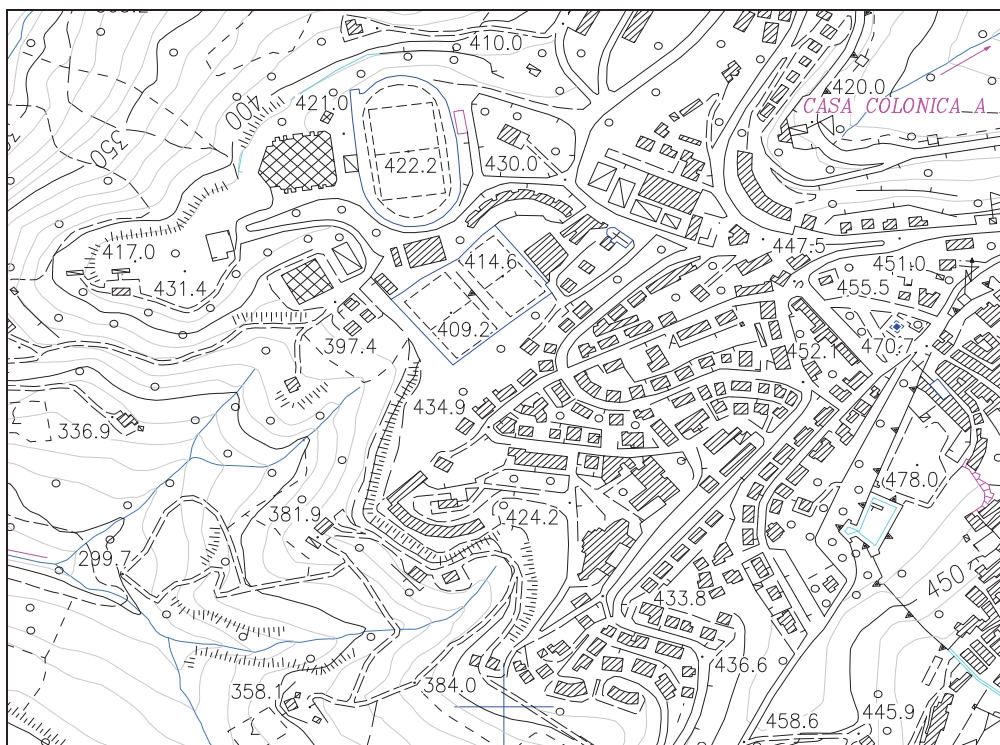




GEOLOGI ASSOCIATI
M. MARI - G. MAROLDA

Regione Marche
Provincia di Pesaro e Urbino
Comune di Urbino

STUDIO GEOLOGICO E TECNICO VOLTO A VALUTARE L'ASSETTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO DI UN'AREA OGGETTO DI PROPOSTA DI VARIANTE AL P.R.G., UBICATA IN LOCALITA' "LA BUCA 1" E "LA BUCA 2", NEL CAPOLUOGO DI URBINO, PER LA REALIZZAZIONE DELLA NUOVA SEDE DI SCIENZE MOTORIE DELL'UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI URBINO



Committente: Chiesa Cattedrale di Urbino
Piazza Pascoli, 2
61029 Urbino (PU)

Data:
settembre 2015

Rif. 036/2015

GEOLOGI ASSOCIATI
MARI MILENA - MAROLDA GERARDO PAOLO GIOVANNI

VIA BEATO MAINARDO VESCOVO, 4 - 61029 URBINO (PU)
P.IVA E C.F. 02311890418

TEL-FAX 0722 322697 E-MAIL geologiass@alice.it
MARI 348 7401016 - MAROLDA 339 6377605

Geol. Gerardo Marolda
Geol. Milena Mari

INDICE

PREMESSA.....	2
UBICAZIONE.....	3
INQUADRAMENTO GENERALE	3
GEOMORFOLOGIA.....	3
GEOLOGIA	4
IDROLOGIA SUPERFICIALE E SOTTERRANEA.....	6
RISCHIO IDROGEOLOGICO	7
COMPATIBILITA' IDRAULICA (L.R. 22/2011, D.G.R 53/2014)	8
OSSERVAZIONI METEO-CLIMATICHE	9
OSSERVAZIONI SULLA SISMICITA'	11
PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE.....	12
MICROZONAZIONE SISMICA	13
CATEGORIA DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE (NTC 2008).....	14
INDAGINI E SUCCESSIONE STRATIGRAFICA LOCALE.....	16
INDAGINI ESEGUITE	16
SUCCESSIONE STRATIGRAFICA.....	16
PARAMETRI GEOTECNICI E ANALISI DI LABORATORIO	17
VERIFICHE DI STABILITA'	19
INDICAZIONI GENERALI	20
CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE.....	22
 ALLEGATI GRAFICI	

PREMESSA

Su incarico affidato dalla Chiesa Cattedrale di Urbino, è stata approntata la presente relazione geologica e tecnica finalizzata a valutare l'assetto geologico, geomorfologico e idrologico dell'area oggetto di proposta di Variante al P.R.G. del Comune di Urbino in corrispondenza dell'area in cui sono presenti i due campi sportivi denominati "La Buca 1" e "La Buca 2".

Lo studio si è articolato nelle seguenti fasi:

- rilievi di superficie diretti a definire un quadro dettagliato delle caratteristiche geomorfologiche e geologiche dell'area;
- esecuzione di sopralluoghi per l'acquisizione di dati in merito allo stato di fatto;
- acquisizione di informazioni relative all'area di studio;
- analisi degli elaborati grafici esistenti (rapporti tecnici, carte topografiche, carte tematiche, P.A.I.), finalizzata alla ricostruzione dell'assetto geologico e idrogeologico dell'area;
- esecuzione di indagini geognostiche e geofisiche, ad integrazione di dati geognostici e geofisici pregressi:
 - n° 8 prove penetrometri che (tipo CP T e DPSH), n° 1 sismico in tecnica tomografica e masw, prospezioni con georadar;
- analisi di laboratorio su n° 2 campioni di terreno;
- elaborazione dei dati ricavati dalle suddette fasi di studio, finalizzata alla caratterizzazione geologica e geomorfologica dell'area e alla caratterizzazione geotecnica dei terreni, con ricostruzione del modello geologico e dell'assetto idrogeologico dell'area ed indicazioni sulle possibilità di utilizzo.

UBICAZIONE

La zona in studio è ubicata in corrispondenza dell'area sportiva del Capoluogo di Urbino in Via dell'Annunziata; più precisamente la zona corrisponde quasi interamente ai campi di allenamento denominati "La Buca 1" (a monte) e "La Buca 2" (a valle).

Nella cartografia ufficiale l'area di studio ricade all'interno del Foglio n° 109 della Carta Topografica d'Italia (scala 1:25.000) nella Tavoletta III° S.E. – "Urbino". Sulla Carta Tecnica Numerica della Regione Marche (scala 1:10.000), l'area è ubicata all'interno della Sezione n° 279080 "Urbino". Infine, per quello che riguarda i riferimenti catastali, l'area in oggetto trova riferimento al Foglio n° 163 del Catasto terreni del Comune di Urbino; per il dettaglio delle particelle si rimanda alla planimetria allegata.

INQUADRAMENTO GENERALE

GEOMORFOLOGIA

L'area di studio è ubicata al margine occidentale del centro abitato di Urbino, a N.O. del nucleo storico, e l'area rientra nel settore tipicamente collinare.

A scala generale, al motivo morfologico della dorsale principale, disposta in direzione S-N, si sovrappongono le forme a scala minore legate alla combinazione dell'azione degli agenti esogeni, delle acque superficiali e di processi di versante, che si sommano agli effetti dovuti all'assetto lito-stratigrafico e strutturale: L'insieme di tali elementi da origine a dorsali minori e impluvi o avvallamenti, variamente orientati.

Nello specifico, la zona in esame risulta impostata a quote comprese tra circa 400 m e 420 m s.l.m., in corrispondenza della parte medio-alta di un pendio che digrada verso Sud Ovest. Il pendio è caratterizzato da una acclività media di 12°, il settore posto a valle della zona in studio presenta una pendenza media di circa 15°, la pendenza media del settore oggetto di studio è pari a circa 7°-8°.

Analizzando nel dettaglio l'andamento dell'area oggetto di variante, la morfologia è contraddistinta da due ampie spianate di origine antropica, in cui si sono realizzati due campi da calcio, entrambe delimitate sul lato di monte da un muro di sostegno, alto circa 5-6 m. Il settore di valle della zona in studio (a valle del campo "La Buca 2") è costituito da una scarpata, anch'essa in parte di origine antropica, alta circa 10-13 m, con pendenze dell'ordine di 26°-28°. In corrispondenza del settore S.E. l'area di studio si chiude con una scarpata alta circa 10 m, con acclività media di 50°, su cui affiora il substrato geologico.

Le due aree pianeggianti sopra descritte derivano in parte dall'accumulo di materiale di riporto che ha colmato l'impluvio originario che solcava l'area oggetto di studio, e, in misura minore, dallo scavo del pendio originario, soprattutto lungo il fianco S.E. Tale evoluzione è

ricostruibile sia dalla successione stratigrafica dei terreni, sia dalle carte tecniche e riprese aeree prodotte negli anni '70 o in precedenza.

I due campi da calcio sono separati tra loro da un muro di contenimento alto circa 5 mt costituito da mattoni; limitatamente al settore Sud-Est la scarpata che divide i due campi è priva di opere di contenimento.

Il campo "La Buca 1" è delimitato su ogni lato da muri di sostegno in mattoni, mentre il campo "La Buca 2" è delimitato da muri solamente lungo il lato N.O. (oltre al muro che separa i due campi, già descritto in precedenza).

Per quello che riguarda le condizioni di stabilità generali, il rilievo geologico - geomorfologico di superficie non ha evidenziato la presenza di forme e processi riferibili a movimenti gravitativi in atto; le uniche forme riconducibili a processi recenti corrispondono ad un abbassamento dei terreni (di poche decine di centimetri) limitatamente al settore centrale della scarpata di valle, in corrispondenza della porzione alta della stessa. Sulla base dei dati raccolti, suddetto abbassamento si è attuato alcuni anni fa e negli ultimi anni non è stata osservata alcuna evoluzione/progressione dello stesso. Inoltre si sottolinea che in corrispondenza del settore che ha subito l'abbassamento era stato eseguito uno scavo per la posa di una condotta fognaria. Il cedimento dei terreni è da ricondurre pertanto anche all'assestamento e costipamento naturale dei terreni che erano stati rimaneggiati.

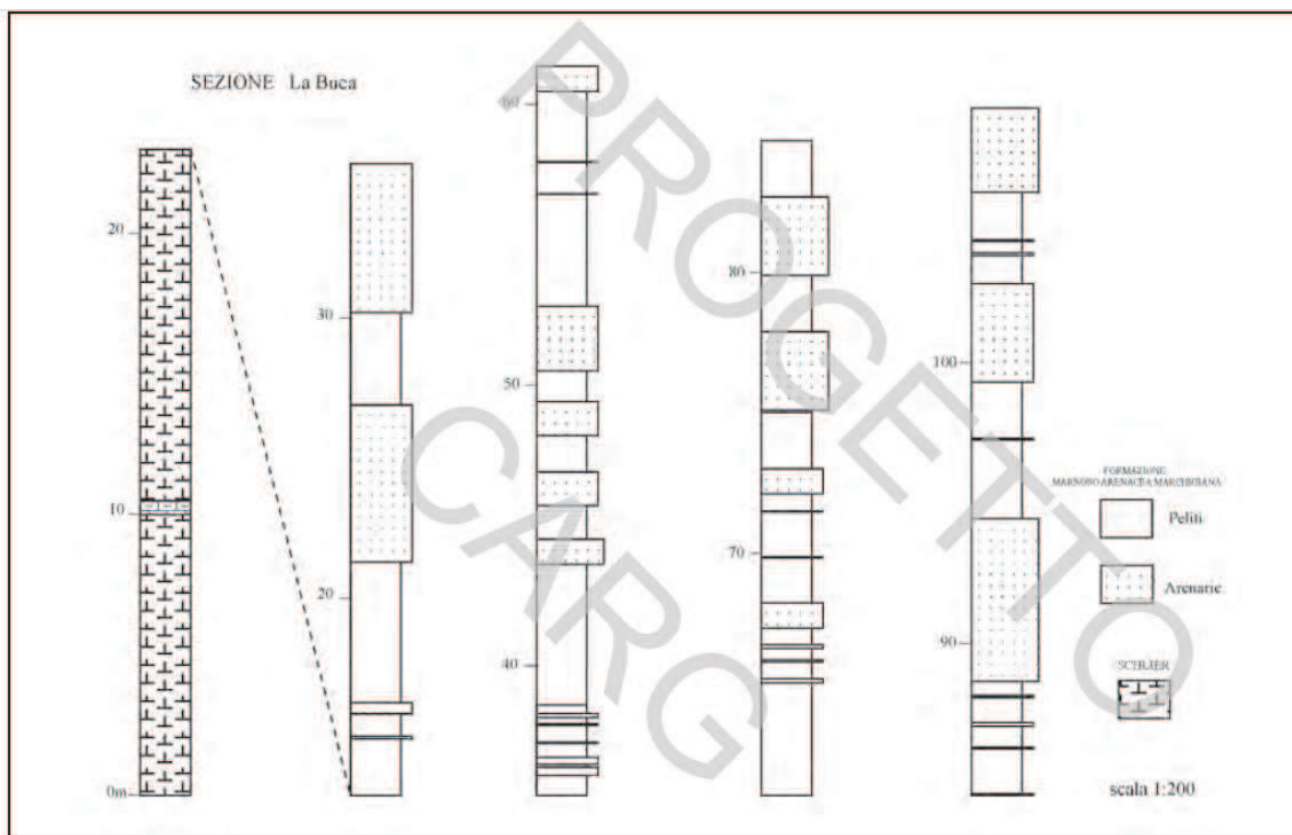
GEOLOGIA

Per quanto concerne la geologia, il territorio è caratterizzato da unità sedimentarie della Successione Umbro-Marchigiana, di età del Miocene medio-sup. In particolare, le unità rilevate in prossimità della zona di studio, elencate a partire dalla più recente, sono:

- FAM2, Marnoso-Arenacea Marchigiana: costituita dall'alternanza di strati marnosi di colore grigio-azzurro e strati arenacei di colore ocreo di origine torbiditica (il rapporto arenaria/pelite cresce verso l'alto, da 1:3 a 10:1). Età: Messiniano Inf. Tortoniano. L'area è caratterizzata dall'affioramento del Membro di Urbino (FAM2).
- SCH, Schlier: Marne, marne argillose di colore grigio chiaro, talora marne calcaree e calcari marnosi bianco grigiastri. Età: Tortoniano - Elveziano.
- BIS, Bisciario: Calcari marnosi grigio chiari, ben stratificati, talora selciferi, con marne grigie intercalate. Età: Langhiano.

Nello specifico l'area ricade nella zona di passaggio tra la formazione Marnoso Arenacea e la formazione dello Schlier. Infatti, tutto il settore di monte e parte del campo inferiore sono caratterizzati dall'alternanza di litotipi marnosi e arenacei, ascrivibili alla Formazione della Marnoso-Arenacea; mentre in corrispondenza dell'estremo settore di valle e del vertice S dell'area, il substrato è costituito da marne, marne argillose e marne calcaree della formazione dello Schlier.

Le arenarie della Formazione Marnoso-Arenacea sono spesso poco cementate, in strati da sottili a molto spessi, come ricostruito proprio in corrispondenza dell'area oggetto di studio nell'ambito del Progetto CARG.



Log stratigrafico del Membro di Urbino (FAM2) ricostruito in località La Buca, estratto dalle Note Illustrative della Carta Geologica d'Italia Foglio 279-Urbino

Per la maggior parte dell'area di studio la formazione geologica di base è ricoperta da depositi da poco a mediamente consolidati, costituiti in parte da terreno di riporto e in parte da detrito di origine colluviale ed eluviale. Tali depositi raggiungono anche spessori notevoli (anche fino a 15 m), poiché hanno colmato l'impluvio originario. La formazione geologica è affiorante o sub-affiorante in corrispondenza del lato S.E. dell'area di studio. In corrispondenza di entrambi i crinali minori che delimitano l'impluvio, il substrato è affiorante.

Per quanto concerne l'assetto strutturale, il motivo principale è costituito da strutture plicative a direzione appenninica; nello specifico, la zona in studio risulta interposta tra un'anticlinale (ubicata a S.O.) e una sinclinale (ubicata a N.E.), pertanto gli strati immergono verso N.E. e localmente si presentano con inclinazione molto alta (sub-verticale).

IDROLOGIA SUPERFICIALE E SOTTERRANEA

L'area in esame non interferisce con elementi del reticolo idrografico superficiale; la modellazione del versante rispetto all'originaria conformazione a impluvio riduce i quantitativi di acqua che per ruscellamento confluiscono verso i campi da calcio e verso la parte bassa del pendio; le acque meteoriche sono raccolte in una condotta che attraversa i due campi e che segue circa la direzione di massima pendenza.

Dal punto di vista idrogeologico l'area è caratterizzata da litotipi con caratteristiche variabili, dovute in primo luogo all'eterogeneità dei depositi. Per quanto concerne il substrato la permeabilità risulta influenzata sia dalla litologia (permeabilità primaria), sia dal grado di fratturazione (permeabilità secondaria). Tali fattori determinano una permeabilità variabile da molto-bassa a medio-alta. In particolare la circolazione di acqua è favorita all'interno degli orizzonti a prevalente componente sabbiosa e maggiormente fratturati della Formazione Marnoso Arenacea; diversamente gli starti marnosi dello Schlier (e della Marnoso-Arenacea) sono caratterizzati da permeabilità molto bassa.

La presenza dei due diversi substrati costituisce probabilmente il motivo per cui in corrispondenza della prova CPT4-14 (quella ubicata più a valle), durante l'esecuzione della prova, è stata rilevata la presenza di acqua ad una profondità di circa 10/11 m, in prossimità del passaggio coltre/substrato. Anche per la prova CPT1-15 è stata rilevata la presenza di acqua, con livello piezometrico a circa -5.6 m dal p.c.

Dal momento che in corrispondenza di due prove è stata rilevata la presenza di acqua, si è proceduto alla valutazione della vulnerabilità della falda superficiale applicando il metodo GOD (Groundwater occurrence, Overall lithology of aquifer, Depth to groundwater table or strike) di Foster e Hirata (1988). Tale metodo per la valutazione della vulnerabilità intrinseca di un acquifero considera tre fattori:

G = tipologia della falda (libera, confinata, semiconfinata...);

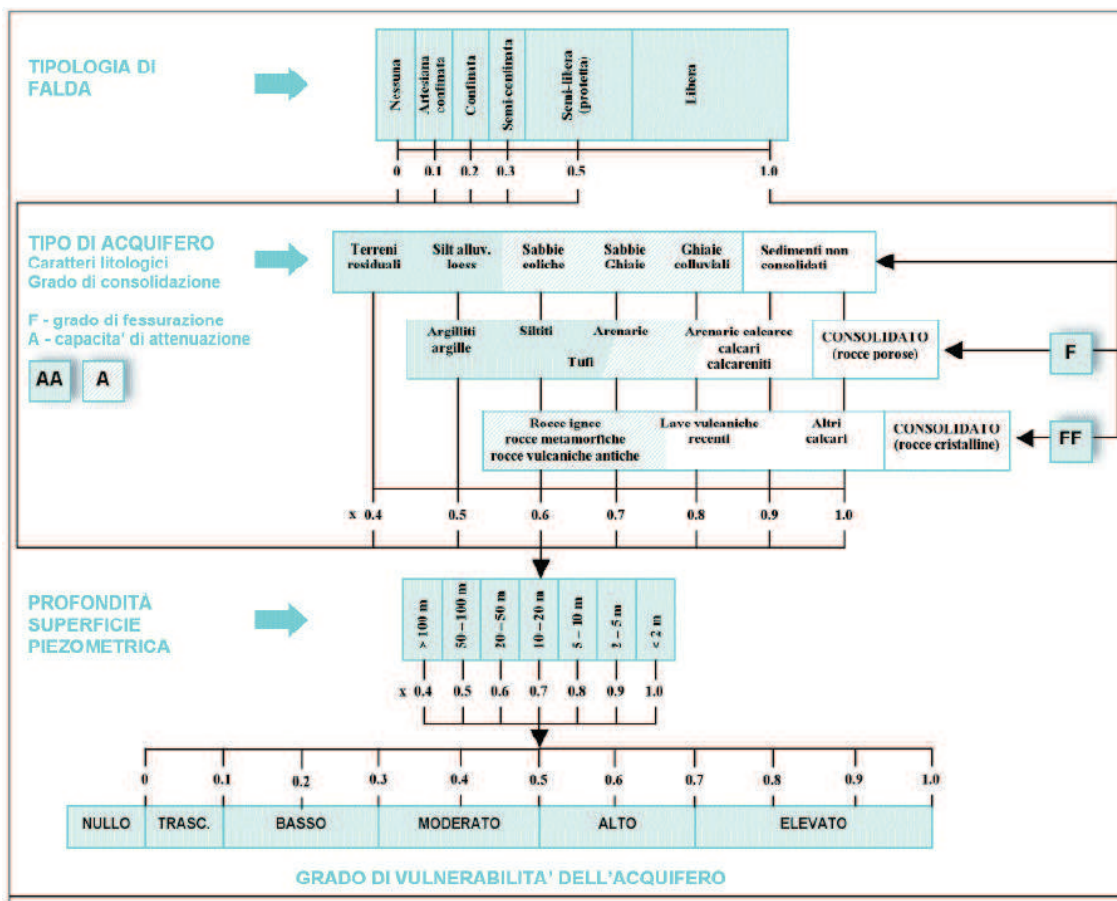
O = tipo di acquifero, ed in particolare caratteristiche litologiche e grado di consolidazione delle rocce della zona non satura (per gli acquiferi non confinati) e dei livelli confinanti a tetto (per gli acquiferi confinati);

D = soggiacenza della falda a superficie libera nel caso di acquifero non confinato o tetto dell'acquifero per gli acquiferi confinati.

La vulnerabilità intrinseca è valutata come il prodotto dei tre indici numerici corrispondenti ai parametri suddetti:

$$\text{Indice G.O.D.} = G \cdot O \cdot D$$

Sulla base dello schema riportato nella pagina successiva, per il caso in studio l'indice G.O.D. risulta pari a 0.25 (vulnerabilità bassa: vulnerabilità nel caso di inquinanti conservativi rilasciati in maniera continua).



Il metodo empirico GOD per la valutazione della vulnerabilità intrinseca (da Foster & Hirata, 1987)

RISCHIO IDROGEOLOGICO

Per quello che riguarda le condizioni di stabilità generali, il rilievo geologico - geomorfologico di superficie non ha evidenziato la presenza di forme e processi riferibili a movimenti gravitativi in atto o quiescenti. Si sottolinea, inoltre, che in corrispondenza del lato S.E. dell'area in studio le condizioni di stabilità sono favorite dall'affioramento del substrato geologico. Sia il muro di sostegno che separa i due campi sportivi, sia il muro situato a monte del campo "La Buca 1" si presentano integri ed efficienti.

Dall'analisi della cartografia geomorfologica e delle pericolosità geologiche redatte a corredo del P.R.G. e della cartografia prodotta nell'ambito del P.A.I. (Piano di Assetto Idrogeologico) elaborato dall'Autorità di Bacino della Regione Marche, non risulta alcun movimento gravitativo in corrispondenza dell'area di studio o delle zone limitrofe (vedi stralci cartografici allegati). Un assetto analogo si evince anche dalle carte del Progetto I.F.F.I.

Ulteriori dati in merito alla stabilità dell'area sono riportati nel capitolo relativo alle verifiche di stabilità del versante.

Anche per quanto concerne il rischio di esondazione, la zona non risulta esposta a rischi, in quanto non interferisce con alcun elemento del reticolo idrografico, nè principale, nè secondario. Infatti la distanza e il dislivello che intercorrono tra la zona di studio e l'asta idrografica più prossima fanno sì che l'area risulti sicura.

Dal punto di vista del rischio idrogeologico, la proposta di variante del P.R.G. risulta pertanto compatibile con l'assetto idrogeologico dell'area.

Nella zona in studio non sono stati rilevati elementi geologici a cui possa essere associato una condizione di pericolosità; pertanto l'area può essere considerata idonea a recepire interventi edificatori, nel rispetto delle indicazioni riportate nei capitoli successivi, e garantendo la massima attenzione a tutti gli aspetti pianificatori e progettuali in base alla normativa vigente.

COMPATIBILITA' IDRAULICA (L.R. 22/2011, D.G.R 53/2014)

Secondo quanto disposto dalla Regione Marche con la L.R. 22/2011, lo scopo fondamentale della verifica di compatibilità idraulica è quello di fare in modo che le scelte pianificatorie valutino la pericolosità idraulica, presente e potenziale, delle aree e le possibili alterazioni del regime idraulico indotte dalle scelte stesse. La verifica di compatibilità idraulica è volta a riscontrare che non sia aggravato il livello di rischio idraulico esistente, né pregiudicata la riduzione, anche futura, di tale livello. La verifica deve valutare e definire la compatibilità delle "previsioni" con la pericolosità dei luoghi e prevedere soluzioni tecnicamente corrette e sostenibili per l'assetto idraulico del territorio.

Il contesto geomorfologico in cui si inserisce l'area in studio (situata sulla porzione medio-alta di un versante e non interferente con elementi idrografici) fa sì che la verifica di compatibilità possa essere condotta secondo un livello "semplificato", basato essenzialmente su dati bibliografici e storici e su elementi geomorfologici.

Come indicato nei paragrafi relativi alla geomorfologia e all'idrografia, l'area in studio non risulta esposta a rischio, né a rischi potenziali, non determina interferenze con il reticolo idraulico e non risulta mai essere stata interessata da fenomeni di allagamento/esondazione.

L'analisi del reticolo idrografico attuale e storico è stata effettuata, oltre che su rilievi in sito, sulla base di cartografie e foto aeree che hanno permesso di ricostruire il reticolo idrografico sino a circa il 1950. In particolare, oltre a varie riprese aeree successive al 2000, sono stati consultati:

- la Carta Topografica d'Italia (I.G.M. scala 1:25.000), rilievo del 1948;
- la Carta Tecnica del Comune di Urbino (scala 1:10.000), rilievo del 1974;
- la Carta Tecnica del Comune di Urbino (scala 1:2.000), rilievo del 1976;
- l'Ortofotocarta Regionale (scala 1:10.000), rilievo del 1988;

- la Carta Tecnica Regionale (scala 1:10.000), rilievo del 2000;
- le mappe catastali del Comune di Urbino.

In allegato sono riportati gli stralci delle cartografie analizzate e la ricostruzione del reticolo idrografico. Sulla base di tali cartografie si evince che la zona di impluvio originaria è stata progressivamente colmata con terreni di riporto, sino ad assumere la conformazione attuale, che risulta invariata da circa 20-30 anni. Anche dall'analisi della documentazione storica non si evincono elementi del reticolo idrografico o interferenze con lo stesso (l'asta idrografica più vicina, catastalmente riconosciuta, è situata a circa 400 m di distanza e ad una quota circa 100 m inferiore; alla stessa quota e a monte dell'area in studio non sono presenti fossi).

La posizione di versante e l'assenza di aste idrografiche determina anche l'assenza di aree inondabili e/o inondate.

Come indicato nei paragrafi relativi alla geomorfologia e all'idrografia, l'area in studio non risulta esposta a rischio, né a rischi potenziali e non determina interferenze e alterazioni del regime idraulico. Da ciò deriva l'assoluta compatibilità idraulica delle previsioni in quanto l'area oggetto di variante è posta ad una quota e distanza tale da non essere sicuramente interessabile da potenziali fenomeni inondazione/allagamento del reticolo idrografico e non è sicuramente interessabile dalle dinamiche fluviali, anche in un orizzonte temporale di lungo periodo.

Per quanto concerne l'invarianza idraulica, nelle successive fasi di progettazione dovranno essere valutate tutte le misure necessarie per l'adeguamento delle trasformazioni territoriali in base a quanto stabilito nella D.G.R. 53/2014. Saranno pertanto necessarie azioni correttive per la mitigazione degli effetti indotti dall'impermeabilizzazione dei suoli, consistenti essenzialmente nella realizzazione di volumi di invaso finalizzati alla laminazione.

OSSERVAZIONI METEO-CLIMATICHE

Il territorio in esame è caratterizzato da un regime pluviometrico di tipo litoraneo (versante adriatico), che presenta un minimo principale estivo ed uno secondario meno accentuato alla fine dell'inverno, ed un massimo principale alla fine dell'autunno ed uno secondario in primavera.

Nella tabella che segue sono stati inseriti i valori delle precipitazioni medie annuali e stagionali relativi della stazione di Urbino, ubicata in prossimità della zona di studio. I valori sono espressi in mm e derivano dall'analisi delle registrazioni effettuate tra il 1950 ed il 1989 (tratti da "Campo medio della precipitazione annuale e stagionale sulle Marche per il periodo 1950-2000", Amici e Spina).

Precipitazioni medie annuali e stagionali

Stazione	Altitudine	Media annuale	Media primaverile	Media estiva	Media autunnale	Media invernale
Urbino	451 m slm	847.6	208.0	185.8	253.9	199.5

**Bacino idrografico Fiume Foglia
Distribuzione piogge per fasce altimetriche**

Fascia altimetrica	<i>MEDIA ANNUALE</i>	<i>MEDIA PRIMAVERILE</i>	<i>MEDIA ESTIVA</i>	<i>MEDIA AUTUNNALE</i>	<i>MEDIA INVERNALE</i>
0 – 200 m	776,3	184,9	171,3	237,4	183,1
200 e 400 m	850,5	215,1	174,4	258,1	203,8
400 e 600 m	881,1	219,2	185,1	266,6	210,6
600 e 800 m	1148,9	299,4	210,9	332,6	306,9
800 e 1.000 m	-	-	-	-	-
1000 e 1200 m	-	-	-	-	-

I dati meteo-climatici, oltre a costituire un'informazione importante per l'analisi degli scenari di rischio idrogeologico, rivestono importanza anche nella progettazione e dimensionamento delle opere di regimazione delle acque superficiali e di smaltimento delle acque meteoriche; a tale scopo particolare importanza assume l'intensità e la durata delle precipitazioni meteoriche.

Di seguito si riportano le precipitazioni di massima intensità con diversa durata in ore, registrate dalla stazione pluviometrica di Urbino tra il 1979 ed il 2010.

Precipitazioni di massima intensità e breve durata registrate nella stazione di Urbino (mm)

Anno	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
2010	26,6	31,2	53	81,4	84,6
2009	20,4	21,2	22	32,6	45,2
2008	26,6	40,2	47	52,2	55,8
2007	14	17,2	18,2	27,6	40,6
2006	24,8	49,4	50,2	51,4	65,8
2005	21	41,2	66,6	79	97,6
2004	26,4	41,2	46,4	53	65,2
2003	30,4	33,6	34	45,4	46,2
2002	47,8	50,8	55,2	55,2	99,4
2001	19,2	36	66,6	69,8	97,6
2000	22,4	29,8	40,8	40,8	40,8
1999	44,2	75,4	75,4	75,4	75,4
1998	25	41,4	55	56,8	74
1997	14,8	23,8	38,2	57	69
1996	31	41,8	48,6	65,8	66,6
1995	23,4	47	55,8	70,6	93,6
1994	32,8	33	33	44,2	45,6
1993	21	34,2	36,4	37,6	43
1992	19,6	24	32,6	47,4	65,4
1991	28,4	63	87,2	105	114,4
1990	37,4	39	39	39	47
1989	25,8	26,4	29	33,8	50,6
1988	13,4	16,2	22,8	34,6	37
1987	19,8	32,2	33,2	33,2	47,8
1986	17	25,4	37,4	66	76,8
1985	21	23	37	53,6	60,2
1984	30	39	40,8	41,4	55,2
1983	50	69,4	69,6	83	83
1982	26,6	26,6	43	69	91,4
1981	24	27	36,8	47,6	57,8
1980	17,6	30,2	35	43	95
1979	30,2	30,2	36	50,2	64,8

OSSERVAZIONI SULLA SISMICITA'

Secondo quanto riportato nella legge n° 64 del 02/02/1974 e successive modifiche, il Comune di Urbino rientrava nelle aree considerate sismiche e veniva classificato in **II categoria** con grado di sismicità **S = 9**. Alla luce della successiva normativa nazionale inerente la riclassificazione sismica del territorio nazionale, e secondo quanto riportato nelle disposizioni dell'Ordinanza della P.C.M. n. 3274/2003 il Comune di Urbino è stato riclassificato in **ZONA 2**.

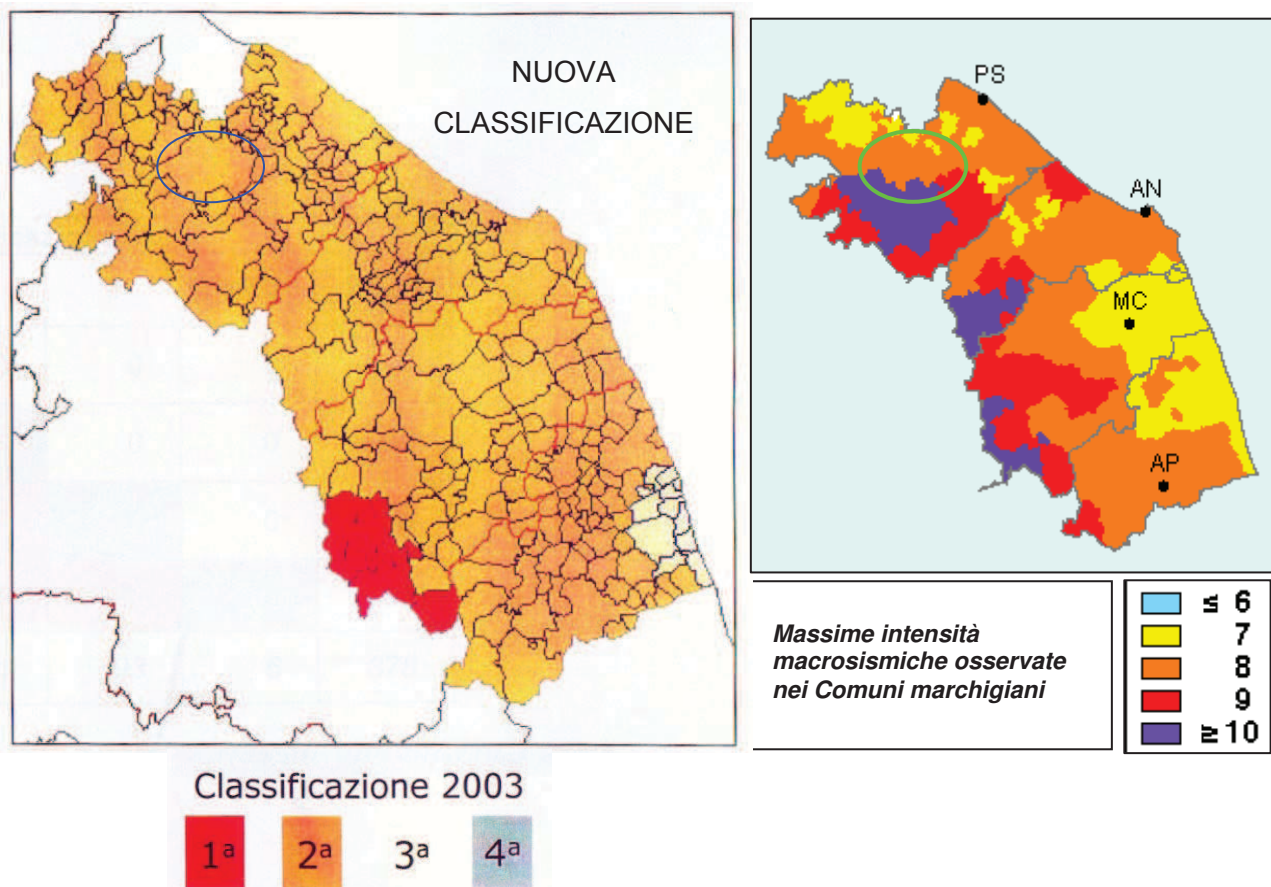
I terremoti che si possono generare nella Regione Marche, e quindi anche nel territorio in esame, sono di origine tettonica, cioè dovuti ad un rilascio repentino di energia elastica di deformazione, immagazzinata nel sottosuolo con meccanismo di dislocazione che si propaga lungo una superficie.

Il territorio del Comune di Urbino, come risulta dalla consultazione della bibliografia dell'INGV ed in particolare del DBMI11, è stato interessato negli ultimi secoli da vari terremoti che hanno raggiunto l'intensità massima pari all'8° grado della Scala MCS nell'anno 1741. Nella tabella che segue sono riportati i principali terremoti che hanno interessato il territorio comunale di Urbino dal 1500 ad oggi ($I_s \geq 5$).

Storia sismica di Urbino (PU) [43.726, 12.636]

Is	Anno Me Gi Or Mi Se	Area epicentrale	Io	Mw
F	1511 03 26 14:40	Slovenia	9	6.98 ±0.17
6	1672 04 14 15:45	Riminese	8	5.61 ±0.21
F	1694 04 08 10:15	Alta Valtiberina	7	5.14 ±0.34
F	1703 01 14 18:00	Appennino umbro-reatino	11	6.74 ±0.11
8	1741 04 24 09:00	FABRIANESE	9	6.21 ±0.13
7	1781 06 03	CAGLIESE	10	6.42 ±0.13
F	1832 01 13 13:00	Valle del Topino	10	6.33 ±0.14
5	1854 02 12 05:00	Valle del Topino	8	5.55 ±0.44
5	1865 09 21 20:50	Umbria settentrionale	7	5.14 ±0.55
F	1870 10 30 18:34	Romagna	8	5.58 ±0.27
6-7	1873 03 12 20:04	Marche meridionali	8	5.95 ±0.10
6	1875 03 17 23:51	Romagna sud-orientale		5.93 ±0.16
F	1885 02 26 20:48	SCANDIANO	6	5.19 ±0.15
F	1895 04 14 22:17	Slovenia	8	6.23 ±0.08
7	1897 09 21	ADRIATICO CENT.	7	5.46 ±0.27
5	1897 12 18 07:24:20	Appennino umbro-marchigiano	7	5.13 ±0.14
F	1904 02 25 18:47:50	Reggiano	6	5.05 ±0.18
5	1909 01 13 00:45	BASSA PADANA	6-7	5.53 ±0.09
F	1910 06 29 13:52	MUCCIAFORA	7	4.86 ±0.33
6	1915 01 13 06:52	Avezzano	11	7.00 ±0.09
6	1916 05 17 12:49:50	Alto Adriatico		5.95 ±0.14
6	1916 08 16 07:06	Alto Adriatico		6.14 ±0.14
F	1919 06 29 15:06:12	Mugello	10	6.29 ±0.09
F	1919 10 25 13:51:30	MONTERCHI	6	5.02 ±0.24
6	1930 10 30 07:13:13	SENIGALLIA	8	5.81 ±0.09
6	1972 02 04 02:42:19	Medio Adriatico		4.86 ±0.29
6	1972 02 04 09:18:30	Medio Adriatico		4.58 ±0.29
6	1997 09 26 09:40:27	Appennino umbro-marchigiano	8-9	6.01 ±0.09
5	1997 10 03 08:55:22	Appennino umbro-marchigiano		5.25 ±0.09
5	1997 10 06 23:24:53	Appennino umbro-marchigiano		5.46 ±0.09
5-6	1998 03 26 16:26:17	Appennino umbro-marchigiano	6	5.29 ±0.09
5	1998 04 05 15:52:21	Appennino umbro-marchigiano	6	4.81 ±0.09

Legenda: Is = intensità macrosismica al sito (F=avvertito); Io = intensità macrosismica epicentrale; Mw = Magnitudo



PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

Le nuove NTC di cui al DM 14 gennaio 2008, propongono una descrizione della pericolosità sismica di base più accurata, sia in termini geografici che temporali. La pericolosità sismica di base è definita infatti secondo una procedura basata sui risultati dello studio dell'INGV che ha prodotto una mappa interattiva di pericolosità sismica per tutto il territorio nazionale. La pericolosità è stata definita per ogni punto di un reticolo di riferimento basato sulle coordinate geografiche di latitudine e longitudine, svincolato dai limiti amministrativi (vedi fig. pagina precedente).

Nel caso specifico le coordinate (ED50) per il sito in studio (La Buca, Comune di Urbino) sono le seguenti:

Latitudine 43,729370

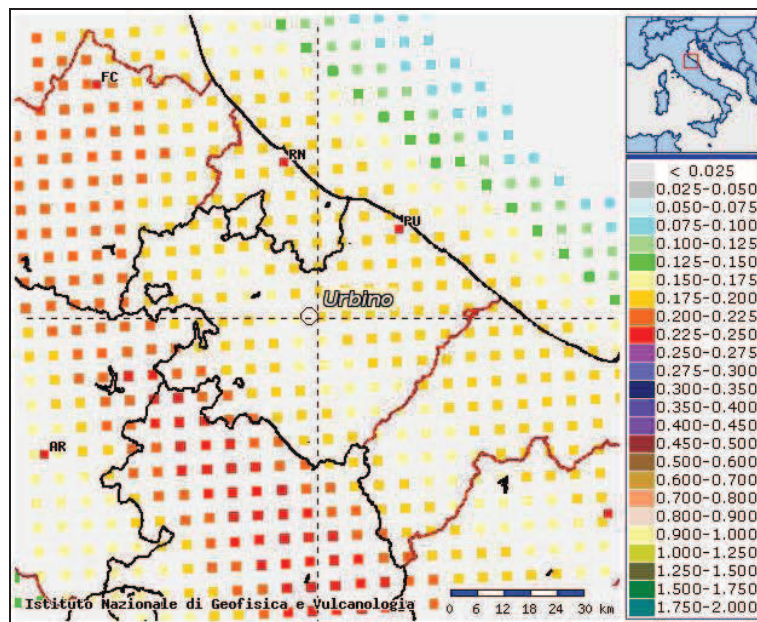
Longitudine 12,628975

In base alle coordinate è possibile quindi determinare la pericolosità sismica di base del sito in esame, definita nelle NTC08 in termini di tre parametri di riferimento: ag (accelerazione orizzontale massima del terreno), F0 (valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale) e T*c (Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale). I tre parametri vengono quindi definiti per i periodi di ritorno (TR)

dell'azione sismica di riferimento relativi agli stati limite di esercizio e agli stati limite ultimi. Nella tabella che segue è riportato il caso specifico in cui si considera una vita nominale delle costruzioni V_n pari a 50 anni e un coefficiente d'uso c_u pari a 1.

Stati Limite	PVR [%]	TR [anni]	ag [g]	F0 [--]	T*c [s]
SLO	81	30	0.055	2.456	0.269
SLD	63	50	0.070	2.434	0.285
SLV	10	475	0.175	2.417	0.327
SLC	5	975	0.226	2.448	0.334

Mappa di pericolosità sismica
Parametro dello scuotimento $a(g)$ con probabilità di superamento del 10% in 50 anni



Fonte INGV - <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>

MICROZONAZIONE SISMICA

L'area in esame è compresa nello studio di Microzonazione Sismica del territorio comunale svolto nel 2013 per conto del Comune di Urbino. Sulla base della carta delle MOPS (microzone omogenee in prospettiva sismica), l'area oggetto di studio rientra per la quasi totalità nelle **zone stabili suscettibili di amplificazioni**, in cui si attendono effetti amplificativi, caratterizzata da substrato costituito da alternanza di litotipi o da terreni coesivi sovraconsolidati, con coperture di spessore significativo. L'area posta lungo i fianchi SE e NO risulta invece ricompresa in **zone stabili**, data la presenza del substrato geologico (ALS, alternanza di litotipi) affiorante o sub-affiorante.

Tale classificazione e assetto stratigrafico risultano congruenti a quanto riscontrato attraverso le indagini geognostiche e geofisiche, da cui è emersa la presenza di una coltre detritica colluviale e antropica spessa diversi metri, soprattutto lungo l'asse dell'impluvio, alla quale si possono associare effetti di amplificazione. Restano esclusi da tale classe solamente i settori in cui la formazione geologica è affiorante o sub-affiorante, ed in corrispondenza dei quali non si attendono effetti di amplificazione per motivi stratigrafici.

CATEGORIA DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE (NTC 2008)

In relazione a quanto indicato nel Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. del 14/09/2005 e D.M. 14/01/2008), per la definizione dell'azione sismica si può fare riferimento ad un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento. Tali categorie sono definite sulla base delle caratteristiche dei terreni entro i primi 30 m di profondità. Nella normativa le diverse categorie vengono distinte in funzione del valore delle V_{s30} (velocità media di propagazione delle onde di taglio entro 30 m di profondità).

Nonostante il presente lavoro non riguardi una fase di progettazione in s.s., si è proceduto comunque alla valutazione della categoria di sottosuolo mediante un'indagine geofisica con tecnica MASW.

STENDIMENTI SISMICI SRP_01 e SM_01

STRATO	SPESSORE min-max	VELOCITA' V_p min -max	VELOCITA' V_s media	LITOLOGIA	CARATTERISTICHE FISICHE
1	0.1-7.2 m	220-600 m/s	167 m/s	Terreno di riporto	scarsamente consistente
2	1.6-6.1 m	600-1200 m/s	284 m/s	Deposito colluviale	mediamente addensato
3	1.9-7.2 m	1200-2000 m/s	410 m/s	Roccia tenera	alterata
4	almeno 13.7 m	>2000 m/s	779 m/s	Roccia tenera	inalterata

Lo stendimento sismico ha messo in evidenza una successione di terreni contraddistinti da V_s gradualmente crescenti con la profondità, principalmente influenzati dalla consistenza/addensamento e dal grado di alterazione. I dati sopra riportati si riferiscono alla zona mediana dello stendimento e pertanto corrispondono all'area caratterizzata da massimi spessori di copertura.

Sulla base dei risultati dell'indagine, considerando la colonna stratigrafica a partire dal piano campagna, la V_{s30} risulta pari a 343 m/s, da cui deriva una **categoria di sottosuolo C** (Tab. 3.2.II N.T.C.). Considerato che lo spessore dei terreni detritici di copertura si riduce spostandosi verso i fianchi dell'area in variante, in corrispondenza di alcuni settori risulterà una **categoria di sottosuolo B**.

Pertanto, in considerazione della elevata variabilità riscontrata nella successione stratigrafica, in fase progettuale la categoria di sottosuolo dovrà essere definita nel dettaglio, in funzione dei singoli interventi e opere che verranno progettati.

Per maggiori dettagli sulle indagini sismiche si rimanda alla relazione geofisica allegata.

Per quanto concerne le **condizioni topografiche**, la zona rientra nella **Categoria T1**: superfici pianeggianti, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$ (Tab. 3.2.IV N.T.C.).

Intersecando i parametri sismici indicati in precedenza con i dati di pericolosità sismica riportati a pag. 14, si ricavano i coefficienti sismici di seguito riassunti:

	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	Kh [-]	Kv [-]	Amax [m/s ²]	Beta [-]
SLO	1,500	1,620	1,000	0,017	0,008	0,818	0,200
SLD	1,500	1,590	1,000	0,021	0,011	1,032	0,200
SLV	1,450	1,520	1,000	0,061	0,030	2,482	0,240
SLC	1,370	1,510	1,000	0,087	0,043	3,037	0,280

Ss= amplificazione stratigrafica; Cc= coef. funz. categoria sottosuolo; St= amplificazione topografica; kh= coef. sismico orizzontale; kv= coef. sismico verticale; Amax= accelerazione orizzontale massima attesa; Beta= coef. di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito

INDAGINI E SUCCESSIONE STRATIGRAFICA LOCALE

INDAGINI ESEGUITE

Nell'ambito del presente studio sono state eseguite indagini geognostiche a mezzo prove penetrometriche statiche (CPT) e super-pesanti (DPSH) con prelievo di n° 2 campioni sottoposti ad analisi di laboratorio e indagini geofisiche mediante stendimento sismico a rifrazione in tecnica tomografica (Vp) e tecnica MASW.

Tali indagini sono state eseguite ad integrazione di prove penetrometriche statiche e indagini geofisiche mediante prospezioni con georadar eseguite per conto della committenza nell'anno 2014.

Le prove penetrometriche sono state effettuate allo scopo principale di stabilire la consistenza dei terreni, lo stendimento sismico ha permesso una ricostruzione più estesa (e a maggiori profondità) dell'andamento stratigrafico e la caratterizzazione dal punto di vista sismico. Le prove con georadar erano state effettuate allo scopo principale di individuare tubazioni interrato della rete fognaria, che attraversano i campi di gioco.

Le prove penetrometriche (vedi grafici allegati) hanno messo in evidenza lungo l'asse centrale dei campi e dell'impluvio spessori cospicui di terreni a bassa consistenza, prossimi a 10 m o maggiori. Come già descritto nei paragrafi precedenti, tali spessori derivano principalmente dall'accumulo di depositi colluviali e di terreni di riporto che hanno colmato l'avvallamento originario. Il passaggio ai terreni consistenti del substrato geologico è generalmente indicato da un incremento netto della resistenza alla penetrazione. Sia le prove penetrometriche eseguite in prossimità dei fianchi dell'impluvio, sia la sezione derivata dall'indagine sismica, attestano la progressiva riduzione dello spessore dei terreni sciolti, sino a giungere ai settori in cui il substrato geologico è affiorante.

Le prospezioni georadar, data la natura dei terreni presenti in superficie, hanno raggiunto profondità massime di investigazione di 3-4 m. Entro tali profondità non sono state rilevate tubazioni fognarie o altri manufatti antropici. Le locali anomalie evidenziate vanno ricollegate principalmente alla presenza dei terreni consistenti del substrato, affioranti o sub-affioranti, o alla presenza di terreni prevalentemente argillosi saturi. Per ulteriori dettagli sulle indagini si rimanda alla documentazione allegata.

SUCCESSIONE STRATIGRAFICA

Lo schema che segue sintetizza i principali orizzonti stratigrafici desunti dalla campagna geognostica. Per la ricostruzione più accurata delle geometrie e degli spessori si rimanda alle sezioni stratigrafiche allegata.

<p>ORIZZONTE "A" spessore da 1 a 6 m</p>		<p>Terreno di riporto/terreno rimaneggiato/terreno vegetale Limi sabbiosi, a luoghi argillosi, di colore nocciola e marrone, con numerosi inclusi di varia natura e dimensione (frammenti litici, resti vegetali, ecc.)</p>
<p>ORIZZONTE "B" spessore da 4 a 10 m</p>		<p>Detrito colluviale Depositi a consistenza media o medio-bassa, costituiti da limi variamente sabbiosi e argillosi</p>
<p>ORIZZONTE "C" oltre -1/-16 m dal p.c.</p>		<p>Substrato geologico Depositi a consistenza elevata (alterati nella porzione superficiale) costituiti in prevalenza da arenarie con intercalazioni marnose. Nel settore S.E. prevale la litologia marnosa</p>

PARAMETRI GEOTECNICI E ANALISI DI LABORATORIO

I parametri geotecnici attribuiti agli orizzonti stratigrafici principali derivano in primo luogo dalle analisi di laboratorio, oltre che dall'interpretazione delle prove penetrometriche. Inoltre si è fatto riferimento anche a dati bibliografici e ad analisi di laboratorio eseguite su terreni di natura analoga e campioni prelevati nelle immediate vicinanze.

Per le analisi di laboratorio sono stati prelevati n. 2 campioni indisturbati, in corrispondenza della prova P0, adiacente alla prova CPT1-14, alle profondità di 3.8/4.3 m e 6.0/6.5 m dal p.c. Le analisi sono state eseguite dal Laboratorio Geomeccanico Orazi.

La caratterizzazione geotecnica dei terreni è stata ricavata attraverso le seguenti analisi:

- Caratteristiche fisiche
- Limiti di consistenza e classificazione delle Terre
- Prova di taglio diretto (picco)
- Prova edometrica

Attraverso il diagramma di plasticità di Casagrande è stata effettuata la classificazione delle terre. I campioni analizzati C1 e C2 ricadono entrambi nella classe CL, argille inorganiche di media plasticità.

I limiti di Atterberg individuano i contenuti di acqua che delimitano i confini tra lo stato liquido, lo stato plastico, lo stato semisolido e lo stato solido senza ritiro.

Nei campioni esaminati, le analisi hanno fornito i valori riassunti nel seguente prospetto:




Campione	WI	Wp	Ip	Ic
C1	33.7%	18.4%	15.3 % plastico/poco plastico	0,82 consistenza solido-plastica
C2	35.4%	21.1%	14.3 % poco plastico/plastico	1.08 consistenza semisolida

WI = limite di liquidità; Wp = limite di plasticità; Ip = indice di plasticità; Ic = Indice di consistenza

Di seguito si riporta la tabella riassuntiva delle prove eseguite; per i dettagli ed i grafici delle singole prove si rimanda ai risultati allegati in calce alla relazione.

SONDAGGIO		---	---	-	-
CAMPIONE		P0C1	P0C2	-	-
PROFONDITA' (m)		3,8/4,3	6,0/6,5	-	-
Contenuto in acqua	%	21,1	19,9	-	-
Massa volumica	Mg/m ³	1,97	2,02	-	-
Massa volumica secca	Mg/m ³	1,63	1,68	-	-
Massa volumica granuli solidi	Mg/m ³	-	-	-	-
Indice dei vuoti	-	-	-	-	-
Grado di saturazione	-	-	-	-	-
Limite di liquidità	%	33,7	35,4	-	-
Indice di plasticità	%	15,3	14,3	-	-
Indice di consistenza	-	0,82	1,08	-	-
U.N.I.10006	-	A6	A6	-	-
U.S.C.S.	-	CL	CL	-	-
Coesione intercetta	kPa	11,6	13,3	-	-
Angolo di resistenza al taglio	°	28,0	28,5	-	-
Modulo edometrico	25/50 kPa	kPa	3425	-	-
	50/100 kPa	kPa	3817	-	-
	100/200 kPa	kPa	4831	-	-
	200/400 kPa	kPa	7117	-	-

Nella tabella che segue sono riportati i principali parametri geotecnici ascrivibili ai vari orizzonti stratigrafici rilevati.

ORIZZONTE "A" terreno rimaneggiato		$c = 0.1-0.15 \text{ kg/cm}^2$ $c_u = 0.4-0.8 \text{ kg/cm}^2$ $\phi = 26^\circ-29^\circ$	$\gamma = 1.95 -2.05 \text{ g/cm}^3$ $E_{ed} = 30-70 \text{ kg/cm}^2$
ORIZZONTE "B" detrito colluviale		$c = 0.15-0.25 \text{ kg/cm}^2$ $c_u = 0.8-1.0 \text{ kg/cm}^2$ $\phi = 26^\circ-28^\circ$	$\gamma = 1.93 -2.0 \text{ g/cm}^3$ $E_{ed} = 50-100 \text{ kg/cm}^2$
ORIZZONTE "C" substrato*		$c = 0.6 - 1.5 \text{ kg/cm}^2$ $c_u = >5.0 \text{ kg/cm}^2$ $\phi = 26^\circ-30^\circ$	$\gamma = 2.0 -2.1 \text{ g/cm}^3$ $E_{ed} = 450-1000 \text{ kg/cm}^2$

* le caratteristiche geotecniche del substrato migliorano progressivamente con la profondità

VERIFICHE DI STABILITA'

Al fine di fornire ulteriori dati in merito alla stabilità dell'area, sono state effettuate verifiche di stabilità con l'ausilio del software Slope-Geostru. In particolare è stato scelto il profilo che rappresenta la situazione più "critica" dell'intera area di studio, in quanto tracciato lungo la direzione di massima pendenza e caratterizzato dall'assetto stratigrafico più "cautelativo". Le verifiche sono state eseguite sia in condizioni statiche, sia considerando l'azione indotta da un sisma (condizioni pseudostatiche). Inoltre, le verifiche sono state ripetute anche valutando l'effetto indotto dalla presenza della falda, ipotizzando anche la situazione estremamente cautelativa in cui la falda raggiunge il piano campagna (condizione non riscontrata durante la campagna geognostica).

Per quanto riguarda i parametri geotecnici assunti nelle verifiche, per questo tipo di analisi i parametri caratteristici dei terreni possono essere assimilati ai parametri medi, dedotti dalla tabella riportata nella pagina precedente.

Il modello adottato per la definizione del coefficiente di sicurezza F_s , sia in condizioni pseudodinamiche che statiche, è quello del "metodo di Fellenius" risultato tra i metodi utilizzati quello più cautelativo.

L'elaborazione dei dati ha portato ai seguenti fattori di sicurezza minimi:

VERIFICA	Condizioni pseudostatiche	Condizioni statiche
Verifica 1: falda +2 m da substrato	$F_s \text{ min} = 1.22$	$F_s \text{ min} = 1.72$
Verifica 2: falda +4 m da substrato	$F_s \text{ min} = 1.15$	$F_s \text{ min} = 1.63$
Verifica 3: falda +7 m da substrato	$F_s \text{ min} = 1.01$	$F_s \text{ min} = 1.43$
Verifica 4: falda a p.c.	$F_s \text{ min} = 0.73$	$F_s \text{ min} = 1.02$

Dalle verifiche emerge che il settore caratterizzato da fattori di sicurezza più bassi corrisponde alla zona verso valle, dove la pendenza è più elevata e gli spessori dei terreni di copertura sono maggiori. In condizioni statiche questo settore del pendio raggiunge l'equilibrio limite solamente in condizioni di completa saturazione, ipotizzando che la falda raggiunga il p.c. Diversamente, abbassando il livello della falda anche solo di 1 o 2 m F_s risulta ampiamente >1 .

In condizioni pseudostatiche la condizione di equilibrio limite si raggiunge ipotizzando un livello della falda 7 m superiore al passaggio coltre/substrato; le indagini eseguite attestano che il livello della falda è sensibilmente inferiore a quello ipotizzato nella Verifica 3.

Le analisi dimostrano che il pendio nelle condizioni reali desunte dalle indagini (assimilabili a quelle imposte nelle Verifiche 1 e 2) risulta stabile, sia in condizioni statiche, sia in caso di sollecitazioni sismiche.

Per ulteriori dati sulle verifiche di stabilità si rimanda alla documentazione in calce alla relazione.

INDICAZIONI GENERALI

Di seguito sono riportate alcune indicazioni, a carattere generale, in riferimento alle modalità di intervento che si ritengono più adeguate in rapporto all'assetto geologico dell'area; tali indicazioni dovranno trovare specifico riscontro nella fase di progettazione esecutiva, in funzione degli interventi definitivi previsti dal progetto. A tale scopo saranno necessarie ulteriori analisi e verifiche, eventualmente supportate da indagini integrative.

Sulla base della stratigrafia desunta dalle indagini geognostiche, per eventuali futuri interventi edificatori si ritiene idonea la realizzazione di fondazioni sempre immorsate nel substrato geologico; in questo modo si potranno evitare cedimenti differenziali che potrebbero essere connessi alla diversa consistenza degli orizzonti stratigrafici rilevati; inoltre si eviterà di sovraccaricare i terreni poco consolidati degli orizzonti A e B, a vantaggio delle condizioni di stabilità generali.

Pertanto, sulla base di quanto sopra indicato, potranno essere realizzate fondazioni di tipo superficiale solamente in corrispondenza dei settori in cui il substrato geologico è affiorante; diversamente, per le zone in cui sono presenti terreni di natura detritica (orizzonte A e orizzonte B) sarà necessario realizzare fondazioni di tipo profondo, su pali, immorsate nel substrato compatto.

In considerazione della morfologia dell'area, in assenza di opere o interventi di consolidamento, si consiglia di limitare le movimentazioni di terreno (sia scavi che riporti); per quanto concerne eventuali scavi, nonostante le analisi abbiano restituito parametri discreti per i terreni di copertura, sarà necessario attuare specifiche verifiche e valutazioni e prevedere, qualora il caso lo rendesse necessario, opere di consolidamento e sostegno.

Nel caso in cui dovessero essere previsti riporti di terreno, se ne dovrà valutare con attenzione la stabilità e sarà necessario adottare specifici criteri costruttivi; ad esempio:

- evitare il riporto di terreni prettamente argillosi e prevedere miscele di terreni a diversa granulometria in maniera tale da favorire il drenaggio delle acque infiltrate;
- i terreni di riporto dovranno essere stesi in strati sottili, debitamente costipati e rullati;
- prima di procedere alla stesura del terreno di riporto è buona norma asportare la porzione più superficiale del terreno in posto (terreno vegetale e suolo di alterazione);
- si potrà prevedere anche il trattamento dei terreni di riporto, al fine di migliorarne le caratteristiche geotecniche.

Sulla base delle osservazioni eseguite si consiglia di porre attenzione soprattutto alla regimazione e al drenaggio delle acque:

- provvedere alla corretta regimazione delle acque di origine meteorica mediante un sistema di raccolta e reti di smaltimento che evitino la dispersione di acqua nelle immediate vicinanze dei fabbricati o in corrispondenza delle scarpate, al fine di

mantenere inalterate le caratteristiche geotecniche dei terreni; le acque raccolte dovranno confluire in un apposito sistema di allontanamento o in eventuali depositi per l'accumulo/il recupero delle acque meteoriche;

- realizzare setti drenanti a gravità, che favoriscano la dissipazione di eventuali sovrappressioni interstiziali e riducano l'innalzamento del livello di falda. Tali setti potranno essere realizzati sia mediante la posa di materiale inerte (pietrisco), sia attraverso l'impiego di pannelli prefabbricati colmati da trucioli di resina sintetica; la realizzazione di opere di drenaggio è raccomandata in particolare per il settore di valle, in corrispondenza della scarpata situata a valle del campo "La Buca 2", con la funzione di favorire l'allontanamento dell'acqua dai terreni superficiali e di evitarne la saturazione;
- provvedere alla regimazione delle acque superficiali su tutta la scarpata che delimita verso valle il campo "La Buca 2", ad esempio mediante la realizzazione di un fosso di guardia al ciglio della scarpata e di fossi disposti in diagonale rispetto alla scarpata che confluiscono in un fosso di raccolta posto in prossimità del piede della scarpata stessa;
- provvedere a periodici controlli ed alla manutenzione delle opere di regimazione, raccolta e smaltimento delle acque.

Come indicato anche nei capitoli iniziali, i muri di sostegno che delimitano su vari lati i due campi sportivi non presentano segni di deformazione e di instabilità, con la sola eccezione del muro che separa il campo "La Buca 1" dalla Scuola Professionale, che mostra una evidente inclinazione verso il campo da calcio e fratture. Tuttavia, qualora sia previsto il mantenimento di tali opere di sostegno, se ne raccomanda una accurata verifica.

Sulla base delle informazioni acquisite, risulta che l'area in studio è attraversata da monte verso valle da una condotta fognaria importante, pertanto in fase di progettazione sarà necessario valutare eventuali modifiche ed interventi anche su tale opera, sia al fine di poterne garantire l'eventuale ispezione e manutenzione, sia per verificare l'integrità del tracciato e l'assenza di eventuali perdite o filtrazioni che possono dare luogo a processi erosivi e di sifonamento.

A tale proposito si segnala che a breve distanza dal muro che separa i due campi è presente una depressione (raggio circa 1.5 m, profondità circa 0.4 m). Risulta che tale depressione si sia formata in corrispondenza di una vasca in cemento facente parte del sistema fognario. In tale zona sono state posizionate due vasche con dimensioni dell'ordine di qualche metro, in cui confluisce il collettore fognario proveniente da monte e da cui si diramano due condotte fognarie. Il cedimento è avvenuto circa 10 anni fa, a breve distanza dalla posa in opera delle vasche. Negli anni successivi non sono stati segnalati ulteriori cedimenti dei terreni.

Anche il cedimento dei terreni sulla scarpata di valle può essere ricollegato alla presenza del collettore fognario principale, sia per eventuali perdite, sia per il rimaneggiamento del terreno per i lavori eseguiti sulla condotta. Anche per questo settore non sono state segnalate fasi recenti di evoluzione.

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

L'insieme delle informazioni acquisite mediante sopralluoghi, indagini e dati forniti dal personale che gestisce l'area sportiva, ha permesso di ricostruire l'assetto geologico dell'area e di effettuare una serie di valutazioni in merito all'idoneità dell'area stessa, in rapporto alla variante proposta.

Dallo studio è emerso che:

- l'area presenta un assetto stratigrafico variabile, caratterizzato da una zona centrale (lungo l'asse dell'impluvio) con spessori elevati di terreni di riporto e colluviali; spostandosi ai lati lo spessore dei terreni di copertura si riduce progressivamente, fino ad azzerarsi;
- l'area non risulta interessata da processi gravitativi in atto, nè da forme dovute a fenomeni quiescenti; dalle verifiche è emerso che per mantenere le condizioni di stabilità, anche in caso di sisma, è sufficiente evitare che la falda si innalzi di diversi metri al di sopra del substrato geologico. Sulla base di quanto emerso dalle indagini, tale ipotesi risulta alquanto improbabile;
- l'area non interferisce con elementi del reticolo idrografico e non presenta, nè ha presentato in passato, elementi di criticità in merito allo scenario di rischio idraulico; pertanto la zona in studio rispetta i criteri della compatibilità idraulica;
- la presenza di acqua nei terreni è stata rilevata solamente in corrispondenza di due punti di indagine, impostata a profondità maggiori di 5 m, generalmente poco al di sopra del passaggio tra coltre detritica e substrato.

La zona presenta pertanto un assetto geologico, geomorfologico e idrogeologico compatibile con destinazioni d'uso che prevedano anche eventuali interventi edificatori.

Sulla base di quanto emerso dallo studio è consigliabile:

- l'utilizzo di fondazioni impostate nei terreni consistenti del substrato geologico;
- provvedere alla corretta regimazione delle acque superficiali e alla realizzazione di opere di drenaggio sotterranee volte al mantenimento delle condizioni di stabilità dell'area;
- progettare ed attuare le misure di compensazione necessarie a mitigare gli effetti indotti dall'impermeabilizzazione del suolo, come disposto dalla D.G.R. 53/2014.

Le indicazioni riportate nel presente studio rivestono valore di indirizzo, pertanto saranno necessarie ulteriori analisi e verifiche puntuali, in funzione degli interventi definitivi previsti dal progetto.

Lo Studio rimane a disposizione per eventuali chiarimenti in merito al lavoro svolto.

Urbino, settembre 2015

Geol. Gerardo Marolda

Geol. Milena Mari

ALLEGATI GRAFICI

COROGRAFIA	SCALA 1:25.000
CARTA TECNICA NUMERICA	SCALA 1:10.000
MAPPA CATASTALE	SCALA 1:2.000
CARTA GEOLOGICA	SCALA 1:20.000
PIANO STRALCIO DI BACINO P.A.I.	SCALA 1:10.000
PROGETTO I.F.F.I.	SCALA 1:10.000
CARTA PERICOLOSITA' GEOLOGICHE P.R.G.	SCALA 1:10.000
P.R.G. - AREE TUTELATE	SCALA 1:3.000
P.R.G. - VINCOLI	SCALA 1:3.000
CARTA DELLE PENDENZE	SCALA 1:3.000
ANALISI DEL RETICOLO IDROGRAFICO	SCALA 1:5.000
UBICAZIONE INDAGINI	SCALA 1:1.000
SEZIONI STRATIGRAFICHE	SCALA 1:1.000/1:500
GRAFICI INDAGINI	
ANALISI DI LABORATORIO	
RELAZIONE INDAGINI SISMICHE	
RELAZIONE TECNICA INDAGINI GEORADAR	
VERIFICHE DI STABILITA'	
DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA	