tetto da cospicui spessori di depositi di natura alluvionale prevalentemente argillosa-limosa, con lenti ghiaiose riscontrate al passaggio con il sottostante substrato Plio-Pleistocenico.

In particolare, durante l'esecuzione delle prove in situ il substrato Plio-Pleistocenico, alterato al tetto nei primi spessori, è stato individuato alle profondità rispettivamente di: S_1DH = 22,50 m dal p.c.; S_2 = 21,40 m dal p.c.; CPT1 = 22,20 m dal p.c.; CPT2 = 20,00 m dal p.c.

Completa la stratigrafia dell'area lo spessore superficiale di riporto, riscontrato in corrispondenza dei vari punti d'indagine sino alle profondità rispettivamente di: S_1DH = 4,00 m dal p.c.; S_2 = 2,70 m dal p.c.; CPT1 = 3,00 m dal p.c.; CPT2 = 1,60 m dal p.c. Risulta costituito da materiali eterogenei, rappresentati da limi, limi argillosi e sabbiosi, ghiaia, ciottoli, frammenti di laterizi e detriti antropici, utilizzati per il livellamento dei terreni durante le varie fasi di urbanizzazione dell'area.

1.3. Cenni di idrografia e idrogeologia - Compatibilità ed invarianza idraulica

La zona è interessata da una falda idrica di subalveo appartenente al sistema di acque sotterranee della pianura alluvionale del Rio Marganetto e dei suoi tributari; la Formazione Plio-Pleistocenica rappresenta l'acquiclude di un acquifero contenuto nel sovrastante deposito alluvionale.

Da segnalare che durante l'esecuzione dei sondaggi e delle prove penetrometriche il livello della falda acquifera è stato individuato a circa 2,50-2,60 m di profondità dal p.c.

Nella zona non sono presenti corsi d'acqua naturali e artificiali, né a carattere perenne, né a carattere temporaneo.

L'idrografia superficiale è limitata alla presenza di piccoli corsi d'acqua che costituiscono gli elementi drenanti delle acque di ruscellamento superficiale e che confluiscono nel corso d'acqua principale, costituito nell'area di studio dal Rio Marganetto, affluente sinistro del fiume Aspio.

In particolare, come già sottolineato, il Rio Marganetto scorre ad est del sito ad una distanza di circa 470 metri, un suo tributario destro scorre a sud a circa 140 m di distanza, mentre il fiume Aspio scorre a circa 3,7 Km a sud dell'area, solcando il fondovalle a quote tali da non permettere alcun rapporto fisico ed idraulico con la zona d'interesse; alcuni rami secondari del reticolo idrografico presenti all'interno della zona artigianale e commerciale in cui ricade anche l'area di studio risultano inoltre attualmente intubati.

Dalla consultazione delle varie cartografie e dalle informazioni a disposizione, l'area di studio non risulta interessata da fenomeni di inondazione, né passati né recenti; l'andamento del corso d'acqua principale che interessa la zona, inoltre, si è mantenuto pressoché costante nel tempo.

Da un'analisi preliminare si deduce che la zona risulta posta ad una quota e distanza tale da non essere sicuramente, e quindi in maniera chiaramente inequivocabile e senza incertezze, interessabile da fenomeni di inondazione/allagamento del reticolo idrografico e conseguentemente da dinamiche fluviali

Ci troviamo pertanto in un contesto dove *risultano assenti problematiche di compatibilità idraulica*; l'area non è infatti attualmente attraversata da nessun corso d'acqua, neppure temporaneo, e non sono segnalate aree inondabili, mappate in strumenti di programmazione delle Autorità di Bacino / Autorità di distretto.

In conformità al Titolo III, Cap. 3.3, lettera a) della D.G.R. Marche n° 53 del 27.01.2014 (*"Criteri"*) e relative *"Linee Guida - B: Sviluppo della verifica per l'invarianza idraulica"*, si ritiene che le disposizioni relative alla definizione delle misure compensative necessarie a garantire il perseguimento dell'invarianza idraulica della trasformazione territoriale non si debbano applicare al progetto in oggetto, in quanto *"attività di trasformazione non comportante variazione di permeabilità superficiale"*.

Si ricorda infatti che il nuovo corpo di fabbrica in progetto verrà realizzato in corrispondenza di un piazzale già asfaltato e impermeabilizzato, non incidendo pertanto nella verifica dell'invarianza idraulica.

2. SISMICITÀ

2.1. Indagini sismiche

2.1.1. Sismica a rifrazione in foro (down-hole)

2.1.1.1. Premessa

L'utilizzo di tale metodologia ha permesso di determinare l'andamento e le profondità dei vari sismostrati ricavati, associabili ai litotipi presenti nell'area indagata; inoltre, attraverso la determinazione delle velocità degli impulsi di compressione (Vp) e di taglio (Vs), è stato possibile determinare le caratteristiche meccaniche di tali terreni, attraverso la determinazione dei moduli elastici dinamici. Le velocità delle onde di taglio determinate dall'interpretazione sono state utilizzate per calcolare il valore del parametro Vs_{30}, necessario per la definizione della categoria di suolo di fondazione (**Nuove NTC - D.M. 14 gennaio 2008 s.m.i.**). Le indagini sono consistite nell'esecuzione di n° 1 *Down-Hole* in corrispondenza del sondaggio denominato S_1DH, dove precedentemente era stato installato, sino alla profondità di 25,00 m dal p.c., un tubo di diametro 3", eseguendo 26 misure sismiche in foro con spaziatura 1 m ed utilizzando onde P ed SH fino alla profondità di 25,00 m da p.c.

SISMICA	PROVA N°	LUNGHEZZA	N° MISURE	DATA
DOWN HOLE	S_1DH	25,00	26	16/02/2017

Tab.1 – Elenco prova "Down-Hole".

2.1.1.2. Metodologia di acquisizione

La tecnica *Down-Hole* (sismica a rifrazione in foro) si basa sui principi della sismica a rifrazione di superficie, ma rispetto a quest'ultima ha il vantaggio di non avere come condizione il necessario aumento di velocità con la profondità; quindi è possibile valutare eventuali inversioni di velocità nell'ambito dell'intervallo di litotipi incontrati dalla perforazione.

Tale metodologia consiste nel misurare i tempi di arrivo delle onde sismiche, generate in superficie, ad un gruppo di geofoni posti in un foro di sondaggio (adeguatamente strumentato con tubo in PVC o altro materiale e cementato alle pareti del foro al fine di garantire un migliore contatto con i terreni circostanti), ad una determinata profondità. In particolare ogni gruppo di geofoni utilizzato in questa metodologia registra gli impulsi su tre canali provenienti da sensori orientati secondo le tre direzioni spaziali, due orizzontali (orientati secondo gli assi x e y), ed una verticale (z) (da questo deriva il nome di geofono tridimensionale).

Nel caso particolare il sistema di ricezione delle perturbazioni sismiche è costituito da una coppia di geofoni tridimensionali (posti ad una distanza di un metro), dotati di un sistema di ancoraggio pneumatico (il quale permette di farlo perfettamente aderire alle pareti del tubo) e calato a profondità note dal piano campagna.

Le misure sono state svolte dal basso verso l'alto, alzando la coppia di geofoni tridimensionali di un metro alla volta, fino a raggiungere la quota del piano di campagna. Un geofono vibra lungo il piano passante per il punto di scoppio ed il pozzo, mentre l'altro vibra nella direzione ortogonale al primo. I geofoni da foro sono stati orientati con barre guida in modo da garantirne la stessa direzione di ricezione lungo tutta la verticale del foro.

Le vibrazioni sono state generate secondo lo schema di figura seguente, con impulsi verticali o onde di compressione (battendo su una piastra) e con impulsi orizzontali o di taglio (battendo sul lato di un trave zavorrato dal peso di un automezzo), mantenendoli costanti a 3,0 m dal boccapozzo. Le differenti modalità con cui vengono generati gli impulsi sismici servono per poter rilevare, nei sismogrammi, le onde P ed SH e misurare i relativi tempi di arrivo.

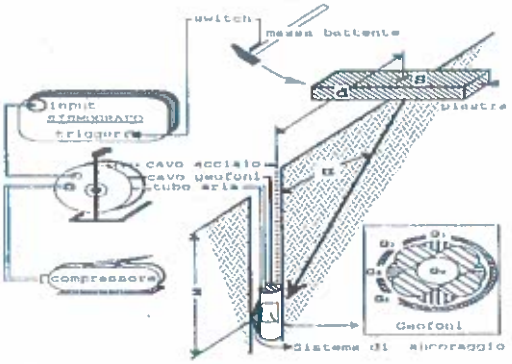


***Fig. 1** - Schema di acquisizione della metodologia down-hole*

Il segnale acquisito, è stato registrato mediante un sismografo della Ambrogeo (modello ECHO 2010), dotato di hard disk, in grado di memorizzare i dati acquisiti in formato SEG2.

Fig. 2 - Particolare dell'acquisizione con metodologia down-hole;

2.1.1.3. Modalità di acquisizione ed elaborazione dati

Come prima operazione è necessario risalire ai tempi di arrivo degli impulsi sismici generati in superficie e registrati dai geofoni all'interno del foro di sondaggio alle varie profondità.

Trovandosi la sorgente energizzante (sia per motivi logistici, sia perché è necessario che l'onda elastica non si trasmetta lungo il cemento), ad una distanza non trascurabile dall'asse del sondaggio, è necessario correggere i tempi di arrivo in modo da ottenere i valori che si riscontrerebbero se il percorso dei raggi sismici fosse verticale. Considerando la fig.3, il tempo verticale t_v, cioè il tempo di propagazione dell'onda elastica secondo l'asse del foro, sarà uguale a:

$$t_v = t \cdot \cos \alpha$$

dove t è il tempo di arrivo del primo impulso rilevato e dove:

$$\alpha = \text{arctang } d/z$$

I tempi corretti t_v sono stati raccolti in un grafico rispetto alle profondità z (fig. 3); si ha così il modo di individuare le dromocrone relative ai litotipi incontrati nella perforazione, in cui le velocità degli impulsi sismici possono essere ricavate mediante l'inclinazione assunta dalle rette di interpretazione e gli spessori possono essere valutati graficamente individuando i valori di z corrispondenti ai punti di intersezione di ogni coppia di dromocrone consecutive.

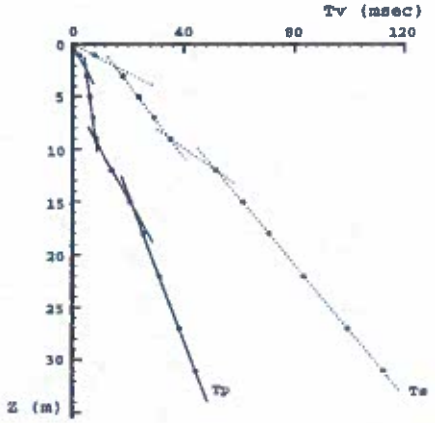


***Fig. 3** - Esempio di grafico dei tempi corretti-profondità e dromocrone individuate.*

Infine, riportando in un grafico i valori delle velocità degli impulsi sismici ricavati con le profondità, si può costruire un diagramma con i valori delle velocità dei singoli intervalli ricavate sino alla massima profondità di indagine (fig. 4).

Il grafico così ricavato evidenzia e dà un'idea di come possano variare le velocità dei terreni indagati con la profondità.

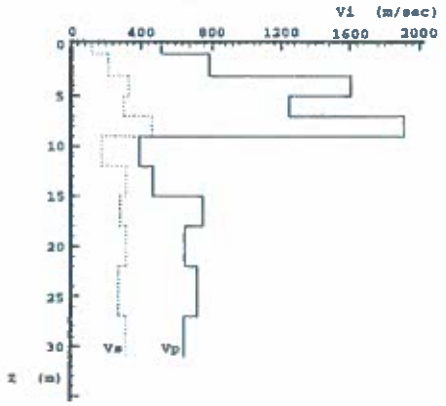


***Fig. 4** - Esempio di grafico delle velocità intervallari-profondità.*

2.1.1.4. Considerazioni conclusive

Le indagini geofisiche eseguite mediante *Down-Hole* hanno evidenziato la presenza di diversi sismostrati:

Il **primo sismostrato** (alla profondità compresa tra 0-3 m) è correlabile con terreno di riporto costituito da limi sabbiosi con ghiaia dispersa avente velocità delle Onde P di 607 m/s e Onde Sh di 252 m/s;

Il **secondo sismostrato** (visibile da 3 m fino a circa 7 m) è correlabile con depositi alluvionali prettamente coesivi con velocità delle Onde P di 991 m/s e Onde Sh di 142 m/s;

Il **terzo sismostrato** (visibile da 7 m fino a circa 16 m) è correlabile con depositi alluvionali prettamente coesivi con velocità delle Onde P di 1660 m/s e Onde Sh di 178 m/s;

Il **quarto sismostrato** (visibile da 16 m fino a circa 21 m) è correlabile con depositi alluvionali prettamente coesivi con velocità delle Onde P di 1779 m/s e Onde Sh di 266 m/s;
Il **quinto sismostrato** (visibile da 21 m fino a circa 25 m) è costituito da formazione con un medio-basso grado di alterazione con velocità delle Onde P di 2260 m/s e Onde Sh di 406 m/s.

Con riferimento alle Nuove NTC - D.M. 14 gennaio 2008 s.m.i., si riporta a titolo indicativo il valore della Vs_{30}, calcolato dalle velocità rilevate nel *Down-hole* (velocità media di propagazione entro 30 metri di profondità delle onde di taglio), parametro necessario per la definizione delle categorie di profilo stratigrafico del suolo di fondazione, ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto.

Vs_{30} (DH)= 223 m/sec

***Tab. 2** – Calcolo della Vs_{30} ricavata dalla sismica in foro (Down-Hole).*

La Vs_{30} ricavata dalla sismica in foro (*Down-Hole*) consente di attribuire i terreni in oggetto alla **Categoria "C". Il calcolo è stato eseguito per 30 m di profondità e si presume con ogni probabilità che le velocità del substrato rimangano costanti fino alla profondità di 30 m.**

2.1.1.5. Moduli elastici dinamici

Sono parametri caratteristici di un corpo che stabiliscono una relazione tra deformazioni elastiche e sforzi a cui un corpo è assoggettato.

COEFFICIENTE DI *POISSON*

Il coefficiente di POISSON è definito dalla seguente equazione:

$$\nu = \frac{0.5\left(\frac{V_p}{V_s}\right)^2 - 1}{\left(\frac{V_p}{V_s}\right)^2 - 1}$$

ed è un numero puro in senso stretto. Si può dire che è una misura della deformazione geometrica subita dal corpo.
In teoria il suo campo di variabilità risulta compreso tra 0,0 e 0,5, mentre nella pratica si è visto che il range risulta più esteso arrivando anche a valori negativi.

MODULO DI TAGLIO

È determinabile dalla sola conoscenza delle velocità delle onde SH, è una pressione che si misura in Kg/cm^2 e nella pratica si indica con G.
È calcolabile mediante la seguente formula:
dove γ = densità.

$$G = V_s^2\gamma$$

Tale parametro è fortemente dipendente dalla porosità e dalla pressione; assume valori più bassi in litotipi ad alta porosità, sottoposti a basse pressioni e saturati in acqua. Il campo di variabilità nei terreni con porosità media è molto esteso.

MODULO DI *YOUNG*

È definito dalla seguente equazione:

$$E = V_s^2\gamma\ [(3V_p^2 - 4V_s^2) / (V_p^2 - V_s^2)]$$

dove γ = densità

Il modulo di *Young* ha le dimensioni di una pressione ed in genere viene misurato in Kg/cm^2. Nelle rocce risulta molto variabile, fino a valori massimi dell'ordine di 106. In relazione al campo di variabilità di *E*, le rocce sono state divise in: quasi elastiche, semielastiche e non elastiche. Sono rocce quasi elastiche quelle che presentano un *E* compreso tra $6*10^5$ e $11*10^5$ Kg/cm^2, in genere sono rocce a grana molto fine, massicce e metamorfiche (ad esempio i marmi). Sono rocce semielastiche quelle che presentano un *E* compreso tra $4*10^5$ e $6*10^5$ Kg/cm^2, sono rocce a grana fine con buona coesione e bassa elasticità (ad esempio dolomie compatte). Sono rocce non elastiche quelle che presentano un *E* inferiore a $4*10^5$ Kg/cm^2, rientrano in questa categoria quasi tutti i terreni e le rocce a grana grossolana, con valori medio-alti di porosità e discreta o scarsa coesione.

La seguente tabella riporta il campo di variabilità dei principali moduli elastici, suddivisi in base alle litologie più rappresentative.

LITOTIPO	*E* (Kg/cm^2)	*G* (Kg/cm^2)	*ν*
ARGILLE	$20 - 3 \cdot 10^5$	$1{,}8 \cdot 10^4 - 3{,}6 \cdot 10^4$	0,35 - 0,60
SABBIE	$3 - 2 \cdot 10^4$	$10 - 5 \cdot 10^3$	0,30 - 0,35
ROCCE LITOIDI SEDIM.	$5 \cdot 10^4 - 8 \cdot 10^5$	100-20.000	0,20 - 0,40
ROCCE LITOIDI IGNEE	$1{,}5 \cdot 10^5 - 1 \cdot 10^6$	$2{,}5 \cdot 10^4 - 1 \cdot 10^6$	0,10 - 0,40

***Tab.3** – Campi di variabilità dei principali moduli elastici in base al tipo di litologia.*

N.B. Le classi di litotipi ed i relativi parametri elastici sono dati a puro titolo indicativo; ciò a causa della variabilità delle caratteristiche elastiche, anche di specifici litotipi, per piccole variazioni delle loro condizioni chimico-fisiche in natura.

I valori dei moduli elastici calcolati dal profilo di sismica in foro (*Down-Hole*) sono visibili in allegato alla presente relazione.

2.2. Caratterizzazione sismica dell'area

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	$0,25<ag\leq0,35g$	$0,35g$
2	$0,15<ag\leq0,25g$	$0,25g$
3	$0,05<ag\leq0,15g$	$0,15g$
4	$\leq0,05g$	$0,05g$

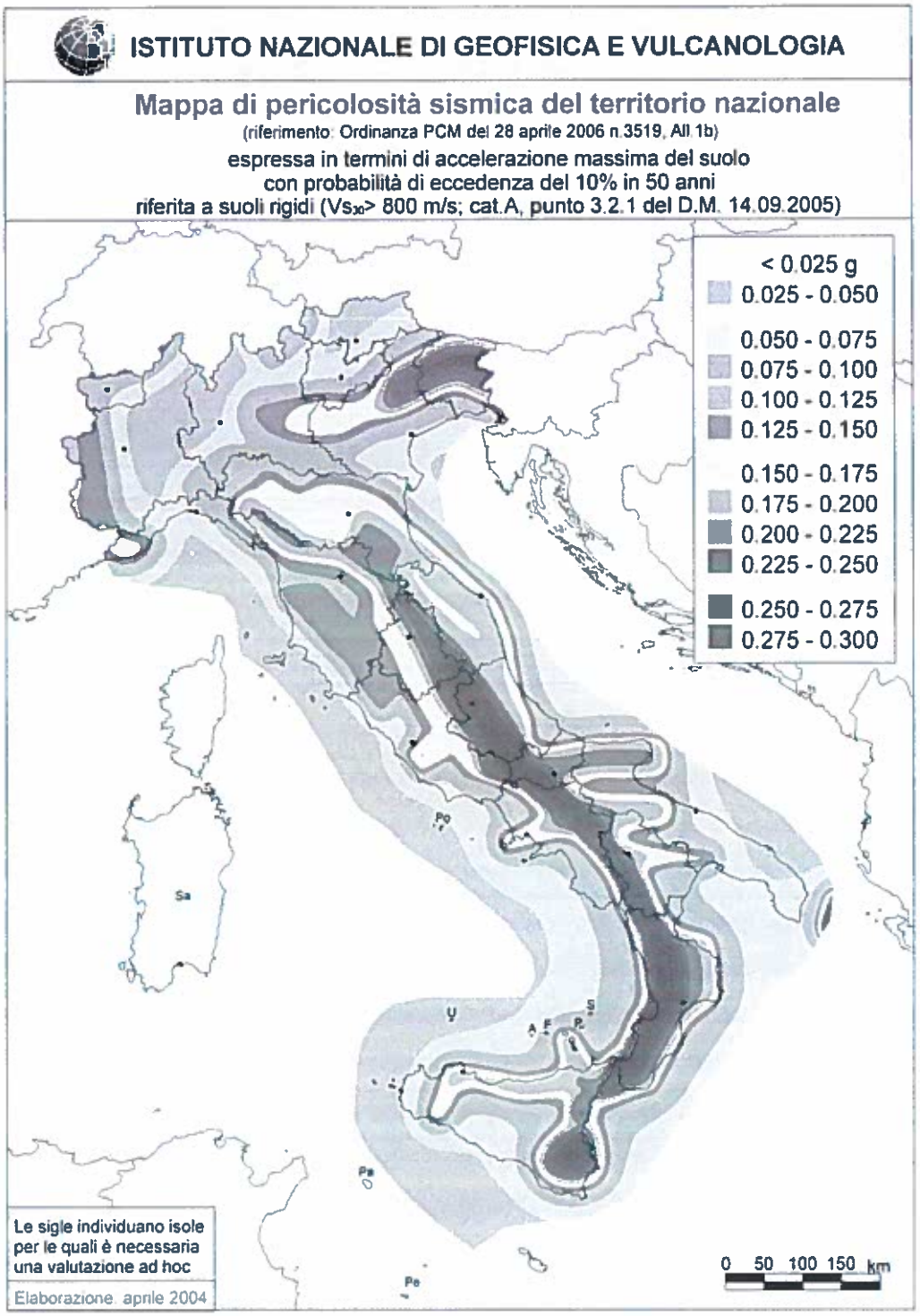


***Fig. 5** – Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale.*

Fig. 6 *– Classificazione sismica del territorio nazionale anno 2015.*

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, i risultati ottenuti dalla esecuzione dell'indagine geofisica mediante Down-Hole effettuata in corrispondenza del sondaggio S_2 permettono di attribuire i terreni presenti nell'area alla **categoria C**: si sono infatti ottenuti valori di $V_{S,30}$ = *223 m/sec*.

Tabella 3.2.II – *Categorie di sottosuolo*

Categoria	Descrizione
A	*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.
B	*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 $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	*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 $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	*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 $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	*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).

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 $i \leq 15°$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15°$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15° \leq i \leq 30°$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30°$

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 = 0,179 g**
2) Fattore massimo di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale: **F_o = 2,459**
3) Periodo d'inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale: **T^*_C = 0,296 sec**

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

Via		n°	
Comune		Cap	
Provincia			Cerca

WGS84 (°)

Latitudine		
Longitudine		Cerca
Isole	-- Seleziona --	

43.565239, 13.513193

☑ Visualizza vertici della maglia di appartenenza

(1)° Coordinate WGS84 (°)

Latitudine 43.565239 Longitudine 13.513193

(1)° Coordinate ED50 (°)

Latitudine 43,566183 Longitudine 13,514121

Classe dell'edificio

II. Affollamento normale. Assenza di funz. pubbliche e sociali...

Cu = 1

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

Interpolazione Media ponderata

Calcola

Stato Limite	Tr [anni]	a_g [g]	Fo	Tc* [s]
Operatività (SLO)	30	0,044	2,433	0,278
Danno (SLD)	50	0,058	2,573	0,277
Salvaguardia vita (SLV)	475	0,179	2,459	0,296
Prevenzione collasso (SLC)	975	0,233	2,498	0,309
Periodo di riferimento per l'azione sismica	50			

CALCOLO COEFFICIENTI SISMICI

○ Muri di sostegno ○ Paratie

◉ Stabilità dei pendii e fondazioni

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

H (m) 1

us (m) 0.1

Categoria sottosuolo C

Categoria topografica T1

	SLO	SLD	SLV	SLC
Ss * Amplificazione stratigrafica	1,50	1,50	1,44	1,35
Cc * Coeff. funz categoria	1,60	1,60	1,57	1,55
St * Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

☑ Acc.ne massima attesa al sito [m/s²] 0.6

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,013	0,017	0,062	0,088
kv	0,007	0,009	0,031	0,044
Amax [m/s²]	0,652	0,858	2,523	3,091
Beta	0,200	0,200	0,240	0,280

Calcola

* I valori di Ss, Cc ed St possono essere variati.

(1)° Il software converte i dati dal sistema WGS84 al sistema ED50, prima di elaborare i risultati è comunque possibile inserire direttamente le coordinate nel sistema ED50. I punti sulla mappa sono da considerarsi esclusivamente in coordinate WGS84.

(2)° Il file creato con *"Salva file"* può essere importato automaticamente negli applicativi GeoStru.

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 $U_c > 3{,}5$.

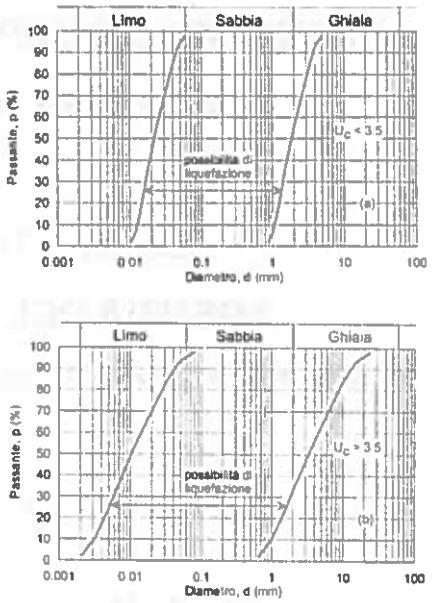


Figura 7.11.1 – *Fusi granulometrici di terreni suscettibili di liquefazione*

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 ANCONA

CASERMA DORICA DELLA GUARDIA DI FINANZA

VIA PAOLO BORSELLINO N.1, ANCONA

LAVORI DI REALIZZAZIONE

DI UN NUOVO CORPO DI FABBRICA

DA ADIBIRE A SERVIZI

COMMITTENTE:

AGENZIA DEL DEMANIO

DIREZIONE REGIONALE MARCHE SERVIZI TECNICI

Modello geotecnico

PREMESSA

La presente relazione, commissionata dall'Agenzia del Demanio – Direzione Regionale Marche Servizi Tecnici, viene redatta al fine di definire il modello geotecnico del terreno interessato dai lavori di realizzazione di un nuovo corpo di fabbrica da adibire a servizi presso la Caserma Dorica della Guardia di Finanza ubicata in via Paolo Borsellino n° 1 nel Comune di Ancona, 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 del sito sono stati analizzati i dati ottenuti attraverso l'esecuzione di n° 2 sondaggi geognostici a carotaggio continuo, indicati con le sigle S_1DH ed S_2, n° 2 prove penetrometriche statiche, con penetrometro Pagani da 20 ton, indicate con le sigle CPT1 e CPT2, e una indagine sismica con tecnica *Down-Hole* (sismica a rifrazione in foro) in corrispondenza del sondaggio geognostico S_1DH, finalizzata a determinare l'andamento e le profondità dei vari sismostrati, associabili ai litotipi presenti nell'area indagata, le caratteristiche meccaniche di tali terreni attraverso la determinazione dei moduli elastici dinamici, e il valore del parametro $V_{S,30}$ necessario per i calcoli progettuali ai sensi del D.M. 14.01.2008 e s.m.i. (per l'esatta ubicazione dei vari punti d'indagine, vedere allegata planimetria).

Durante l'esecuzione dei sondaggi geognostici sono stati inoltre prelevati n° 2 campioni indisturbati di terreno con fustella metallica, alle profondità rispettivamente di: S_1DH = 7,00-7,50 m dal p.c.; S_2 = 14,70-15,30 m dal p.c., successivamente inviati al Laboratorio Geotecnico per essere sottoposti ad analisi e prove geotecniche, per la valutazione delle caratteristiche fisiche e dei principali parametri geomeccanici (per maggiori dettagli sulle indagini geotecniche di laboratorio, vedere in allegato i relativi referti).

Sono stati infine consultati anche i dati riguardanti prove ed analisi geotecniche di laboratorio effettuate precedentemente su altri 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

Risulta costituito da materiali eterogenei, rappresentati da limi, limi argillosi e sabbiosi, ghiaia, ciottoli, frammenti di laterizi e detriti antropici. Lo spessore del materiale di riporto varia da circa 4,00 m dal p.c. in S_1 a circa 2,70 m dal p.c. in S_2.

Data la natura non omogenea del deposito, i parametri geotecnici sono mal valutabili, ma comunque, nel complesso, da considerare scadenti; se ne sconsiglia pertanto l'uso come terreno di fondazione.

1.2.2. Argille limose

Il litotipo è costituito da argille con elevato contenuto organico, elevata compressibilità e plasticità, con consistenza medio-bassa (durante l'esecuzione dei sondaggi geognostici le argille limose si presentavano da molli a mediamente consistenti).

Al loro interno sono stati riscontrati elementi organici puntiformi, concrezioni carbonatiche, rari elementi di ghiaia fine; da segnalare anche la presenza, a luoghi, di resti organici diffusi (torba).

La colorazione varia dal nero al grigio-azzurro sino al nocciola-grigio.

Nel complesso si tratta di un litotipo con caratteristiche geotecniche scadenti, anche per l'elevato grado di saturazione con cui generalmente si rinviene. Di seguito si riportano i principali parametri geomeccanici ottenuti sottoponendo a prove ed analisi di laboratorio due campioni di terreno rappresentativi di tale litotipo, prelevati durante l'esecuzione dei sondaggi geognostici alle profondità rispettivamente di: S_1DH = 7,00-7,50 m dal p.c.; S_2 = 14,70-15,30 m dal p.c.:

Contenuto naturale d'acqua	Wn = 29-40 %
Limite liquido	LL = 42-82 %
Limite plastico	LL = 21-33 %
Indice plastico	IP = 21-49 %
Porosità	n = 44-52 %
Indice dei vuoti	e = 0,79-1,07
Pocket Penetrometer	qu = 0,7-2,4 Kg/cm^2
Resistenza ad E.L.L.	Qu = 0,20-0,54 Kg/cm^2
Coesione non drenata (E.L.L.)	cu =0,10-0,26 Kg/cm^2
Coesione drenata	c' = 0,12-0,23 Kg/cm^2
Modulo edometrico	Eed = 20-50 Kg/cm^2
Angolo di attrito interno	φ = 23°-25°
Peso di volume	γ = 1,82-1,94 gr/cm^3

1.2.3. Limo argilloso

Riscontrato con spessori minimi, si tratta di un litotipo limoso con elevato contenuto di particelle argillose, di colore nocciola con venature azzurrine, di consistenza medio-bassa e plasticità medio-alta; al suo interno si ritrovano inglobati elementi organici puntiformi e concrezioni carbonatiche.

Il litotipo è caratterizzato da una forte tendenza ad assorbire acqua, con conseguenti rigonfiamenti e relativi ritiri, quando quest'acqua viene ceduta nei periodi asciutti; tale fenomeno produce allo stato naturale un rammollimento del litotipo, determinando uno scadimento delle caratteristiche geotecniche.

I principali parametri geotecnici sono i seguenti:

Contenuto naturale d'acqua	Wn = 15-30 %
Indice di plasticità	Ip = 10-25 %

Indice di consistenza	Ic = 0,8-1,5
Pocket Penetrometer	qu = 1,4-4,5 Kg/cm^2
Coesione non drenata (V.T.)	cu = 0,3-1,5 Kg/cm^2
Coesione drenata	c' = 0,05-0,10 Kg/cm^2
Modulo edometrico	Eed = 30-60 Kg/cm^2
Angolo di attrito interno	φ = 22°-24°
Peso specifico apparente	γ = 1,95-2,00 t/m^3

1.2.4. Ghiaia

Individuata in forma di sottile lente al tetto del substrato Plio-Pleistocenica.

Con tale termine viene indicato il deposito alluvionale in cui la frazione granulometrica preponderante è maggiore di 2,00 mm.

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

La parte fine (matrice), localmente abbondante, è composta da elementi limo-argillosi.

Le caratteristiche geotecniche assumibili sono:

Modulo di elasticità	E = 200-300 Kg/cm^2
Coesione drenata	c' = 0,00 Kg/cm^2
Angolo di attrito interno	φ = 32°-35°
Peso specifico apparente	γ = 1,95-2,00 t/m^3

1.2.5. Formazione Plio-Pleistocenica

Rappresenta il substrato resistente ed è costituita da argilliti marnose grigio-azzurre alternate a strati sabbioso-arenacei giallastri, cronologicamente attribuibili al Plio-Pleistocene.

Si tratta di un litotipo mediamente plastico (nella componente argillosa), poco compressibile e nel complesso dotato di ottime caratteristiche geomeccaniche. Nei livelli più superficiali la formazione si presenta alterata, con leggero decadimento dei parametri di resistenza geomeccanica (la colorazione diviene nocciola).

I parametri geotecnici attribuibili alle singole componenti sono i seguenti:

argilliti:

Contenuto naturale d'acqua	Wn = 15-25 %
Indice di plasticità	IP = 20-22 %
Indice di consistenza	Ic = 1,1-1,2
Pocket penetrometer	qu = >6,0 Kg/cm^2
Coesione non drenata (VT)	cu = >>2,0 Kg/cm^2
Coesione drenata	c' = 0,15-0,30 Kg/cm^2

Modulo edometrico	Eed = 100-150 Kg/cm^2
Angolo di attrito interno	φ = 25°-30°
Peso specifico apparente	γ = 2,10-2,15 t/m^3

La frazione costituita dagli orizzonti sabbiosi-arenacei presenta caratteristiche geotecniche senz'altro migliori, specialmente nei livelli dove il litotipo si rinviene fortemente cementato:

sabbie ed arenarie:

Contenuto naturale d'acqua	Wn = 15-18 %
Indice di plasticità	IP = 0,0
Porosità	n = 30 %
Coesione drenata	c' = 0,0 Kg/cm^2
Modulo edometrico	Eed = 100-150 Kg/cm^2
Angolo di attrito interno	φ = 30°-34°
Peso specifico apparente	γ = 2,00-2,05 t/m^3

1.3. Assetto geotecnico dei terreni

Attraverso l'esecuzione dei sondaggi geognostici, delle prove penetrometriche statiche e dell'indagine sismica con tecnica Down-Hole e dall'analisi dei dati stratigrafici già in possesso dello Studio, relativi a precedenti campagne geognostiche effettuate in zone vicine a quella in oggetto, la stratigrafia locale risulta schematizzabile in 5 livelli geotecnici, come segue:

	STRATIGRAFIA	Peso specifico γ (t/m³)	Angolo d'attrito φ (°)	Coesione drenata c' (Kg/cm²)	Coesione non drenata cu (Kg/cm²)
0,00 m -1,60÷4,00 m	Riporto	1,70	15°	0,00	0,00
-18,00÷22,20	Depositi alluvionali prevalentemente argillosi-limosi	1,90	23°	0,15	0,10
-20,60÷22,20	Depositi alluvionali prevalentemente limo-argillosi	1,95	24°	0,05	0,30
-21,40÷22,50 m	Depositi alluvionali prevalentemente ghiaiosi	2,00	32°	0,00	0,00
	Substrato: Formazione Plio-Pleistocenica, alterata al tetto	2,10	25°	0,20	3,00

***Tab.4** – Assetto geotecnico dei terreni.*

NOTE: Durante l'esecuzione dei sondaggi e delle prove penetrometriche il livello della falda acquifera è stato individuato a circa 2,50-2,60 m di profondità dal p.c.

2. FONDAZIONI NUOVO CORPO DI FABBRICA

Nell'area di sedime della struttura in progetto sono stati rinvenuti cospicui spessori di materiale di riporto di scadenti parametri geomeccanici, che impediscono il ricorso a fondazioni dirette superficiali; pertanto in funzione delle caratteristiche litologiche e geotecniche dei litotipi, ed in relazione alla tipologia dell'edificio in progetto, si consiglia di eseguire **fondazioni profonde su pali infissi**, appoggiati sulla Formazione in posto Plio-Pleistocenica sovraconsolidata, dotata di elevati parametri di resistenza geomeccanica, ritenendo tale tipologia di intervento la più idonea per la specifica tipologia di terreni presenti nel sito.

Nella determinazione della lunghezza dei pali occorre considerare che il substrato Plio-Pleistocenico, nell'area di sedime del nuovo corpo di fabbrica, è stato riscontrato ad una profondità minima di circa 21,40 m dal p.c.: si consiglia pertanto di prevedere pali di lunghezza variabile tra 22-23 m.

2.1. Portanza del terreno - fondazioni profonde su pali

Il numero dei pali, la profondità ed il diametro dei pali stessi e conseguentemente la capacità portante dei terreni saranno determinati dal Tecnico Calcolatore in base ai carichi esercitati dalla struttura nel sottosuolo, tenendo in considerazione che il palo dovrà essere intestato all'interno del substrato

sovraconsolidato Plio-Pleistocenico. Il calcolo dovrà essere determinato utilizzando i coefficienti geotecnici riportati nei precedenti paragrafi.

Nel caso specifico si vuol proporre un calcolo indicativo della capacità portante di un singolo palo, utilizzando i coefficienti geotecnici caratteristici dei litotipi presenti e considerando un palo di lunghezza pari a 22 m e diametro ∅ 0,40 m.

Il valore di portanza risulta pari a:

LUNGHEZZA PALO *(m)*	***DIAMETRO PALO*** *(m)*	***NORMATIVA***	***PORTATA PALO***
22	0,40	D.M. 14.01.2008 Stato Limite Ultimo SLV Approccio I Comb. 2 (condizioni non drenate)	**Pt = 27,2 ton**
22	0,40	D.M. 14.01.2008 Stato Limite Ultimo SLV Approccio II (condizioni non drenate)	**Pt = 34,3 ton**

Tab.5 *– Portanza pali di fondazione.*

2.2. Cedimenti del terreno - fondazioni profonde su pali

In considerazione del sistema di fondazioni profonde consigliato, con pali appoggiati sul substrato sovraconsolidato Plio-Pleistocenico, dotato di elevate caratteristiche geotecniche, si ritiene che i cedimenti, qualora presenti, saranno di modesto valore e comunque ben sopportabili dalla struttura e dal terreno di fondazione.

3. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Lo studio geologico tecnico eseguito ha evidenziato caratteristiche geomorfologiche, stratigrafiche, idrogeologiche e geotecniche idonee per il progetto di realizzazione del nuovo corpo di fabbrica da adibire a servizi presso la Caserma Dorica ubicata in via Paolo Borsellino n° 1 nel Comune di Ancona.

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 superficie regolare dei terreni, l'assenza di fenomeni gravitativi in atto e di rischi legati all'idraulica fluviale, assicurano sulla stabilità dell'area e della costruzione.

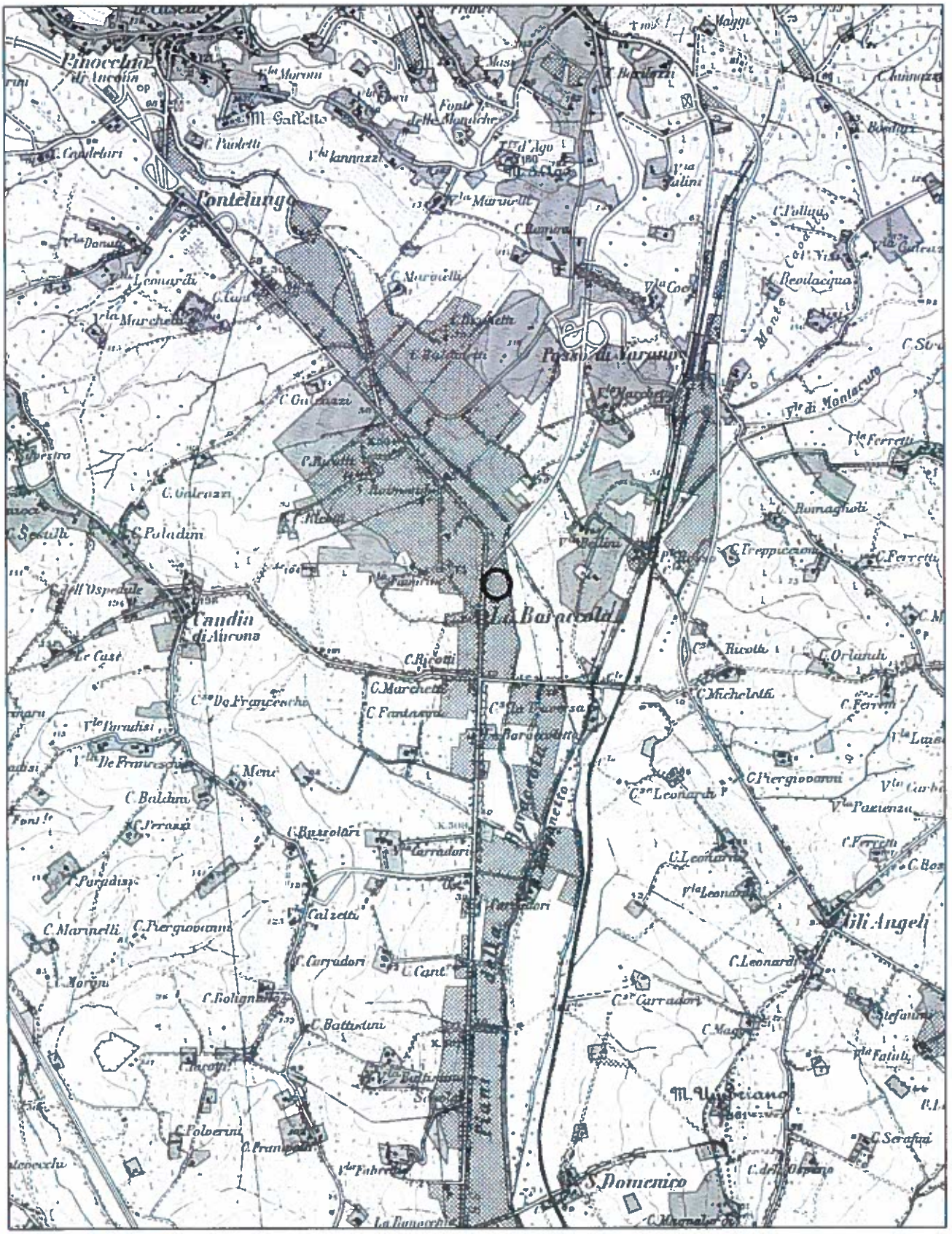
Alla luce di tali considerazioni, il progetto può ritenersi fattibile da un punto di vista geologico, geomorfologico e sismico.

San Marcello, marzo 2017

ORDINE DEI GEOLOGI DELLE MARCHE
Daniele STRONATI
Geologo Specialista
N. 224
ALBO SEZIONE A

Alla presente relazione sono uniti i seguenti allegati:

- Corografia con ubicazione area di studio scala 1: 25.000
- Stralcio Carta Tecnica Regionale 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 Tav. RI32 P.A.I. Marche con ubicazione area di studio
- Stralcio Tav. 2.2 PS2006 con ubicazione area di studio scala 1: 25.000
- Pianta di progetto con ubicazione sondaggi geognostici, Down-Hole, prove penetrometriche CPT e traccia sezione geologica scala 1: 250
- Prospetti di progetto scala 1: 250
- Sezione geologica A – A' scala 1: 250
- Stratigrafie sondaggi geognostici S_1DH ed S_2
- Prove penetrometriche CPT1 e CPT2
- Prove ed analisi geotecniche di laboratorio
- Down-Hole (Sismogrammi e Velocità -Tabella Moduli elastici dinamici e tempi intercetti, Sismostrati individuati e calcolo V_{S30})

COROGRAFIA

scala 1: 25.000