

**GE.A.TE.ST.**



**Regione Toscana  
Provincia di Arezzo  
Comune di Sansepolcro**

*Piano di lottizzazione in località Ciapanella  
Opere di Urbanizzazione primaria – Insula D2*

**Committenti:**

AGLINI s.r.l.  
LUDIMM s.r.l.  
L.P. s.r.l.

**Design:**

ARKPROJECT CAMAITI  
SERGIO PELLEGRINI - Geometra  
52037 Sansepolcro (Ar)

**GE.A.TE.ST**

Via Don Bramante Ligi, 10  
61030 Canavaccio di Urbino

+39 0 722 532 83

+39 338 636 57 45

geomont@libero.it

## INDICE

1		Schede di fattibilità dell'intervento programmato	Pag.	3
2		Premessa	Pag.	9
	2.1	Riferimenti geografici	Pag.	10
	2.2	Quadro Conoscitivo di Riferimento	Pag.	11
	2.3	Caratteristiche Geologiche e Geomorfologiche	Pag.	11
	2.4	Caratteristiche Stratigrafico Strutturali del Sottosuolo	Pag.	14
	2.5	Caratterizzazione Stratigrafica Geotecnica	Pag.	14
	2.6	Caratterizzazione Geomeccanica	Pag.	15
	2.7	Elementi Litotecnici	Pag.	20
	2.8	Aspetti Geomorfologici	Pag.	22
	2.9	Aspetti Idraulici	Pag.	23
	2.10	Verifica Idraulica	Pag.	24
	2.11	Geometria Fluviale	Pag.	27
	3.0	Aspetti idrogeologici	Pag.	30
	3.1	Pericolosità Geomorfologica	Pag.	31
	3.2	Pericolosità Idraulica	Pag.	31
	4.0	Azione sismica	Pag.	32
	4.1	Indagini geofisica	Pag.	33
	4.2	Sismica a rifrazione	Pag.	33
	4.3	Principali limiti della tecnica a rifrazione	Pag.	34
	4.4	Strumentazione e metodologia di indagine	Pag.	34
	4.5	Metodologie usate per l'analisi dei dati	Pag.	35
	4.6	Parametri geotecnico-dinamici del sito indagato	Pag.	35
	4.7	Risultati della sismica a rifrazione	Pag.	35
	4.8	Caratterizzazione geotecnico-dinamica	Pag.	36
	4.9	Aree a Pericolosità Sismica Locale ZMPSL	Pag.	37
	5.0	Fattibilità dell'intervento in relazione agli aspetti geomorfologici	Pag.	38
	5.1	Fattibilità dell'intervento in relazione agli aspetti idraulici	Pag.	38
	5.2	Condizioni di Fattibilità	Pag.	38
	5.3	Considerazioni conclusive	Pag.	38

## ALLEGATI

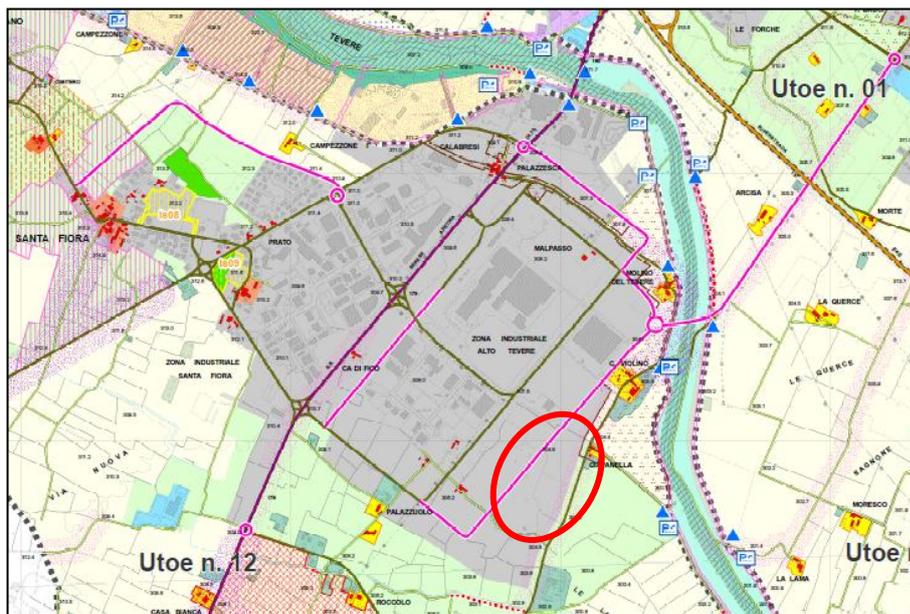
Corografia Generale	Sc.	1:25.000
Corografia Particolare	Sc.	1:10.000
Carta Geologica	Sc.	1:10.000
Carta Litotecnica	Sc.	1:10.000
Carta Geomorfologica	Sc.	1:10.000
Carta delle Aree Allagate	Sc.	1:10.000
Carta Idrogeologica	Sc.	1:10.000
Carta delle Pendenze	Sc.	1:10.000
Carta delle Aree a pericolosità Geomorfologica	Sc.	1:10.000
Carta delle Aree a pericolosità Idraulica	Sc.	1:10.000
Zone a maggior pericolosità sismica locale ZMPSL	Sc.	1:10.000
Legenda - Zone a maggior pericolosità sismica locale	Fogli	n. 1
Carta della Fattibilità	Sc.	1:10.000
Carta della Fattibilità	Sc.	1:5.000
Planimetria Catastale	Sc.	1:5.000
Grafici Sondaggi Penetrometrici	Fogli	n. 19

### SCHEDE DI FATTIBILITÀ DELL'INTERVENTO PROGRAMMATO

#### 1. Tipologia di previsione urbanistica:

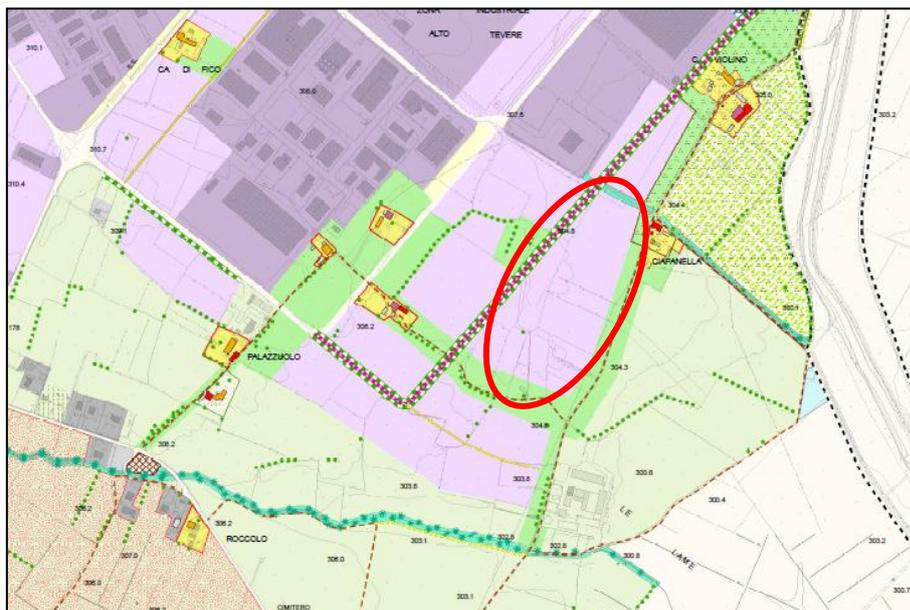
UTOE-12

*Estratto PS - Sansepolcro*



Area urbana esistente e di progetto

*Estratto PS - Sansepolcro*



Ambiti di potenziamento del sistema produttivo

## 1.1 Pericolosità Geomorfologiche da PS vigente

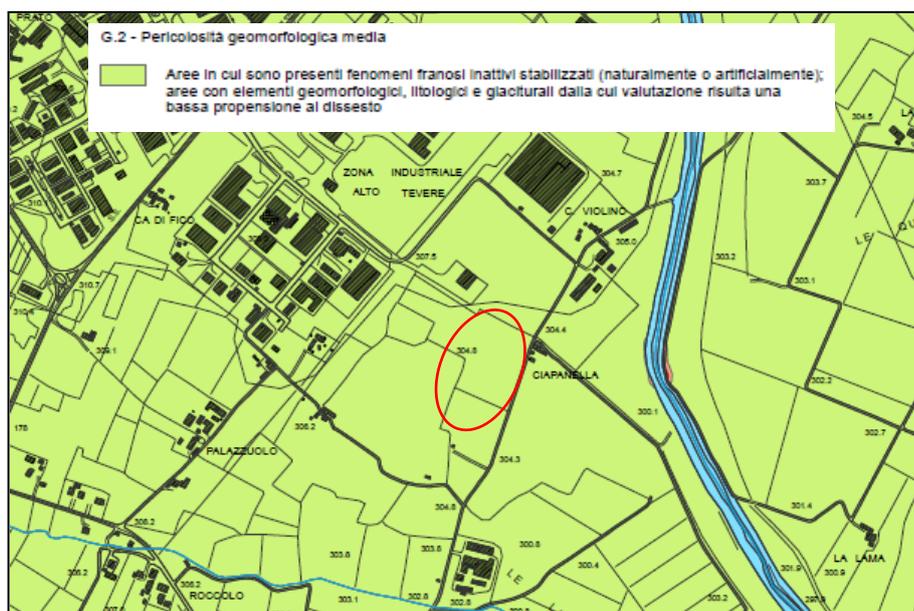


Fig. 1 - Carta delle Pericolosità Morfologiche - Fonte PS Sansepolcro

Il sito rientra nell'ampia piana alluvionale del Fiume Tevere, totalmente pianeggiante, con bassa o nulla propensione al dissesto.

## 1.2 Pericolosità idrauliche da PS vigente – Dati Storici Inventariali

L'area è laterale al Fiume Tevere. Il fiume Tevere, pur essendo un corso d'acqua di dimensioni considerevoli, in

questa zona ancora conserva caratteri torrentizi, come i suoi principali affluenti.

L'essere quasi asciutto d'estate e abbondante in primavera e in autunno, non ne consente purtroppo uno sfruttamento continuativo; anzi, costituisce anche il rischio di modeste inondazioni.

In sintesi il livello di pericolosità idraulica viene

definito sulla base di risultati ottenuti dai programmi di calcolo elaborati dall'amministrazione comunale di Sansepolcro.

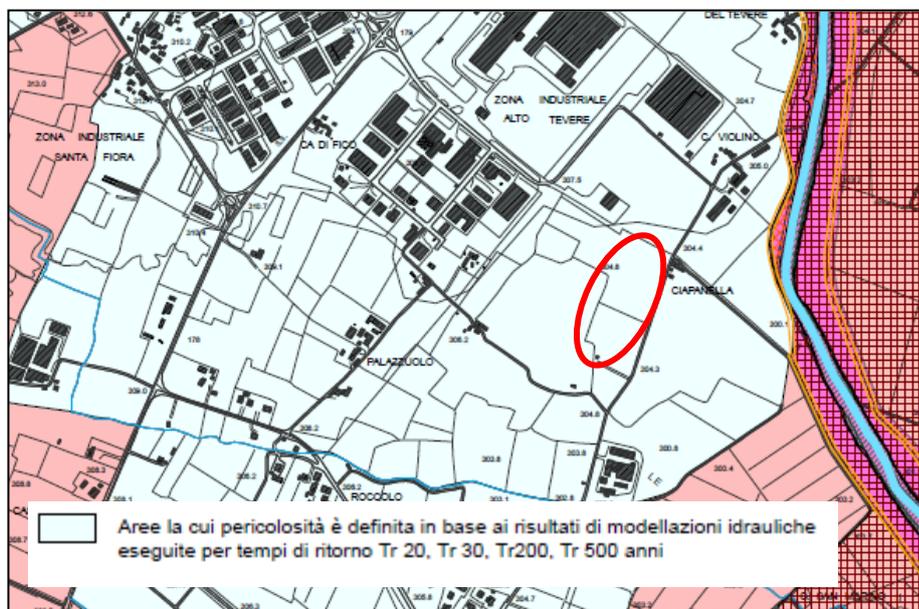


Fig. 2 – Carta della Pericolosità idraulica – Fonte PS Sansepolcro

**1.3 Geologia dell'area da PS vigente**

Il sito è caratterizzato dalla presenza di sedimenti alluvionali della valle tiberina, cronologicamente riferiti al pleistocene. Trattasi di sedimenti limoso sabbiosi con lenti di ghiaia poligenica.



Fig. 3 - Carta Geologica – Fonte PS Sansepolcro █ Depositi alluvionali

**1.4 Sismicità dell'area**

Zona 2 -  $a_g = 0.25 g$ .



Prescrizioni previste dall'OPCM 20103/2003 n. 3274.

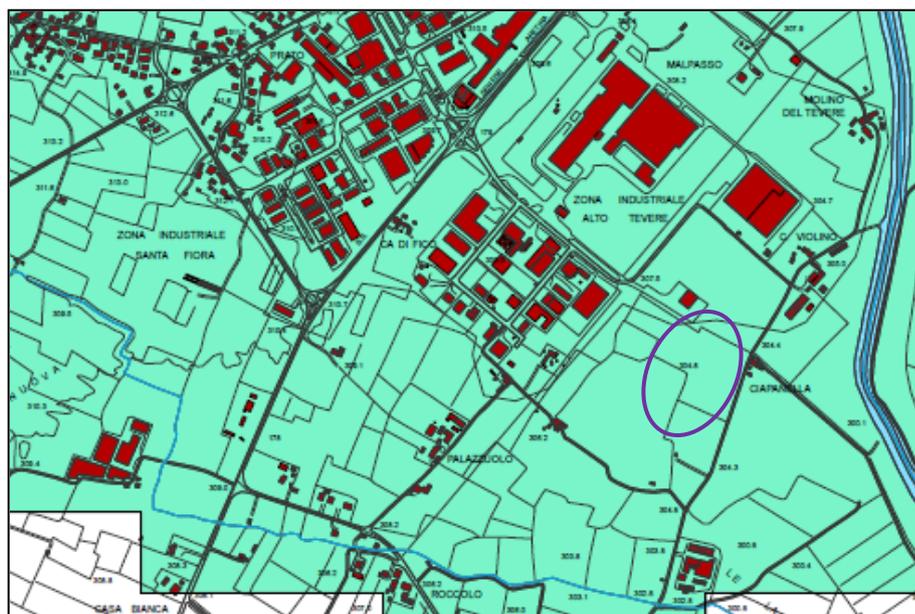


Fig. 4 - Pericolosità sismica - Fonte P.S. Sansepolcro █ S.3 - Pericolosità sismica locale elevata

### **1.5 Caratteristiche geologico-geotecniche**

L'intervento è inserito in un'area con caratteristiche geotecniche buone.

Attorno all'area sono già stati realizzati fabbricati industriali aventi le stesse caratteristiche strutturali di quelli che troveranno collocazione nel sito d'esame.

Al di sotto della copertura eluviale sono presenti depositi alluvionali disposti in strati ad andamento lenticolare ed a litologia variabile dalle argille alle ghiaie.

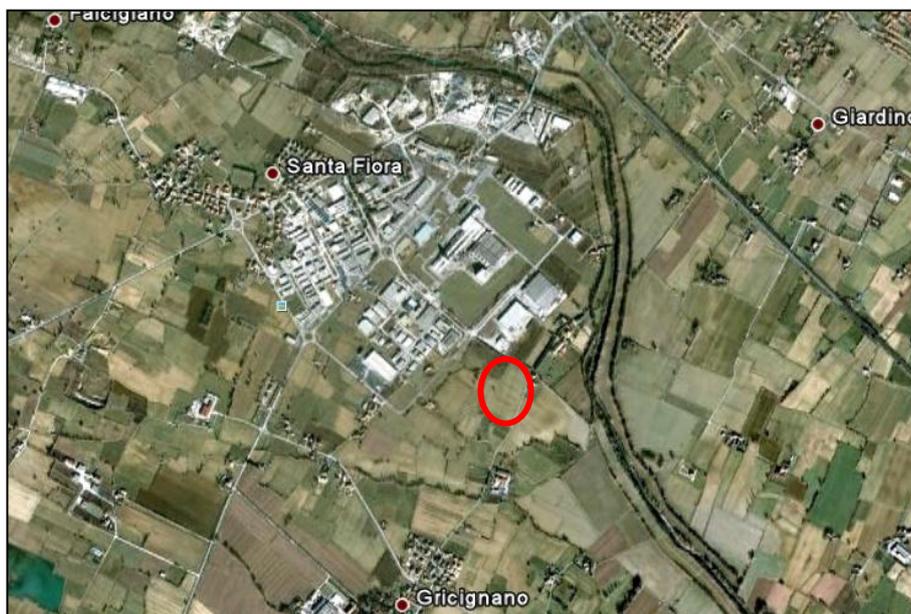


Fig. 5 – Veduta aerea – Fonte Google



Fig. 6 - Veduta generale sito

**1.6 Pericolosità geologica da PS vigente**

Nello strumento urbanistico comunale vigente l’area è inserita in Classe 2: pericolosità bassa.

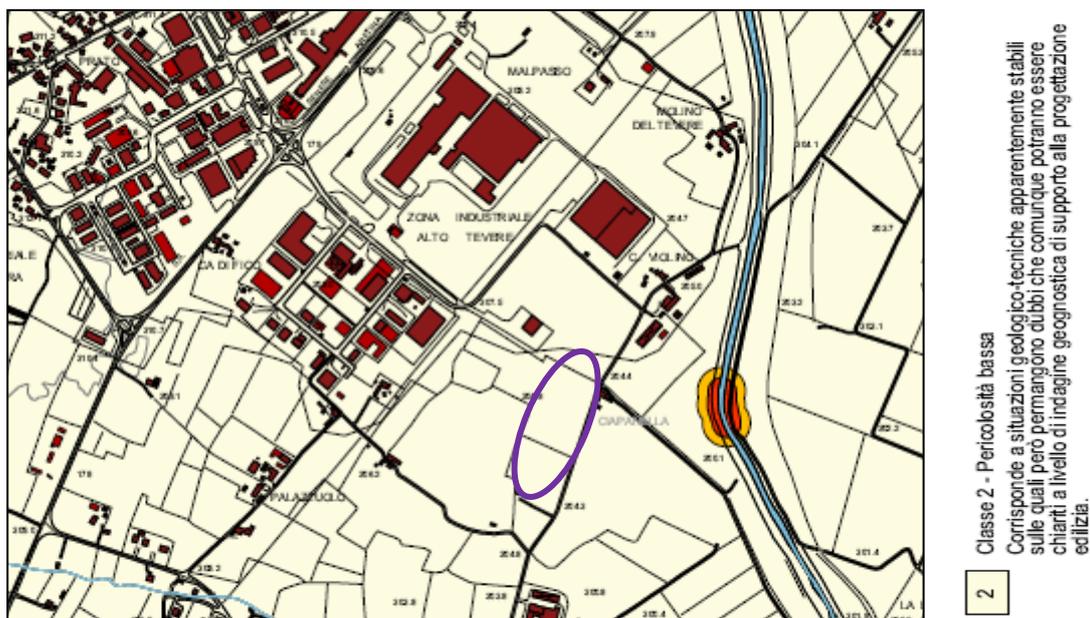


Fig. 7 - Carta delle Pericolosità Geologiche – Fonte PS Sansepolcro

**1.7 Pericolosità idraulica da PS vigente**

Nello strumento urbanistico comunale vigente l’area ricade in classe 3 - pericolosità idraulica media

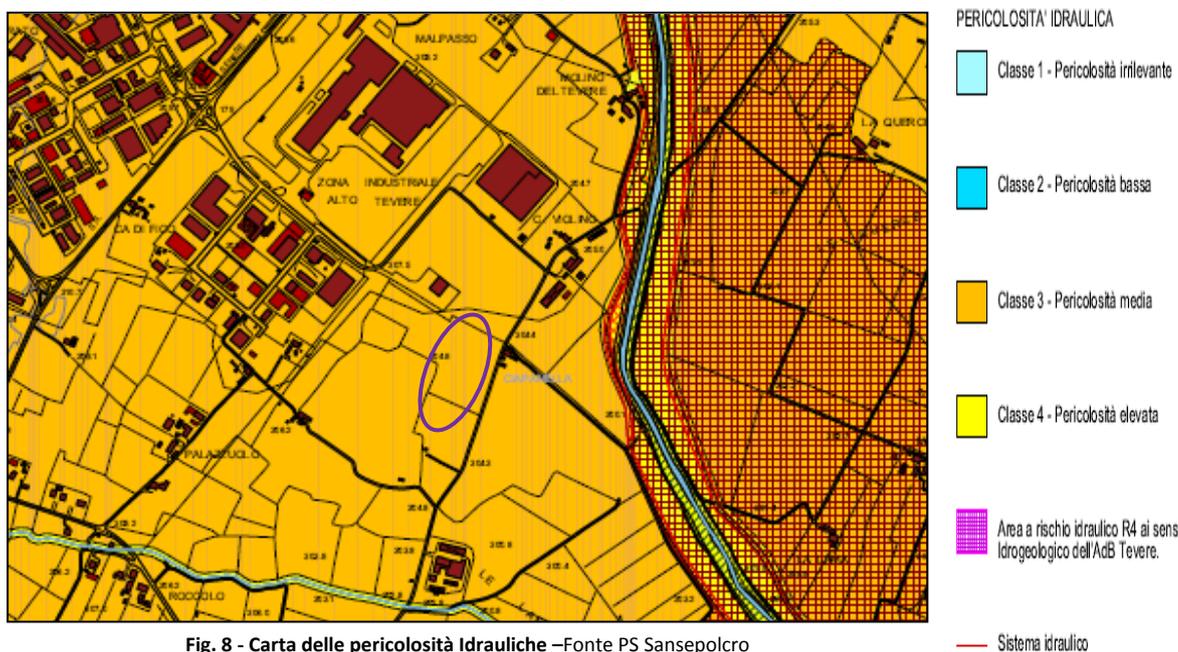


Fig. 8 - Carta delle pericolosità Idrauliche –Fonte PS Sansepolcro

Considerato che l’area si di trova in destra orografica del Fiume Tevere, la verifica idraulica condotta durante la stesura del Piano Regolatore di Sansepolcro mostra come la portata di massima piena duecentennale sia compatibile con la sezione di deflusso del fiume medesimo - si escludono possibilità di inondazione del sito.

### **1.8 Fattibilità**

Classe di Fattibilità 2 - Fattibilità normale.

Gli interventi ricadenti in tale classe saranno preceduti da indagini geognostiche ai sensi del D.M. 14/01/2008.

### **1.9 Idrogeologia**

Nell'area esiste una circolazione idrica sotterranea.

Da notizie raccolte in loco è ipotizzabile la presenza di una falda idrica a circa -10÷15m dal p.c.

### **PRESCRIZIONI DI CARATTERE GEOLOGICO-GEOTECNICO**

- Verificare la presenza della falda superficiale fino alla profondità di eventuali scavi e indicare l'ordine di grandezza dell'oscillazione stagionale.

### **1.10 Caratteri idrologico-idraulici**

L'area risulta confinata nella piana alluvionale che si sviluppa in destra orografica del Fiume Tevere, fra il corso d'acqua in parola (che scorre ca. 500 mt a Est) ed i rilievi della dorsale Citerna – Anghiari (ca. 5 Km ad Ovest).

Il Fiume Tevere è l'unico elemento a costituire potenzialmente ipotesi di rischio, tuttavia le sue possibilità di interazione con l'area sono remote e riconducibili ad eventi catastrofici in quanto sia per la sezione di deflusso e sia le altimetrie del terreno in sinistra orografica del corso d'acqua, rendono ipotizzabile un di un vaso di espansione sul lato sinistro e non sul lato destro ove si trova l'area in esame.

### **1.11 Fonti di rischio idraulico**

- Fiume Tevere (rischio remoto)

## 2.0 PREMESSA

Su incarico della committenza è stata eseguita la presente relazione di Fattibilità Geologica a supporto della nuova lottizzazione con destinazione industriale/artigianale del Comune di Sansepolcro in loc. Ciapanella (Insula D2).



Fig. 9 - Veduta Sito d'interesse - Fonte Google

La relazione è redatta ai sensi della LR 27 Aprile 2007, n. 26/R “Regolamento di attuazione della Legge Regionale 3 gennaio 2005, n. 1 (Norme per il governo del territorio) in materia di indagini geologiche.

Il progetto, come descritto nella relazione tecnica redatta dai progettisti, ha per obiettivo la riqualificazione urbanistica dell'area mediante la realizzazione di nuovi insediamenti produttivi.

Visto che le variazioni previste, sotto un profilo formale, costituiscono variante al Piano Strutturale vigente è necessario produrre una cartografia tematica redatta ai sensi della L.R. 26/R del 27 aprile 2007, che consiste nell'adeguamento delle cartografie di Piano esistenti mediante l'applicazione dei nuovi criteri di interpretazione dei fenomeni geomorfologici, idraulici e sismici che portano alla definizione di nuove classi di pericolosità.

La presente relazione comprende l'inquadramento del progetto nel contesto delle cartografie tematiche di supporto al Piano Strutturale, l'individuazione della fattibilità geologica ai sensi del R.U. nonché l'individuazione delle principali problematiche geotecniche, geomorfologiche e idrogeologiche inerenti l'intervento previsto.

## 2.1 RIFERIMENTI GEOGRAFICI

L'area, per la cui esatta ubicazione si rimanda alla cartografia allegata, si pone all'interno di una zona a destinazione industriale/artigianale (Industriale Alto Tevere) nelle vicinanze della Località Ciapanella.

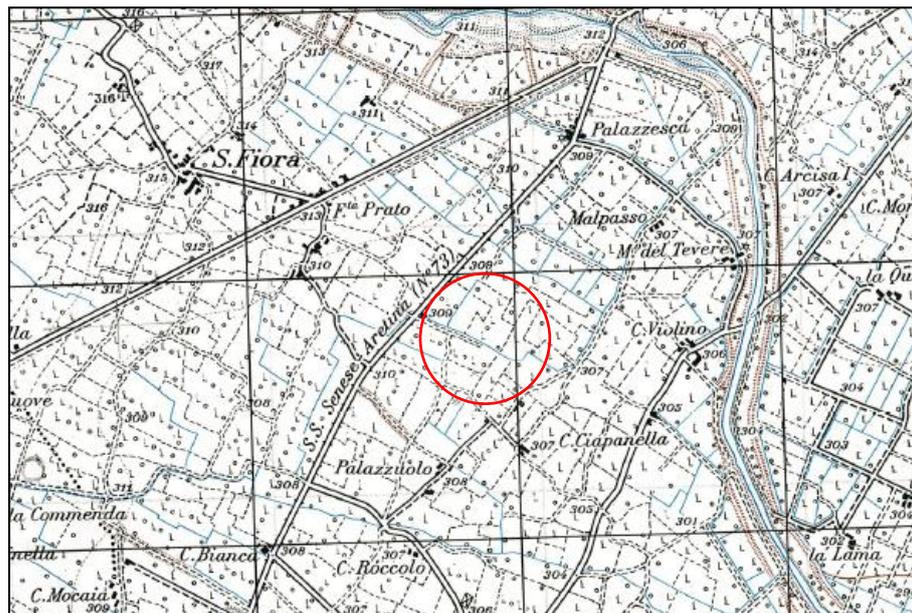


Fig. 10 - Estratto IGM – 1:25.000

Le quote oscillano attorno ai 304m, s.l.m.

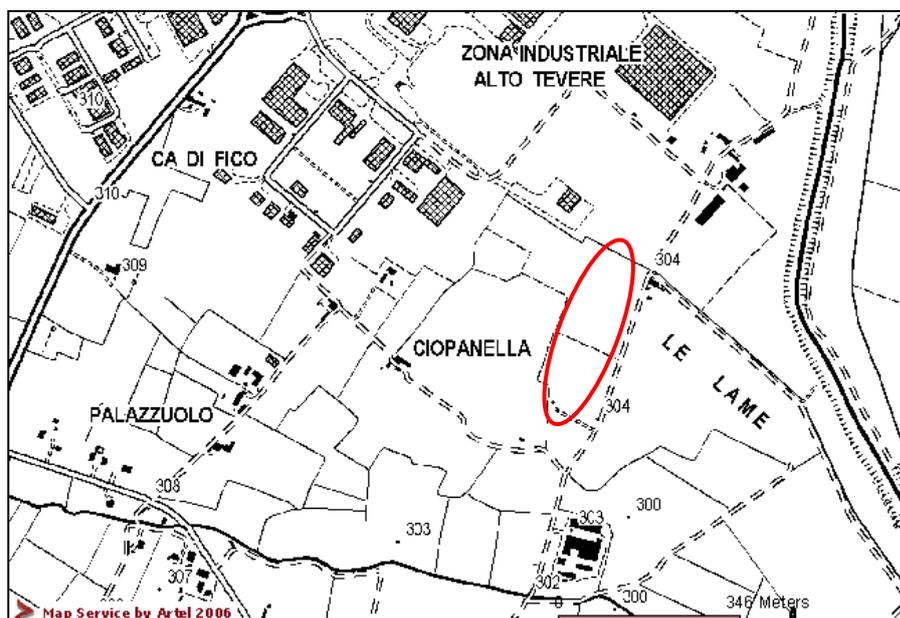


Fig. 11 – Estratto CTR - 1:10.000

L'andamento delle pendenze è sub orizzontale (minire e/o uguale a 5°).

Dal punto di vista catastale, il sito trova riferimento ai mappali n. 8, 9, 421, 422, 423 e 424 del Foglio n. 83 del N.C.T. del Comune di Sansepolcro (AR).

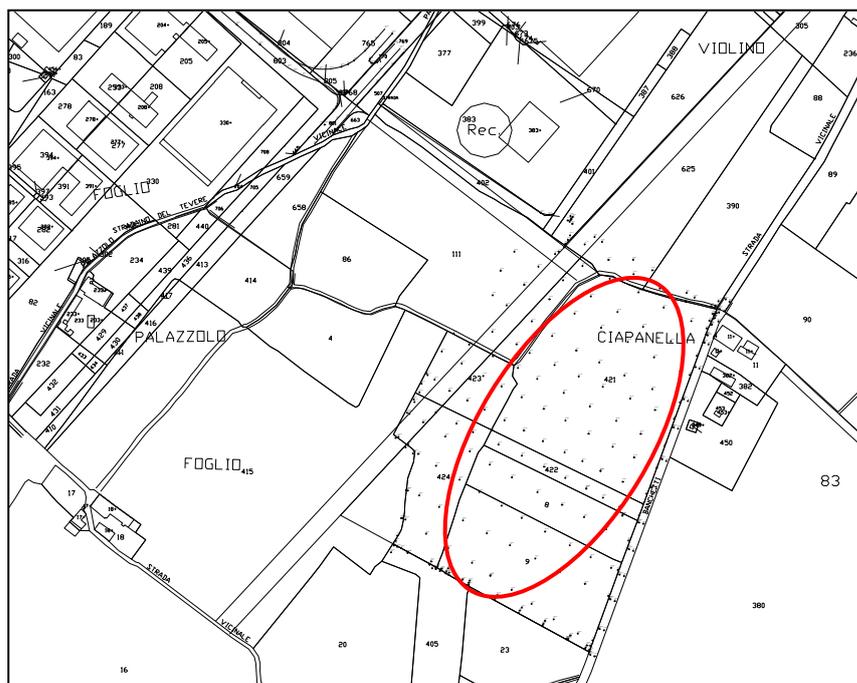


Fig. 12 – Estratto Planimetria Catastale

## 2.2 Quadro conoscitivo di riferimento

L'analisi territoriale di riferimento ha preso in esame:

- Studi posti a corredo dello Strumento Urbanistico Comunale
- Esame PTCP – Provincia di Arezzo
- Esame della carta di pericolosità
- Esame della carta del Rischio Idraulico

Sono inoltre stati esaminati i rapporti con le perimetrazioni di pericolosità e conseguenti condizionamenti del P.A.I. dell'Autorità di Bacino del Fiume Tevere.

## 2.3 Caratteristiche geologiche e geomorfologiche

Il terreno oggetto di urbanizzazione è posto in destra idrografica del Tevere ad una quota media di 304 m sul livello del mare, in un contesto territoriale pianeggiante, già interessato da strutture industriali/artigianali e agricole.

L'area, caratterizzata da modestissima pendenza verso sud, presenta acclività sub orizzontali, sempre contenute al di sotto dei 5°. Essa è priva di caratteristiche geomorfologiche di rilievo e risulta costituita da una sostanziale omogeneità di forme pianeggianti solcate e/o interrotte dalla viabilità locale e da vari fossi di scarso interesse sia come bacino imbrifero che come dimensioni.

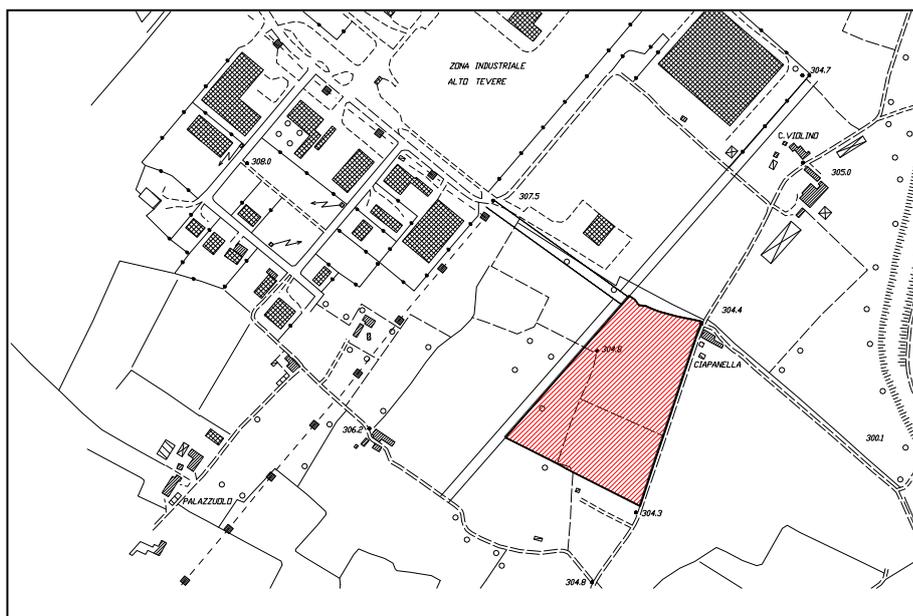


Fig. 13 – Estratto C.T.R. 1:2000

Dal punto di vista geologico l'intera zona ricade nella piana alluvionale del Fiume Tevere in destra orografica del corso d'acqua in parola, ad una distanza di circa 0.5 Km dal suo letto di scorrimento.

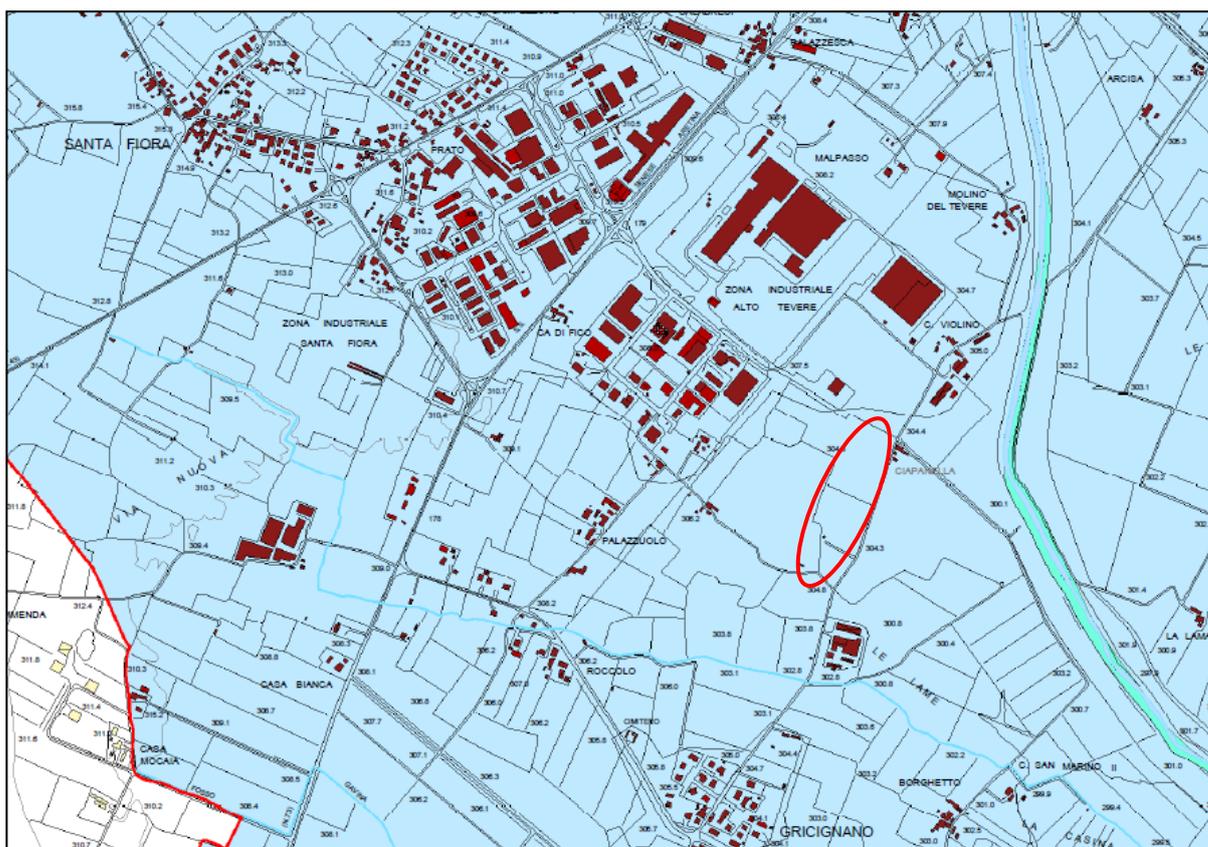


Fig. 14 – Estratto Carta Geologica – Fonte PS Sansepolcro

b2

depositi alluvionali recenti (Olocene)

La formazione dell'ampia valle è riconducibile al colmamento del bacino fluvio-lacustre formatosi per fenomeni di tettonica distensiva nel Pleisto Olocene.

La paleo depressione è stata riempita dall'apporto solido proveniente dai tributari del Tevere che, scendendo dai rilievi della vicina catena appenninica, determinavano variabili facies sedimentarie in funzione della posizione delle conoidi di deposizione e della distanza dal collettore primario.

La fase sedimentaria caratterizzata da granulometrie grossolane nelle porzioni marginali della piana alluvionale si modifica progressivamente passando alla facies di sedimentazione fluviale ove i materiali si caratterizzano per granulometrie più fini.

I depositi a granulometria grossolana presenti ai lati della valle alluvionale si riducono, al centro della medesima, a depositi fluviali di barra ed a paleoalvei sepolti, irregolarmente distribuiti in prevalenti ambiti sedimentari a granulometria fine; limo-sabbiosa.

La zona di intervento è posta al centro della valle alluvionale ed è pertanto caratterizzata da depositi lentiformi di paleoalveo fluviale a granulometria sabbiosa e ghiaiosa la cui frequenza va progressivamente incrementandosi avvicinandosi all'attuale letto di scorrimento.

La particolare morfologia del tracciato del Tevere, con un'ampia curva che allontana il letto di scorrimento dalla zona in studio e lo avvicina al centro abitato di Sansepolcro, mostra una certa artificiosità del percorso, probabilmente imposto da interventi antropici di costrizione in argini del corso d'acqua che hanno prevedibilmente scollegato l'attuale percorso dalle precedenti posizioni di tracciato che più probabilmente, nelle sue fasi geologiche più recenti, lo ponevano maggiormente spostato verso occidente.

## 2.4 Caratteristiche stratigrafico – strutturali del sottosuolo

La caratterizzazione stratigrafica e geotecnica preliminare di primo indirizzo alla progettazione è stata ottenuta previa esecuzione di n. 6 sondaggi penetrometrici. Sono inoltre state esaminate le caratterizzazioni sismiche del terreno con metodologia sismica a rifrazione. Relativamente alle penetrometrie è stato utilizzato un penetrometro TG 63-100 prodotto dalla ditta PAGANI GEOTECNICAL EQUIPMENT semovente, attrezzato per eseguire prove statiche.



Fig. 15 -Sonda Penetrometrica

I risultati di quanto effettuato sono raccolti in apposito report che fa parte integrante della presente relazione.

### Sondaggi penetrometrici dinamici – DPSH

La Prova Dinamica consiste nell'infissione tramite una massa battente di peso calibrato - di una punta conica nel terreno - per tratti consecutivi di 20 cm, misurando il numero di colpi (N) necessari.

La prova è sospesa per raggiunto rifiuto, generalmente quando N supera il valore di 50 o per il raggiungimento di una profondità di interesse tecnico.

Di norma la penetrometria dinamica inizia al piano campagna.

La punta conica presenta un diametro significativamente superiore a quello delle aste per evitare che attriti laterali alterino i dati di resistenza N misurata.

Le caratteristiche tecniche della macchina utilizzata (TG 63-100) sono:

M	Massa del Maglio	63.5 Kg
H	Volata	0.75 m
A	Sezione punta conica	20.00 cm <sup>2</sup>
E	Rifiuto dinamico alla penetrazione	e = 20 / N
N	Numero delle cadute di maglio necessarie a produrre un avanzamento della punta di 20 cm	

Tabella 1 - Caratteristiche tecniche del penetrometro usato

## 2.5 Caratterizzazione stratigrafico - geotecnica

L'elaborazione delle introspezioni effettuate consente di schematizzare la costituzione sedimentologica del sottosuolo secondo una successione di sedimenti di origine detritico - alluvionale. Nel particolare si osserva che gli strati superiori - con granulometrie fini - si caratterizzano per bassi tenori di energia deposizionale e pertanto per processi di tipo eluvio colluviale. Negli strati più in profondità sono presenti materiali costituiti da limi.



Fig. 16 – Esecuzione Sondaggi Penetrometrici

Nel dettaglio l'assetto stratigrafico rilevabile attraverso le terebrazioni effettuate, lungo le verticali di indagine, è così sintetizzabile:

**PUNTO DI PROVA n. 1 Modalità Statica - DPSH 1**

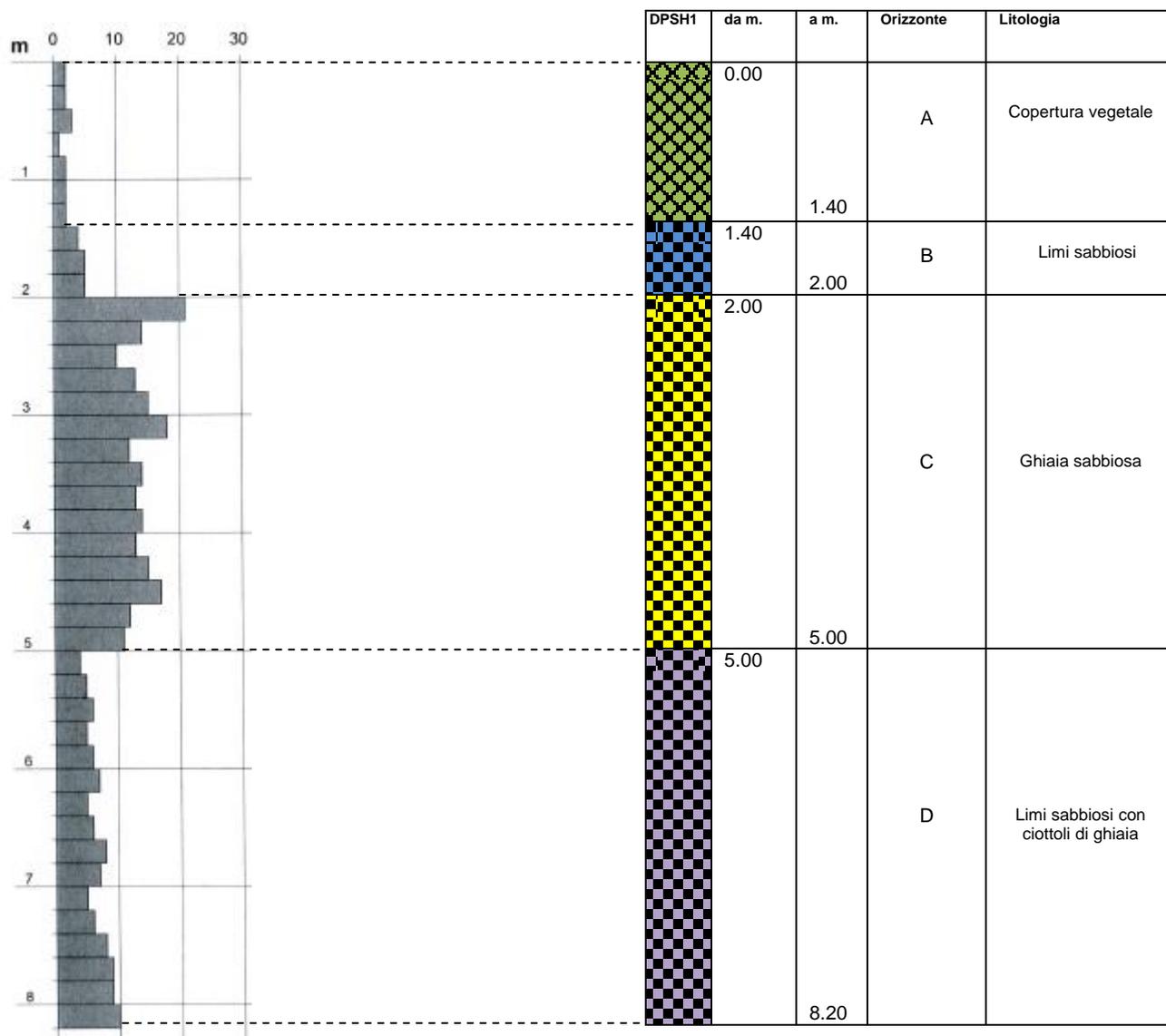


Fig. 17 – Discretizzazione DPSH 1

**PUNTO DI PROVA n. 2 Modalità Statica - DPSH 2**

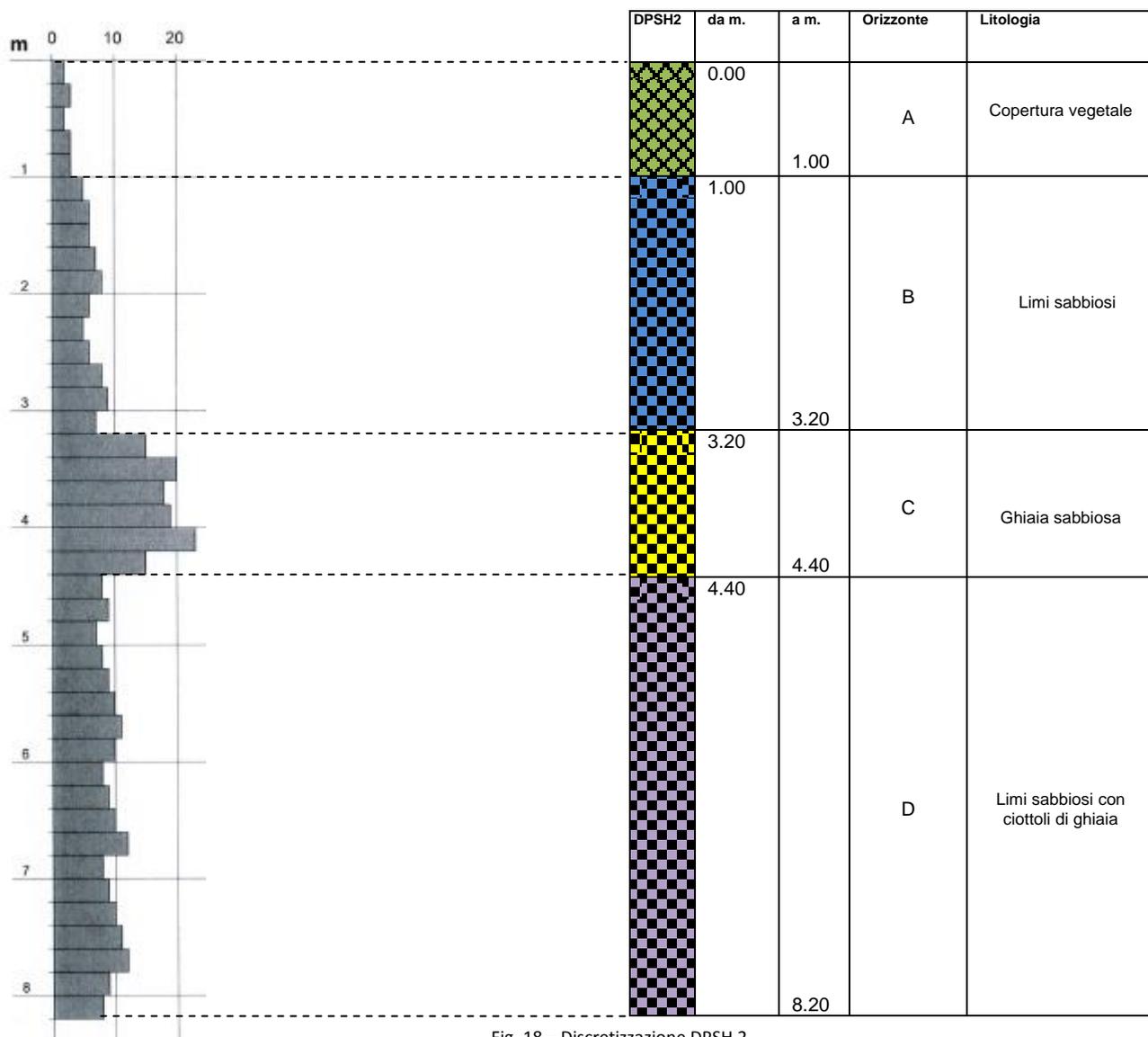


Fig. 18 – Discretizzazione DPSH 2

**PUNTO DI PROVA n. 3 Modalità Statica - DPSH 3**

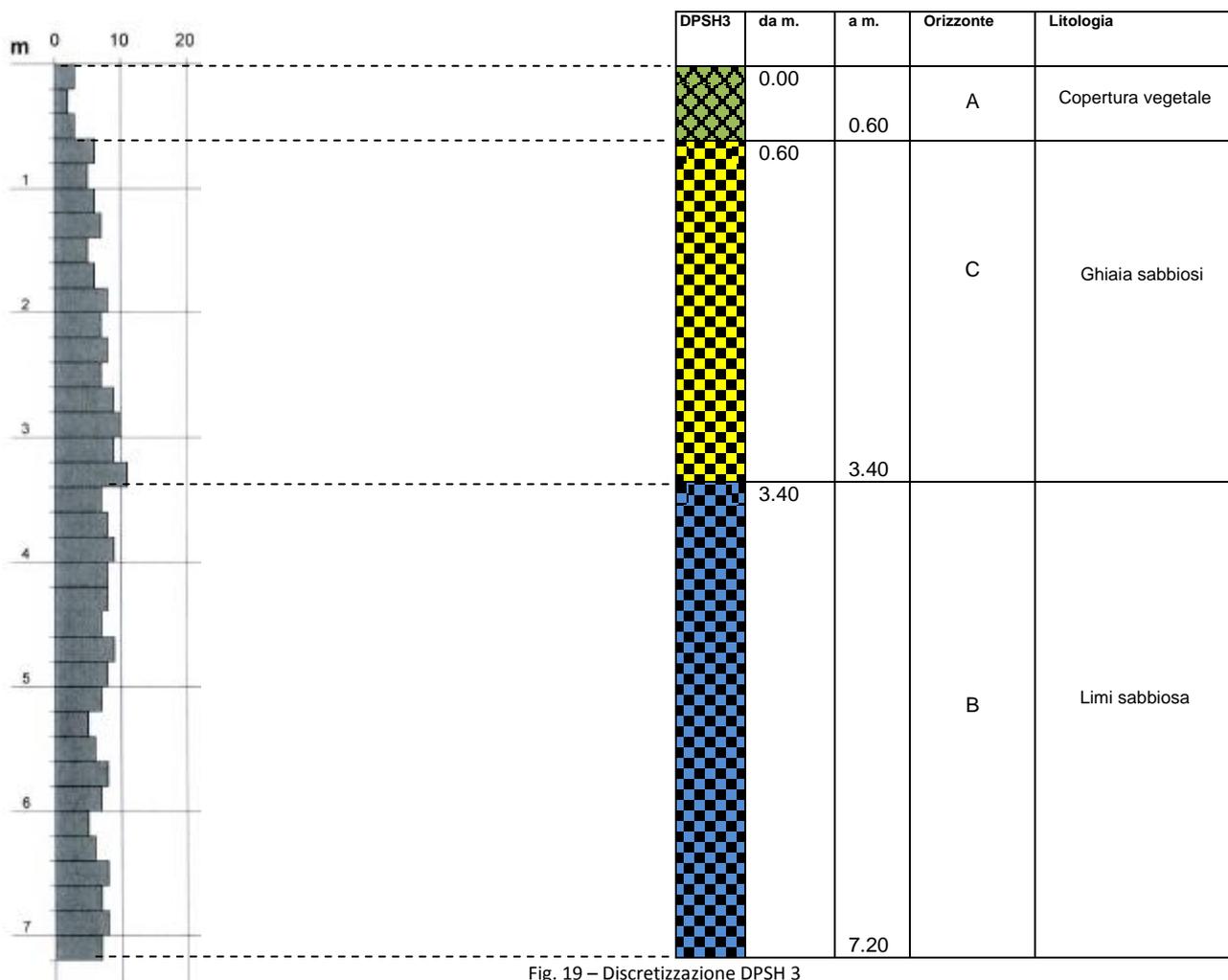


Fig. 19 – Discretizzazione DPSH 3

**PUNTO DI PROVA n. 4 Modalità Statica - DPSH 4**

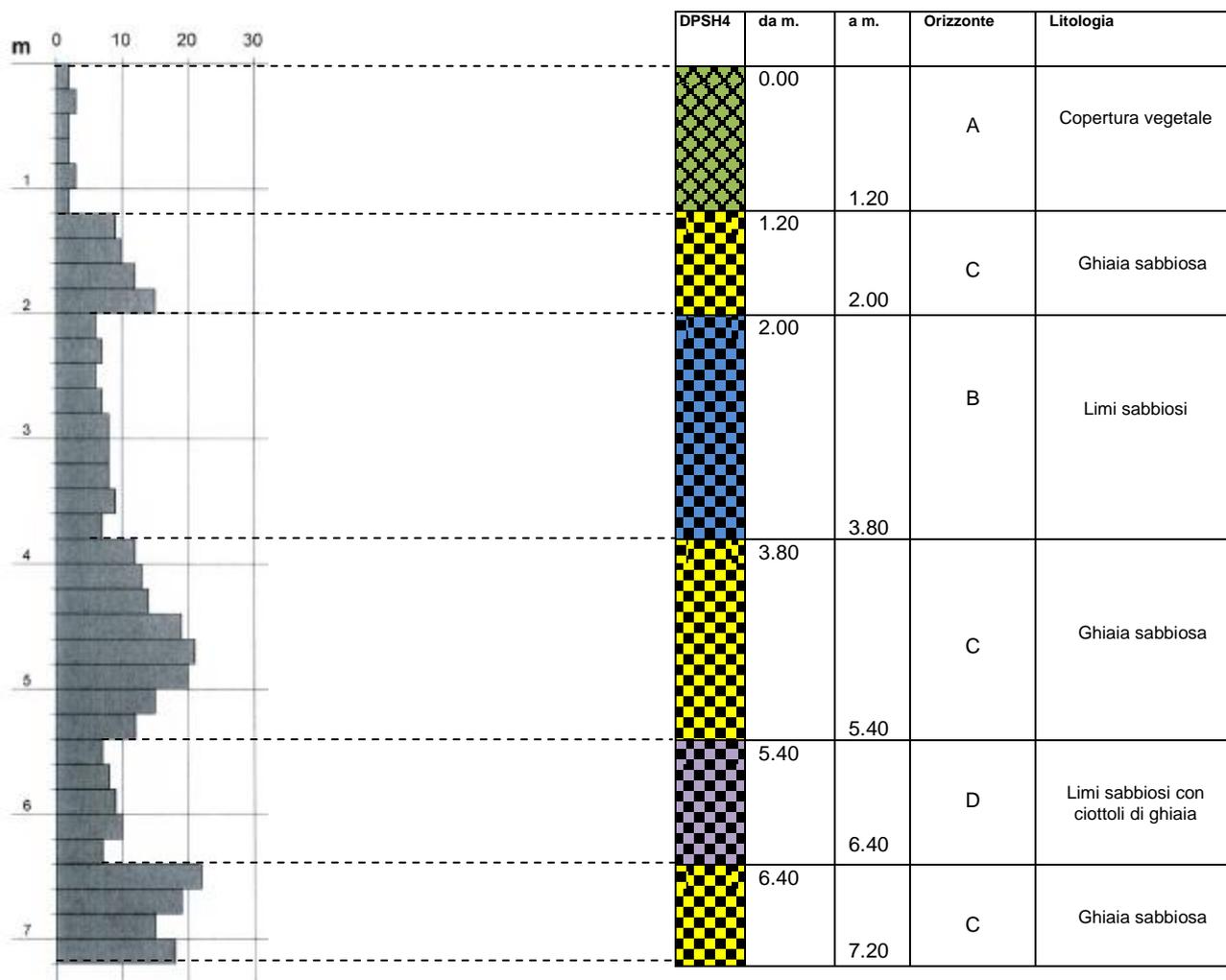


Fig. 20 – Discretizzazione DPSH 4

**PUNTO DI PROVA n. 5 Modalità Statica - DPSH 5**

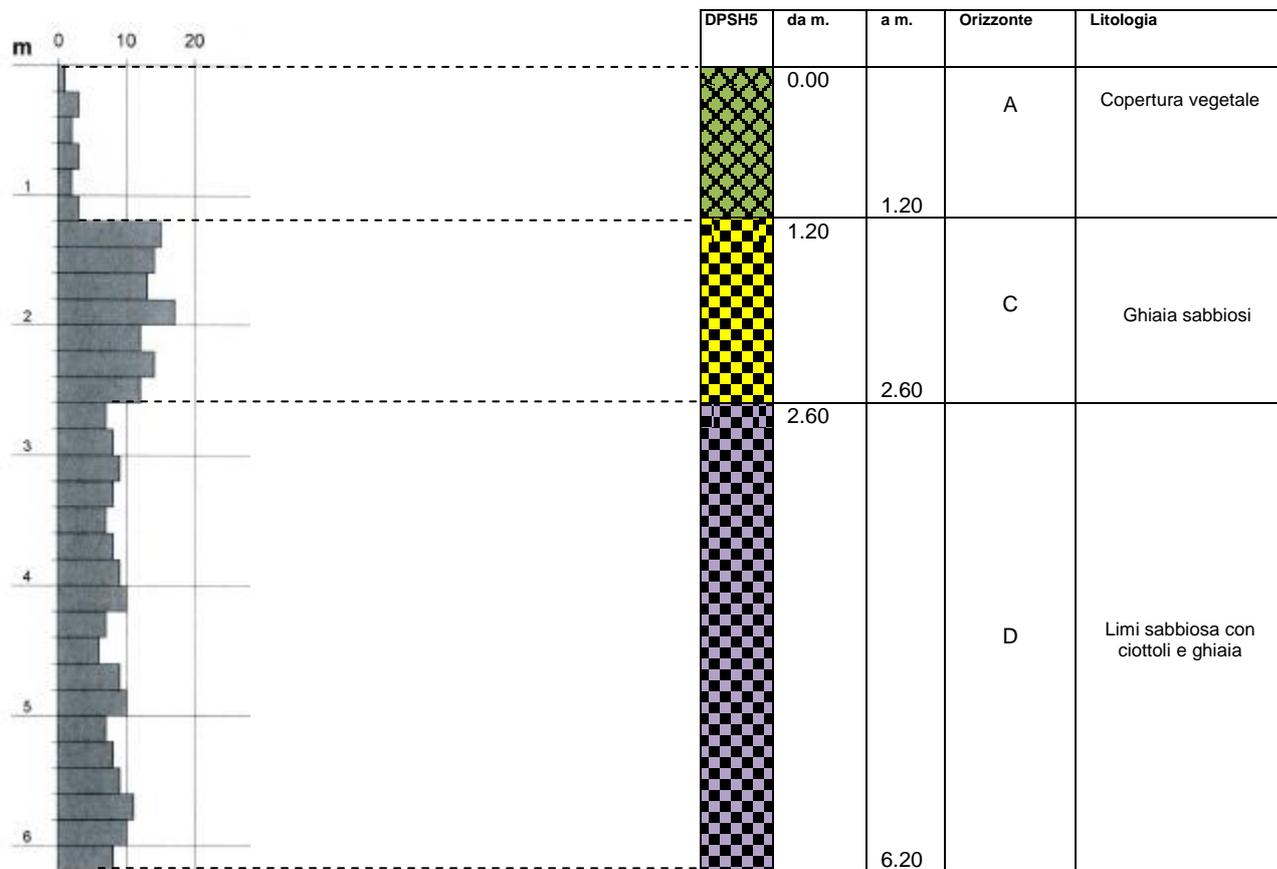


Fig. 21 - Discretizzazione DPSH 5

**PUNTO DI PROVA n. 6 Modalità Statica - DPSH 6**

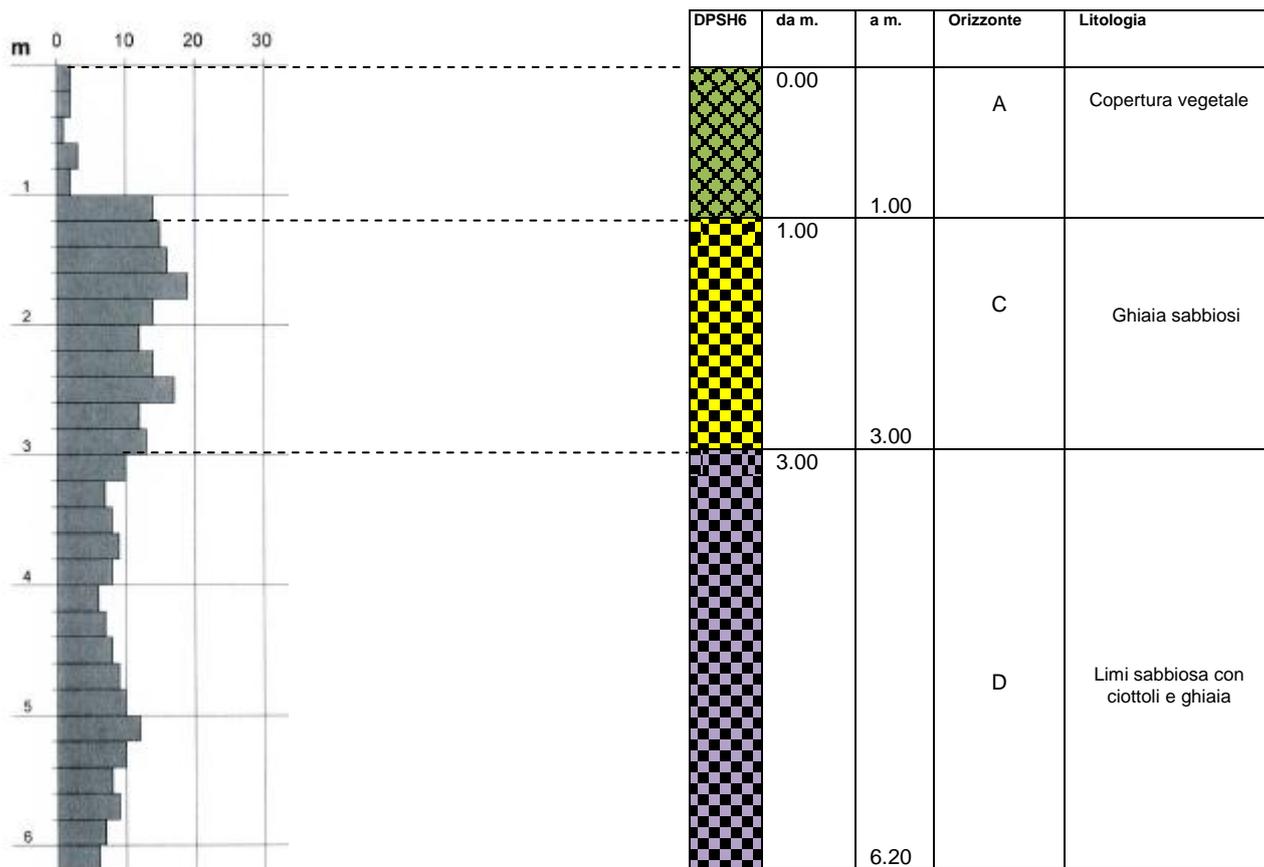


Fig. 22 - Discretizzazione DPSH 6

In definitiva si può sintetizzare la seguente stratigrafia di progetto:

**SCHEMA STRATIGRAFICO RICOSTRUITO IN BASE ALLE INDAGINI GEOGNIOSTICHE EFFETTUATE**

ORIZZONTI	DPSH1 mt	DPSH2 mt	DPSH3 mt	DPSH4 mt	DPSH5 mt	DPSH6 mt	LITOLOGIA
"A"	0.00-1.40	0.00-1.00	0.00-0.60	0.00-1.20	0.00-1.20	0.00-1.00	<b>Copertura Vegetale</b>
"B"	1.40-2.00	1.00-3.20					<b>Limi sabbiosi</b>
"C"	2.00-5.00	3.20÷4.40	0.60-3.40	1.20-2.00	1.20-2.60	1.00-3.00	<b>Ghiaia sabbiosa</b>
"B"			3.40-7.20	2.00-3.80			<b>Limi sabbiosi</b>
"C"				3.80-5.40			<b>Ghiaia sabbiosa</b>
"D"	5.00-8.20	4.40-8.20		5.40-6.40	2.60-6.20	3.00-6.20	<b>Limi Sabbiosi con ciottoli di ghiaia</b>
"B"				6.40-7.20			<b>Ghiaia sabbiosa</b>

Tabella 2 – Sintesi Caratteristiche Stratigrafiche

Gli orizzonti di terreno sopra individuati saranno oggetto di caratterizzazione fisico-meccanica, nei paragrafi successivi.

**2.6 Caratterizzazione geomeccanica**

Per quanto attiene le caratteristiche geotecniche degli orizzonti di terreno sopra indicati si possono fornire solo parametri di massima, che dovranno essere confermati e/o rivisti tramite specifiche indagini da eseguirsi prima di passare alla fase esecutiva:

**Peso dell'Unità di Volume - kg/cm<sup>2</sup>**

Orizzonte	Densità DPSH1	Densità DPSH2	Densità DPSH3	Densità DPSH4	Densità DPSH5	Densità DPSH6	Densità minima	Litologia
"A"	1.78	1.83	1.83	1.78	1.78	1.78	<b>1.78</b>	Copertura Vegetale
"B"	1.87	1.91					<b>1.87</b>	Limi sabbiosi
"C"	2.00	2.03	1.91	1.98	2.00	2.01	<b>1.91</b>	Ghiaia sabbiosa
"B"			1.91	1.91			<b>1.91</b>	Limi sabbiosi
"C"				2.01			<b>2.01</b>	Ghiaia sabbiosa
"D"	1.91	1.95		1.92	1.92	1.92	<b>1.91</b>	Limi Sabbiosi con ciottoli di ghiaia
"B"				2.03			<b>2.03</b>	Ghiaia sabbiosa

Tabella 3 – Sintesi Valori Peso Unità di Volume

**Coesione - Kg/cm<sup>2</sup>**

Orizzonte	(c <sub>u</sub> ) DPSH1	(c <sub>u</sub> ) DPSH2	(c <sub>u</sub> ) DPSH3	(c <sub>u</sub> ) DPSH4	(c <sub>u</sub> ) DPSH5	(c <sub>u</sub> ) DPSH6	(c <sub>u</sub> ) minima	Litologia
"A"	0.19	0.31	0.31	0.19	0.19	0.19	<b>0.19</b>	Copertura Vegetale
"B"	0.50	0.69					<b>0.50</b>	Limi sabbiosi
"C"	1.31	1.69	0.69	1.13	1.31	1.44	<b>1.13</b>	Ghiaia sabbiosa
"B"			0.69	0.69			<b>0.69</b>	Limi sabbiosi
"C"				1.50			<b>1.50</b>	Ghiaia sabbiosa
"D"	0.69	0.88		0.75	0.75	0.75	<b>0.69</b>	Limi Sabbiosi con ciottoli di ghiaia
"B"				1.69			<b>1.69</b>	Ghiaia sabbiosa

Tabella 4 – Sintesi Valori di c<sub>u</sub>**Angolo d'attrito Interno – (°)**

Orizzonte	(φ) DPSH1	(φ) DPSH2	(φ) DPSH3	(φ) DPSH4	(φ) DPSH5	(φ) DPSH6	(φ) minima	Litologia
"A"	27	28	28	27	27	27	<b>27</b>	Copertura Vegetale
"B"	29	30					<b>29</b>	Limi sabbiosi
"C"	33	35	30	32	33	33	<b>30</b>	Ghiaia sabbiosa
"B"			30	30			<b>30</b>	Limi sabbiosi
"C"				34			<b>34</b>	Ghiaia sabbiosa
"D"	30	31		30	30	30	<b>30</b>	Limi Sabbiosi con ciottoli di ghiaia
"B"				35			<b>35</b>	Ghiaia sabbiosa

Tabella 5 – Sintesi Valori Angolo d'attrito

## 2.7 Elementi litotecnici

Le litologie affioranti all'interno dell'area in esame ed in un suo congruo intorno, afferiscono a facies di tipo alluvionale nelle quali sono riscontrabili sedimenti di natura limoso sabbioso ghiaiosa, disposti in strati lentiformi a marcata variabilità laterale e verticale.

Il loro spessore – rilevato da indagini connesse alla perforazione di pozzi idrici – è certamente superiore ai 60÷80 metri lineari.

Tale indicazione sottostima lo spessore complessivo in quanto le perforazioni predisposte dalla Regione Toscana (Progetto VEL) hanno accertato spessori alluvionali di oltre 80÷100 metri.

Alla luce di tali considerazioni le litologie presenti possono inglobarsi in un'unica unità litotecnica:

UNITA' LITOTECNICHE - Copertura -		
SUCCESSIONI CONGLOMERATICHE GHIAOSO SABBIOSO LIMOSA	Natura Semicoerente	Depositi incoerenti costituiti da materiale prevalentemente fine di carattere fluviale le cui caratteristiche tecniche sono buone

## 2.8 Aspetti geomorfologici

Tenuto conto delle destinazioni d'uso di progetto sono state analizzate le forme ed i processi geomorfologici legati alla dinamica fluviale, accertando la totale mancanza di interdipendenza con il corso d'acqua a cui la morfologia attuale è collegata.

Le evidenze morfologiche hanno esaurito la loro evoluzione e non sono in grado di riattivarsi almeno in tempi brevi.

L'area non interagisce con aspetti legati alle forme di erosione e di accumulo del fiume Tevere.

Le opere di difesa idraulica attuate lungo l'alveo del Tevere (argini tangenziali al corso d'acqua) sono in un buono stato di conservazione e consentono il deflusso dell'onda di massima piena senza lasciar presumere situazioni di rischio per la zona oggetto di disamina.

Anche per quanto riguarda le problematiche di tipo gravitativo si mette in evidenza che le caratteristiche morfologiche, litologiche e giaciture non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di movimenti di massa.

## 2.9 Aspetti idraulici

In relazione al rischio d'inondabilità dell'area in oggetto si espone quanto segue:

- L'area è già interessata da strutture edilizie di civile abitazione (tipologia agricola) e industriali/artigianali.
- L'area si colloca in destra orografica del Fiume Tevere, a margine della Zona Industriale Alto Tevere.
- Il Fiume Tevere scorre a una distanza di oltre 500 mt dalla zona presa in considerazione.
- Il Fiume Tevere scorre entro un alveo dotato di argini artificiali realizzati contro ipotetiche esondazioni del corso d'acqua.
- L'area in esame – e/o quelle limitrofe a essa - non risulta essere stata recentemente interessata da inondazioni da parte del Tevere.
- Si rileva che l'Autorità di Bacino del Fiume Tevere (Via V. Bachelet, n. 12 – 00185 Roma - [www.abtevere.it](http://www.abtevere.it)) ha studiato la zona in esame ed essa non risulta inclusa fra quelle a rischio di inondazione:

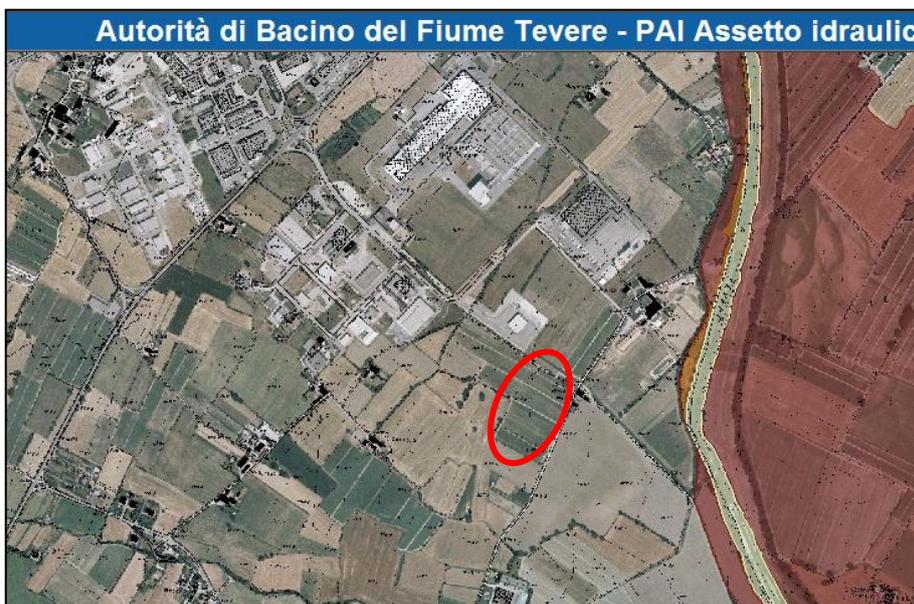


Fig. 23 - PAI Assetto idraulico – Fonte AB Tevere

Anche il "PTCP" della Provincia di Arezzo esclude l'inondabilità del sito.

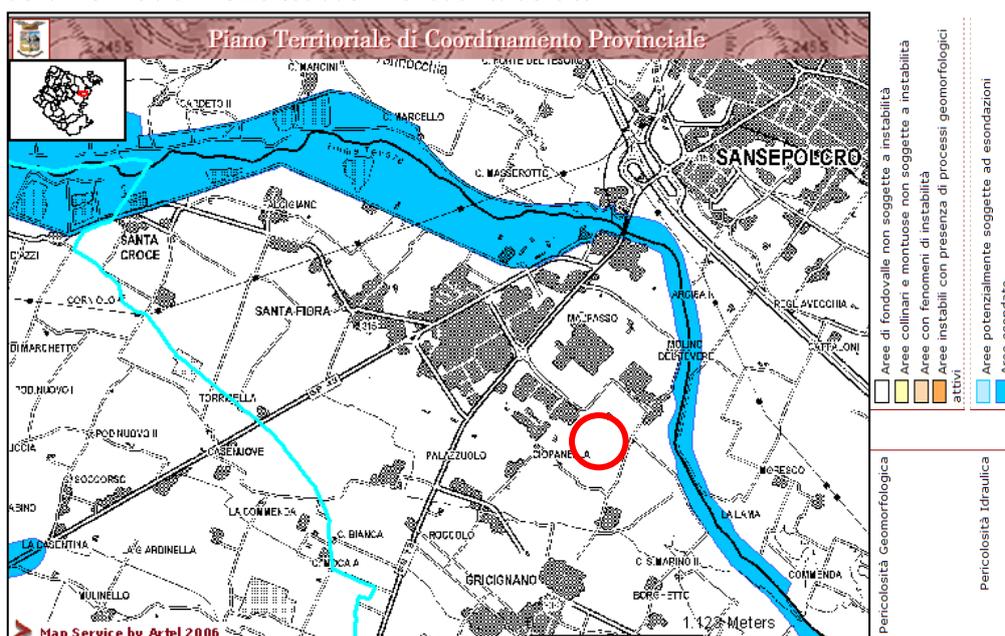


Fig. 24 – PTCP – Fonte Provincia di Arezzo

### 2.10 Verifica idraulica

Per verificare la capacità al deflusso dell'onda di piena del fiume Tevere sono state esaminate, nel territorio interessato dalla nuova lottizzazione, le aste fluviali che presentano potenziali criticità in materia di rischio idraulico. La procedura informatica utilizzata dal comune di Sansepolcro ha preso in esame lo studio del moto permanente.

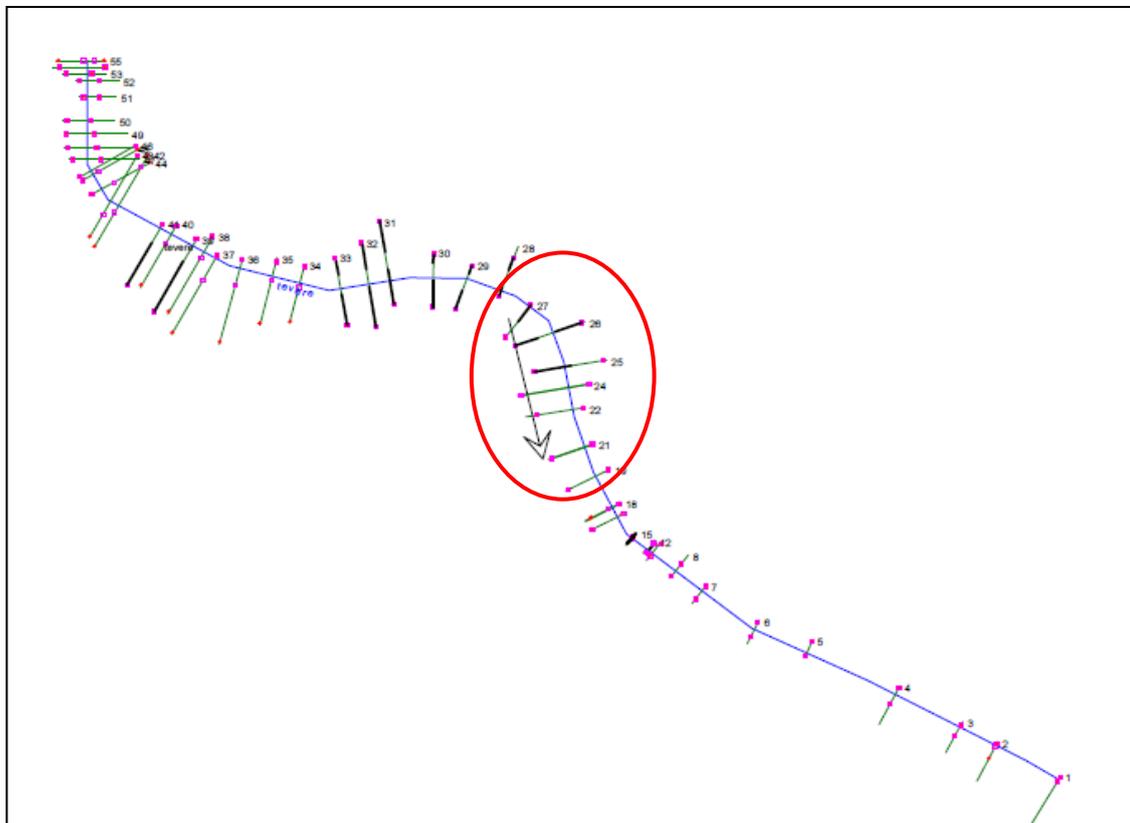


Fig. 25 - Fiume Tevere –Verifica moto permanente con HEC-RAS –Fonte Piano Strutturale del comune di Sansepolcro

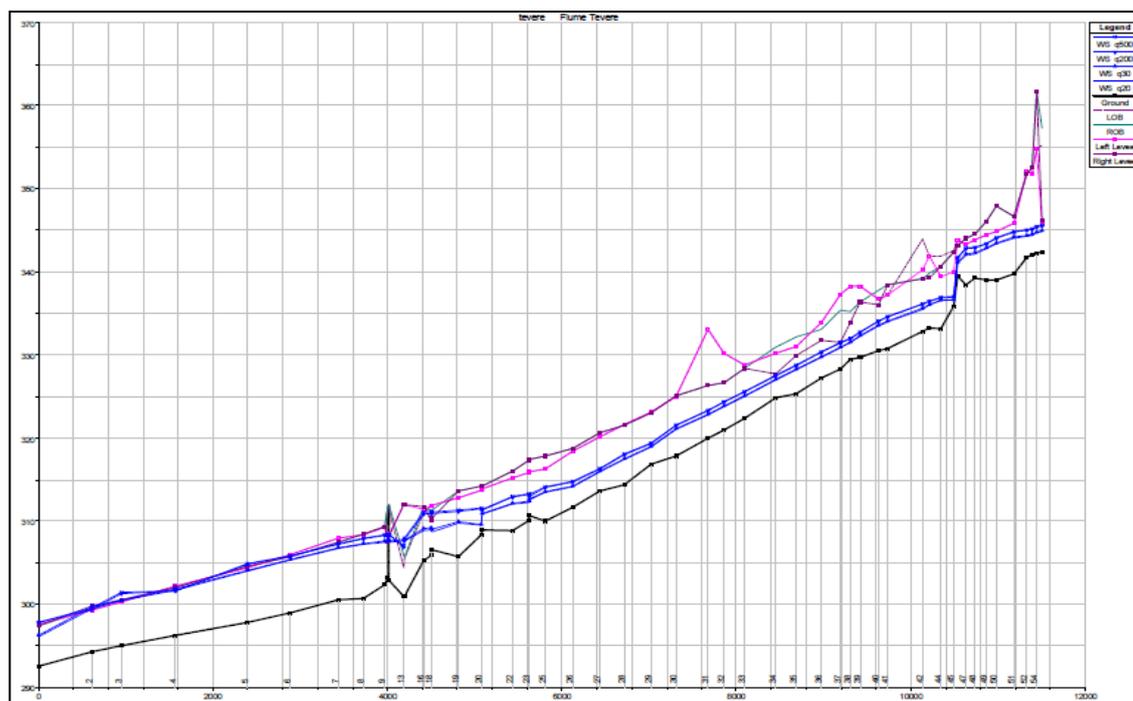


Fig. 26 - Fiume Tevere –Profilo con HEC-RAS –Fonte Piano Strutturale del comune di Sansepolcro

tevere	28	q20	372.54	315.37	317.43	316.94	317.60	0.002903	1.83	204.12	154.76	0.51
tevere	28	q30	415.28	315.37	317.53	317.01	317.71	0.002866	1.90	218.85	154.86	0.51
tevere	28	q200	666.08	315.37	318.03	317.35	318.29	0.002738	2.24	296.93	157.34	0.52
tevere	28	q500	700.00	315.37	318.09	317.39	318.35	0.002736	2.29	306.05	157.34	0.52
tevere	27	q20	372.54	313.93	315.95	315.80	316.30	0.007995	2.83	141.87	132.87	0.81
tevere	27	q30	415.28	313.93	316.00	315.88	316.40	0.008268	2.78	149.42	133.02	0.84
tevere	27	q200	666.08	313.93	316.32	316.25	316.94	0.009336	3.47	191.90	133.86	0.93
tevere	27	q500	700.00	313.93	316.36	316.30	317.00	0.009374	3.54	197.55	134.00	0.93
tevere	26	q20	372.54	311.88	314.10	313.80	314.36	0.004676	2.26	185.18	136.90	0.66
tevere	26	q30	415.28	311.88	314.21	313.88	314.48	0.004676	2.31	179.78	137.12	0.64
tevere	26	q200	666.08	311.88	314.76	314.24	315.10	0.003823	2.82	254.69	138.24	0.82
tevere	26	q500	700.00	311.88	314.82	314.29	315.18	0.003771	2.86	263.81	138.37	0.61
tevere	25	q20	372.54	310.77	313.47	312.55	313.59	0.001335	1.55	240.06	130.25	0.36
tevere	25	q30	415.28	310.77	313.57	312.83	313.71	0.001392	1.64	253.28	130.41	0.38
tevere	25	q200	666.08	310.77	314.09	313.01	314.31	0.001666	2.08	320.61	131.21	0.42
tevere	25	q500	700.00	310.77	314.14	313.06	314.37	0.001669	2.13	327.94	131.30	0.43
tevere	24	q20	372.54	310.70	312.57	312.57	313.01	0.012599	2.94	126.79	143.61	1.00
tevere	24	q30	415.28	310.70	312.63	312.63	313.11	0.012408	3.05	136.00	143.63	1.00
tevere	24	q200	666.08	310.70	312.98	312.98	313.63	0.011220	3.57	188.86	144.06	1.00
tevere	24	q500	700.00	310.70	313.25	313.25	313.69	0.012909	2.94	238.09	272.30	1.00
tevere	23	q20	372.54	310.10	312.29	311.65	312.43	0.002099	1.71	217.46	143.53	0.44
tevere	23	q30	415.28	310.10	312.42	311.72	312.58	0.001965	1.75	236.91	143.54	0.44
tevere	23	q200	666.08	310.10	313.20	312.07	313.38	0.002562	1.86	357.45	240.81	0.49
tevere	23	q500	700.00	310.10	313.33	312.11	313.49	0.002946	1.79	392.11	313.62	0.51
tevere	22	q20	372.54	308.87	312.07	310.74	312.18	0.000867	1.47	253.38	107.53	0.31

HEC-RAS Plan: Plan 03 River: tevere Reach: tevere (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
tevere	22	q30	415.28	308.87	312.20	310.83	312.32	0.000902	1.55	267.61	107.88	0.31
tevere	22	q200	666.08	308.87	312.88	311.27	313.07	0.001078	1.85	342.30	111.97	0.38
tevere	22	q500	700.00	308.87	312.96	311.32	313.18	0.001096	1.99	351.32	112.29	0.38
tevere	21	q20	372.54	308.94	310.85	310.85	311.39	0.012001	3.27	114.08	105.88	1.00
tevere	21	q30	415.28	308.94	310.93	310.93	311.51	0.011701	3.38	122.86	105.88	1.00
tevere	21	q200	666.08	308.94	311.36	311.36	312.15	0.010780	3.96	168.17	106.65	1.01
tevere	21	q500	700.00	308.94	311.42	311.42	312.23	0.010470	4.00	175.03	106.87	1.00
tevere	20	q20	372.54	308.37	309.51	309.97	311.15	0.073512	5.67	65.76	104.78	2.28
tevere	20	q30	415.28	308.37	309.57	310.05	311.27	0.088085	5.78	71.87	104.90	2.23
tevere	20	q200	666.08	308.37	311.46	310.49	311.77	0.002244	2.45	271.56	107.12	0.49
tevere	20	q500	700.00	308.37	311.80	310.53	311.91	0.002130	2.44	288.70	109.22	0.48
tevere	19	q20	372.54	305.71	309.79	308.70	309.94	0.001386	1.71	218.28	104.69	0.38
tevere	19	q30	415.28	305.71	309.92	308.79	310.09	0.001425	1.79	231.86	105.54	0.39
tevere	19	q200	666.08	305.71	311.18	309.27	311.34	0.001035	1.78	374.20	135.51	0.34
tevere	19	q500	700.00	305.71	311.34	309.34	311.50	0.000652	1.76	396.95	136.94	0.33
tevere	18	q20	372.54	306.53	308.74	308.48	309.14	0.006065	2.81	132.35	91.04	0.75
tevere	18	q30	415.28	306.53	309.04	308.57	309.38	0.004029	2.59	160.13	91.11	0.62
tevere	18	q200	666.08	306.53	310.91	309.04	311.01	0.000679	1.37	494.75	248.71	0.31
tevere	18	q500	700.00	306.53	311.13	309.10	311.22	0.000771	1.30	539.68	252.37	0.28

Fig. 27 – Tabelle Portate Tevere – Altimetrie Raggiunte – Fonte PS Sansepolcro

HEC-RAS Plan: Plan 03 River: tevere Reach: tevere (Continued)

Reach	River Sta	Profile	E.G. Elev (m)	W.S. Elev (m)	Vel Head (m)	Froth Loss (m)	C & E Loss (m)	Q Left (m3/s)	Q Channel (m3/s)	Q Right (m3/s)	Top Width (m)
tevere	28	q20	317.60	317.43	0.17	1.29	0.02		372.54		154.76
tevere	28	q30	317.71	317.53	0.18	1.30	0.02		415.28		154.86
tevere	28	q200	318.29	318.03	0.26	1.32	0.04		666.08		157.34
tevere	28	q500	318.35	318.09	0.27	1.32	0.04		700.00		157.34
tevere	27	q20	316.30	315.95	0.35	1.91	0.03		372.54		132.87
tevere	27	q30	316.40	316.00	0.39	1.88	0.04		415.28		133.02
tevere	27	q200	316.94	316.32	0.61	1.75	0.08		666.08		133.89
tevere	27	q500	317.00	316.36	0.64	1.74	0.08		700.00		134.00
tevere	26	q20	314.36	314.10	0.26	0.73	0.04		372.54		136.90
tevere	26	q30	314.48	314.21	0.27	0.73	0.04		415.28		137.12
tevere	26	q200	315.10	314.76	0.35	0.76	0.04		666.08		138.24
tevere	26	q500	315.18	314.82	0.36	0.77	0.04		700.00		138.37
tevere	25	q20	313.59	313.47	0.12	0.55	0.03		372.54		130.25
tevere	25	q30	313.71	313.57	0.14	0.57	0.03		415.28		130.41
tevere	25	q200	314.31	314.09	0.22	0.63	0.04		666.08		131.21
tevere	25	q500	314.37	314.14	0.23	0.67	0.02		700.00		131.30
tevere	24	q20	313.01	312.57	0.44	0.02	0.09		372.54		143.61
tevere	24	q30	313.11	312.63	0.48	0.02	0.10		415.28		143.63
tevere	24	q200	313.63	312.98	0.65	0.02	0.14		666.08		144.06
tevere	24	q500	313.69	313.25	0.44	0.02	0.08		700.00		272.30
tevere	23	q20	312.43	312.29	0.15	0.25	0.01		372.54		143.53
tevere	23	q30	312.58	312.42	0.16	0.25	0.01		415.28		143.54
tevere	23	q200	313.38	313.20	0.18	0.30	0.00		666.08		240.81
tevere	23	q500	313.49	313.33	0.16	0.32	0.00		700.00		313.62
tevere	22	q20	312.18	312.07	0.11	0.75	0.04		372.54		107.53
tevere	22	q30	312.32	312.20	0.12	0.76	0.05		415.28		107.88
tevere	22	q200	313.07	312.88	0.19	0.86	0.06		666.08		111.97
tevere	22	q500	313.16	312.96	0.20	0.87	0.06		700.00		112.29
tevere	21	q20	311.39	310.85	0.54	0.04	0.07		372.54		105.68
tevere	21	q30	311.51	310.93	0.58	0.04	0.07		415.28		105.88
tevere	21	q200	312.15	311.36	0.80	0.02	0.15		666.08		106.65
tevere	21	q500	312.23	311.42	0.81	0.02	0.15		700.00		106.87
tevere	20	q20	311.15	309.51	1.64	0.13	0.11		372.54		104.78
tevere	20	q30	311.27	309.57	1.70	0.13	0.11		415.28		104.90
tevere	20	q200	311.77	311.46	0.31	0.39	0.04		666.08		107.12
tevere	20	q500	311.91	311.60	0.30	0.36	0.04		700.00		109.22
tevere	19	q20	309.94	309.79	0.15	0.78	0.03		372.54		104.69
tevere	19	q30	310.09	309.92	0.16	0.69	0.02		415.28		105.54
tevere	19	q200	311.34	311.18	0.16	0.31	0.02		666.08		135.51
tevere	19	q500	311.50	311.34	0.16	0.26	0.02		700.00		136.94
tevere	18	q20	309.14	308.74	0.40	0.01	0.08		372.54		91.04
tevere	18	q30	309.38	309.04	0.34	0.01	0.06		415.28		91.11
tevere	18	q200	311.01	310.91	0.10	0.00	0.01		666.08		248.71
tevere	18	q500	311.22	311.13	0.09	0.00	0.01		700.00		252.37

Fig. 28 – Tabelle Portate Tevere – Altimetrie Raggiunte – Fonte PS Sansepolcro

### 2.11 Geometria fluviale

Sono state effettuate rilevazioni da parte del comune di Sansepolcro, tese ad acquisire le geometrie del fiume Tevere nella zona d’interesse. Le sezioni dell'alveo sono individuate nelle sotto elencate figure:

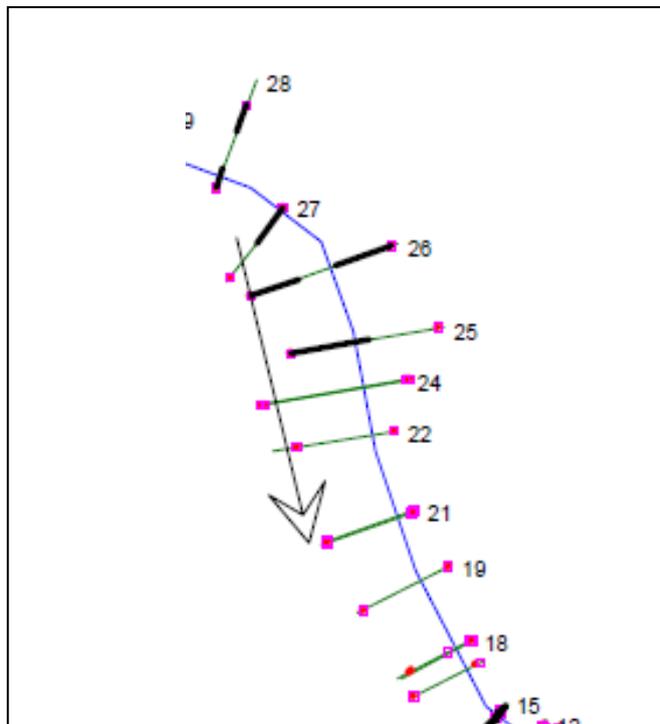
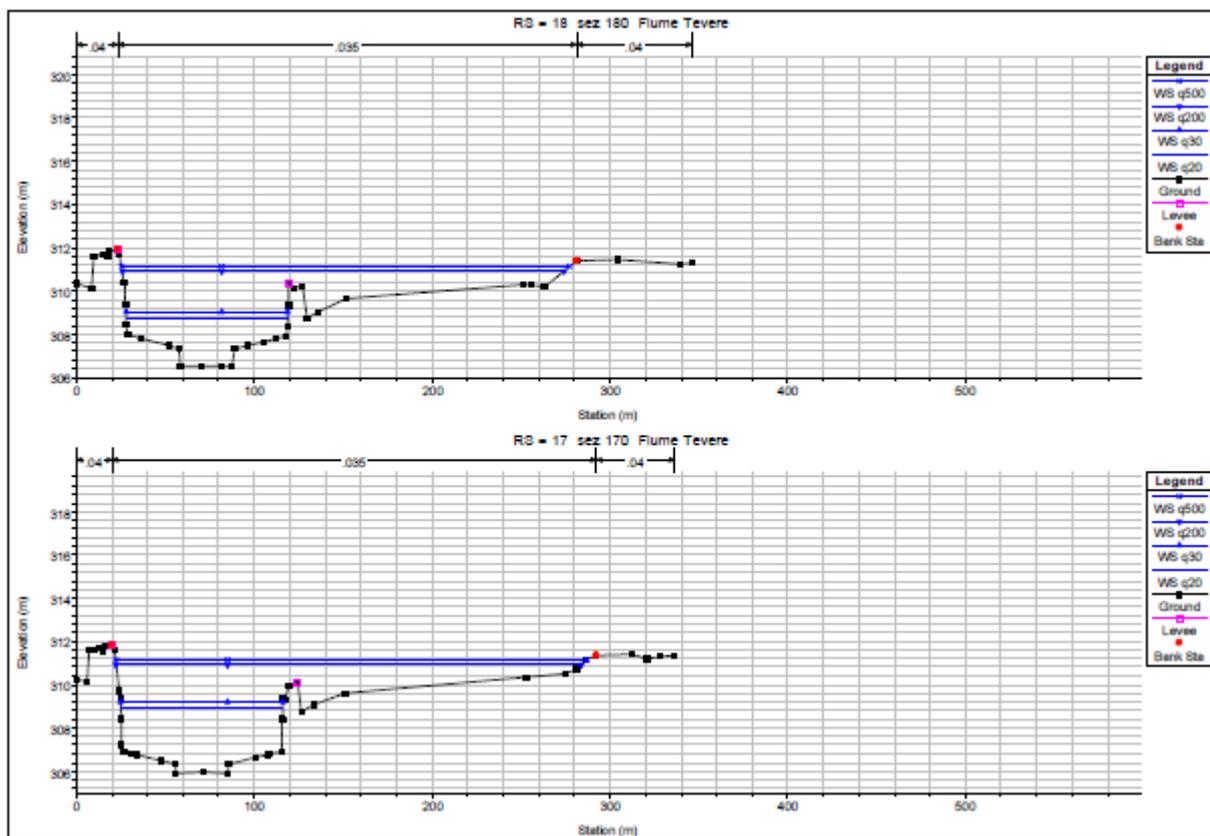
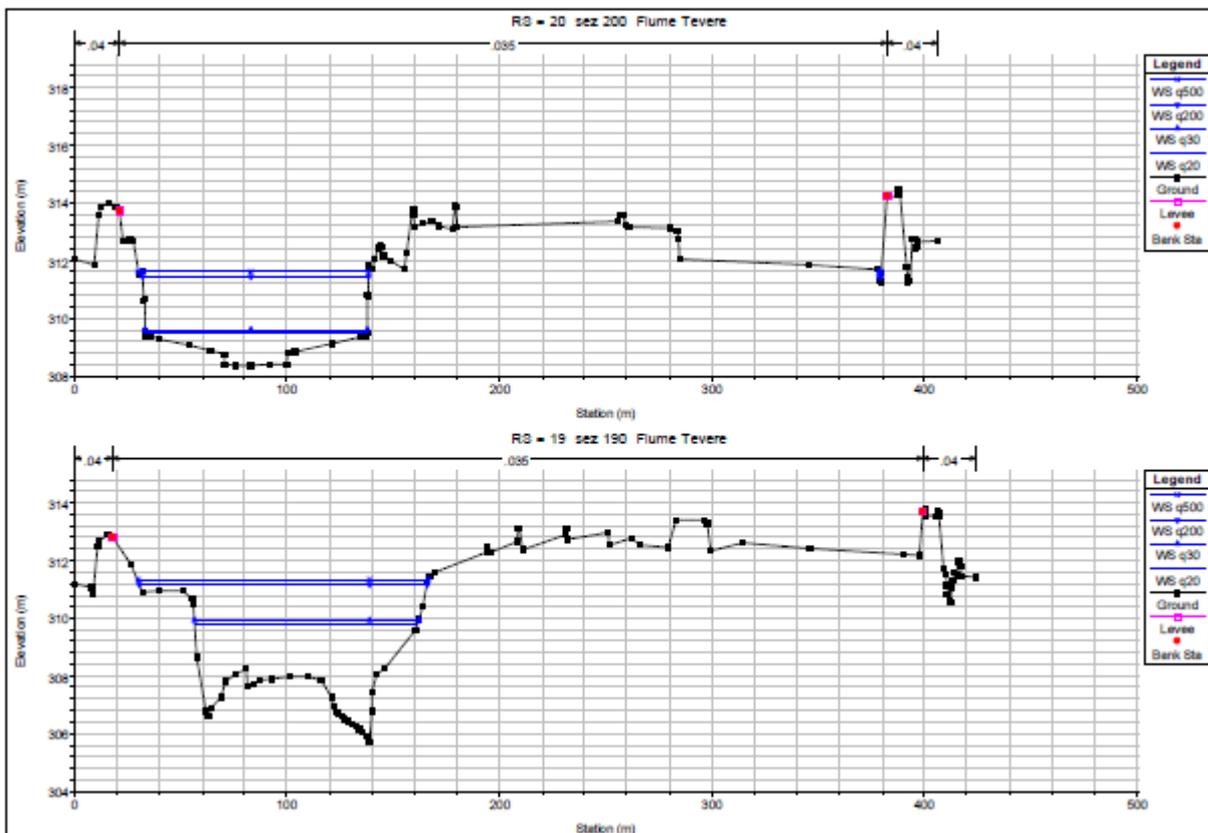


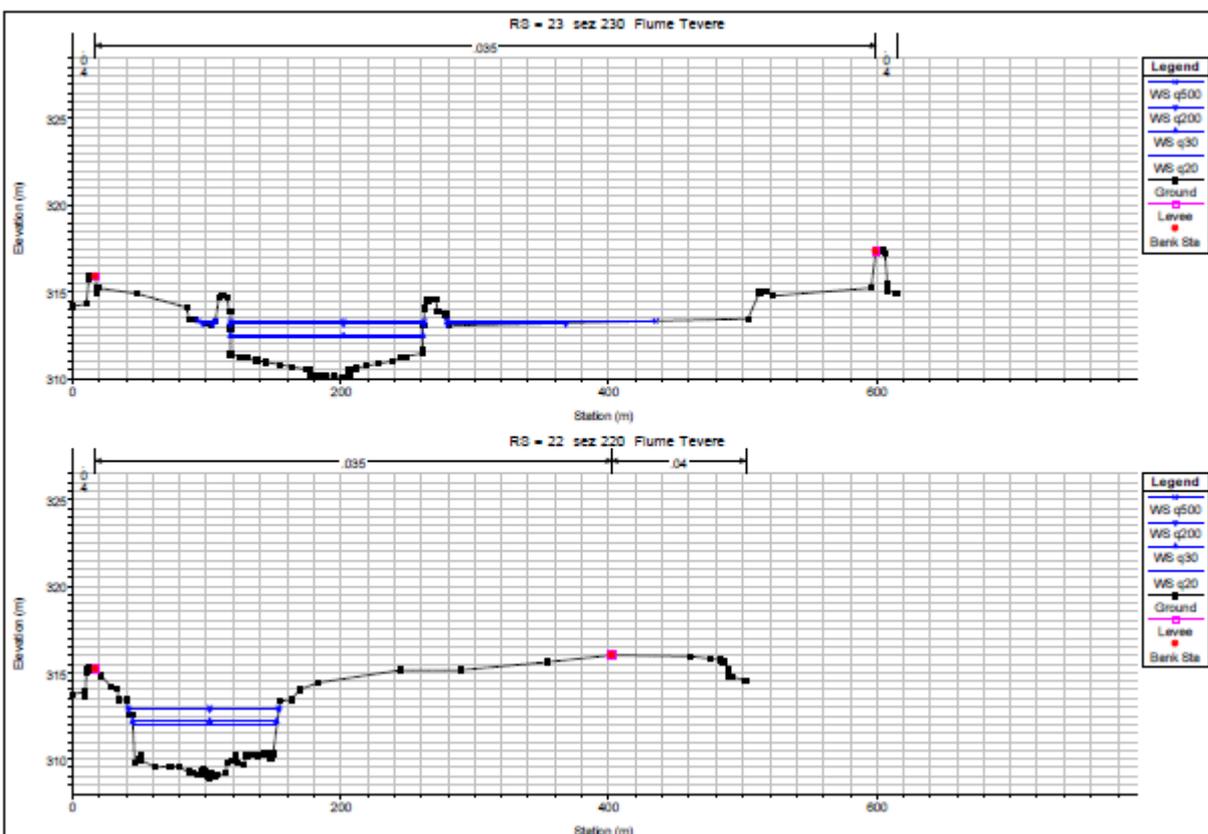
Fig. 29 Sezioni di Verifica Portate Fiume Tevere – Fonte PS Sansepolcro



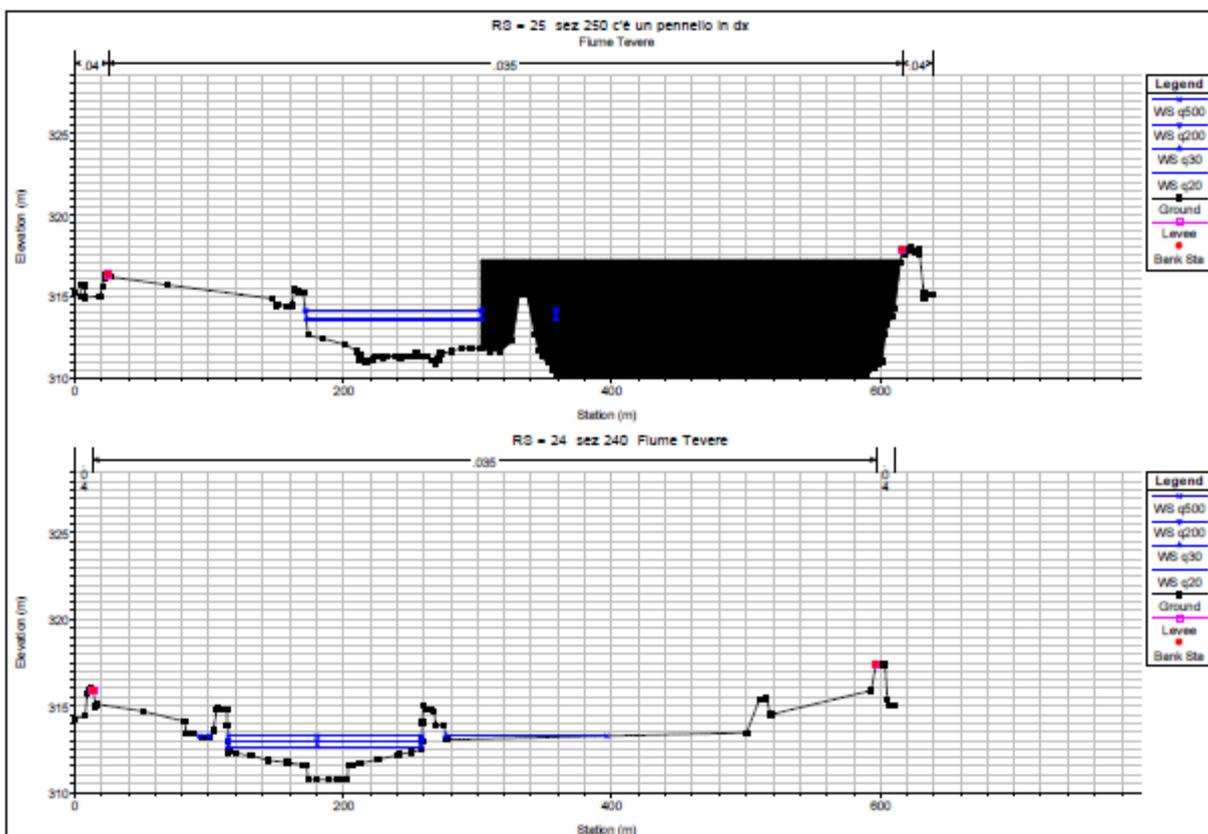
**Sezione 17 -18**



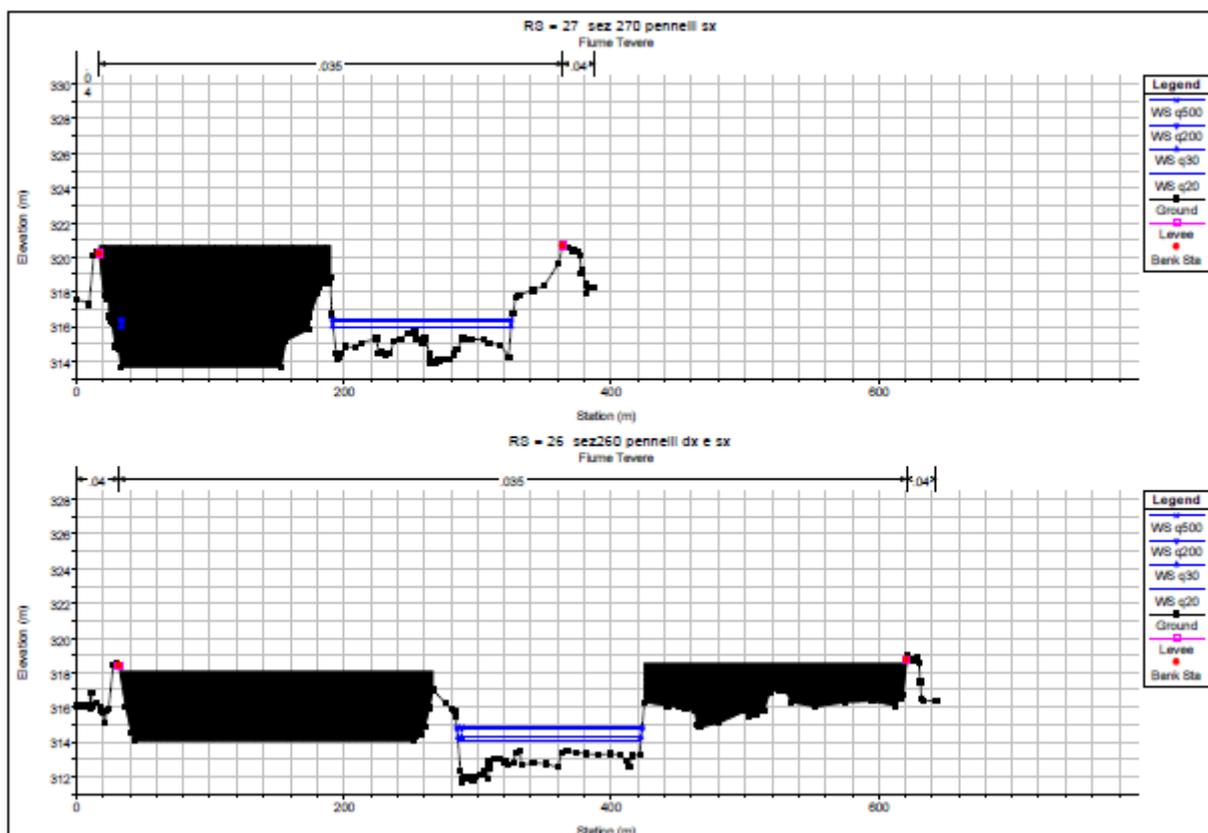
**Sezione 19-20**



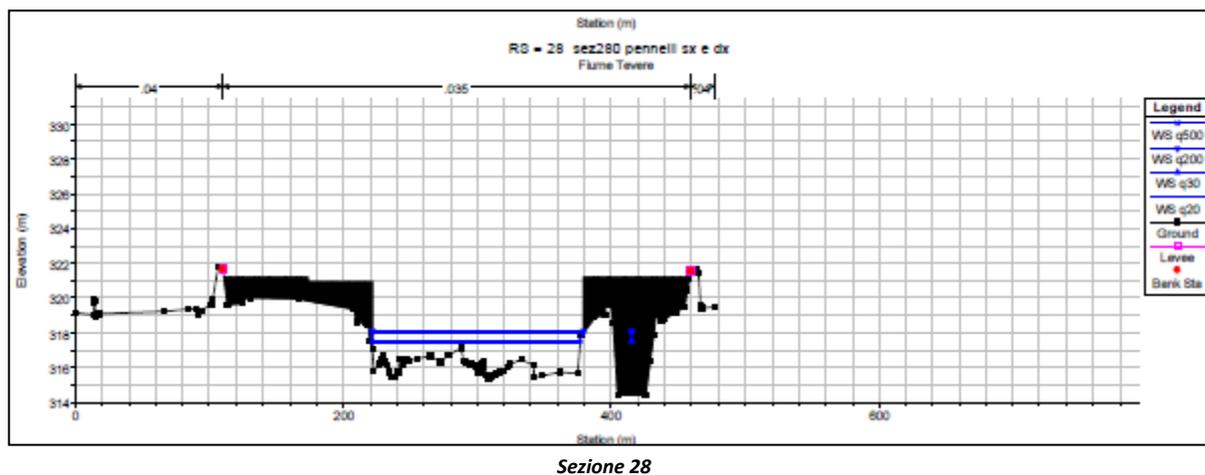
**Sezione 22-23**



Sezione 24-25



Sezione 26-27



Per quanto sopra il fiume Tevere è in grado di smaltire le portate di piena senza esondare e pertanto l'area esaminata non potrà essere interessata da fenomeni di inondazione.

Ad eventuale ulteriore garanzia si potrà valutare l'opportunità di impostare le future strutture edilizie ad una quota leggermente rialzata (+30÷50 cm) rispetto al piano di calpestio attuale riportando modesti spessori di terreno peraltro utili a colmare avvallamenti e/o piccole depressioni.

### 3.0 Aspetti idrogeologici

La lettura del livello di alcuni pozzi ha consentito la ricostruzione dell'assetto idrogeologico con l'individuazione di un primo acquifero a quote variabili fra -10 e -15 metri dal piano di calpestio.

Si ritiene tale acquifero fortemente condizionato dai fattori climatici.

L'acquifero profondo - meno influenzato dal clima - è ipotizzabile ad oltre -35.00 metri dal piano di calpestio.

Tenendo presente la natura sabbiosa dei terreni più superficiali si configura un sistema multifalda talora interconnesso con le acque superficiali. La figura seguente - tratta dal PRG Comunale - individua le isofreatiche e le linee di scorrimento sotterraneo preferenziali.

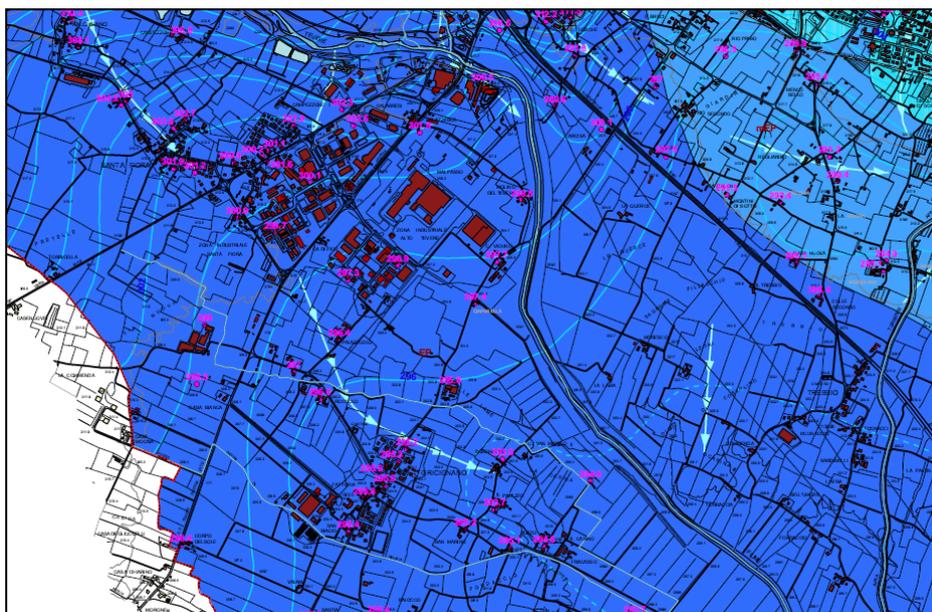


Fig. 30 – Carta Idrogeologica – Fonte PS Sansepolcro

### 3.1 Pericolosità geomorfologica

La globalità delle informazioni acquisite tramite le indagini geologiche e geomorfologiche consentono di classificare l'area in:

<b>Pericolosità geomorfologica bassa</b>	<b>G.1:</b> <i>Trattasi di un'area in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche, giaciture non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di movimenti di massa.</i>
--	---

### 3.2 Pericolosità idraulica

L'area in studio rientra fra quelle di fondovalle per le quali ricorrono le seguenti condizioni:

- a) non vi sono notizie storiche di inondazioni;
- b) si trova a distanze ed a quote tali da non rendere ipotizzabile una significativa inondazione da parte del Fiume Tevere.

Inoltre, considerati gli studi:

- Dell'Autorità di Bacino del Fiume Tevere (PAI)
- Della Provincia di Arezzo (PTCP)
- Del Comune di Sansepolcro (PRG e PS)
- Viste le risultanze delle verifiche idrauliche giacenti presso il Comune di Sansepolcro, riportate nella presente relazione,

tenendo presente le considerazioni esposte riguardo al rischio di inondazione, alle possibilità di espansione dell'onda di piena nella riva opposta del Tevere ed anche alla ipotesi di impaludamento del medesimo per scarso drenaggio superficiale, si ritiene opportuno inserire l'area in:

<b>Pericolosità idraulica Media</b>	<b>I.2</b> <i>Arete di fondovalle per le quali ricorrono le seguenti condizioni:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) <i>Non vi sono notizie storiche di precedenti inondazioni;</i></li> <li>b) <i>Sono in una situazione di alto morfologico, rispetto alla piana alluvionale adiacente, di norma a quote altimetriche superiori a +2.00m al piede esterno dell'argine e in mancanza al ciglio di sponda</i></li> </ul>
-------------------------------------	--

#### 4.0 Azione sismica

La determinazione dei parametri spettrali necessari per la definizione dell'azione sismica di progetto viene effettuata utilizzando le informazioni disponibili nel reticolo di riferimento (tab 1-Allegato B del D.M 2008) individuato in sede di classificazione di pericolosità sismica del territorio nazionale.

Il valore dei parametri spettrali propri del sito in esame

ag	=	accelerazione massima al sito
Fo	=	valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale
Tc	=	periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale

derivano dalla media pesata dei 4 punti della griglia di riferimento, mediante la seguente formula:

$$p = \frac{\sum_{i=1}^4 \frac{P_i}{d_i}}{\sum_{i=1}^4 \frac{1}{d_i}} \quad (1)$$

dove:  
*p* = valore del parametro di interesse nel punto in esame;  
*pi* = valore del parametro di interesse nell'*i*-simo punto della maglia elementare contenente il punto in esame;  
*di* = distanza del punto in esame dall'*i*-esimo punto della maglia suddetta.

L'accelerazione massima *ag* dipende dal coefficiente  $S = \underline{S}_s \times \underline{S}_t$  che comprende gli effetti delle amplificazioni stratigrafica (*S<sub>s</sub>*) e topografica (*S<sub>t</sub>*).

Il coefficiente di amplificazione topografica *S<sub>t</sub>* è funzione delle categorie topografiche (*T<sub>n</sub>*) riportate nella Tabella 3.2.IV del D.M 14/01/2008:

Tabella 3.2.IV – Categorie topografiche

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

**– Definizione superficie topografica–**

Vista una pendenza di tutta l'area inferiore ai 5°, il terreno in oggetto viene classificato come **T1** da cui consegue (Tabella 3.2.VI) il valore di *S<sub>t</sub>* = 1.0

Tabella 3.2.VI – Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica *S<sub>t</sub>*

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	<i>S<sub>t</sub></i>
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

**– Definizione coefficiente topografico–**

#### 4.1 Indagini geofisiche

Nel sito è stata realizzata un'indagine geofisica attraverso l'esecuzione di n° 1 stendimento sismico a rifrazione per la determinazione del profilo verticale delle onde di taglio e del valore  $V_{s30}$  nei primi trenta metri, necessaria per la classificazione sismica dei terreni di fondazione, come indicato dalle N.T.C. 2008 (D.M. del 14 Gennaio 2008).



 SEZIONE SISMICA A RIFRAZIONE IN ONDE  $S_h$

#### 4.2 Sismica a rifrazione

La metodologia della sismica a rifrazione consiste nel produrre onde sismiche tramite una energizzazione.

Tale energizzazione è generata da un grave che percuote il terreno (martello o peso), oppure tramite lo scoppio di una carica esplosiva. La sismica a rifrazione studia il comportamento dell'onda rifratta.

Tale onda, viaggiando all'interfaccia fra due mezzi a differente velocità, manda in superficie una serie di segnali (vibrazioni) che vengono registrati da accelerometri (geofoni). I geofoni, posti a un'equidistanza nota l'uno dall'altro, formano la stesa sismica. L'indagine procede energizzando in posizioni note.

Il segnale registrato viene convogliato ad una scheda di conversione A/D, quindi registrato e conservato in memoria. L'acquisizione dei dati da parte del sismografo parte quando un particolare circuito ("trigger") viene attivato dall'energizzazione nel terreno. Per ogni scoppio viene registrato un segnale, costituito da una traccia per ciascun geofono. Riconoscendo su ogni traccia il primo arrivo dell'onda rifratta si genera una retta, detta dromocrona.

Dall'inclinazione della retta si può risalire alla velocità e alla geometria (interpolando più dromocrone) dei rifrattori. Le metodologie di interpretazioni dei dati vanno dalle più semplici (metodo delle intercette) che richiedono solo 2 scoppi per profilo, al metodo del reciproco (Hokins 1957) e del reciproco generalizzato (G.R.M. Palmer 1980) che richiedono 5-7 scoppi per profilo, fino alle tecniche tomografiche, che richiedono almeno 7 scoppi per stendimento.

### **4.3 Principali limiti della tecnica sismica Rifrazione**

---

Il limite principale della sismica a rifrazione sta nel fatto che tale tecnica presuppone un incremento della velocità con la profondità.

Se, ad esempio, abbiamo un modello in cui sotto uno strato continuo di argilla dura abbiamo della sabbia molle, ed al disotto di questa la roccia, il passaggio fra argilla e sabbia non produce rifrazione e pertanto il modello non consente di ricostruire la stratigrafia esplorata.

Per questo l'indagine è stata correlata alle indagini geognostiche dirette sotto superficie.

Tali inconvenienti sono stati parzialmente risolti dalle tecniche tomografiche, dove tramite il "ray tracing" è possibile stabilire il percorso del raggio sismico ed individuare zone (sempre che siano limitate ad una parte interna allo stendimento) dove è avvenuta un'inversione di velocità, caratterizzate da un'assenza di copertura dei medesimi.

### **4.4 Strumentazione e metodologia d'indagine**

---

Sismografo Ambrogeo Echo 2002 Seismic Unit

- Numero dei canali: 24
- A/D conversione 16 bit
- Geofoni orizzontali da 10 hz

#### **SISTEMI DI ENERGIZZAZIONE**

- Generazione di onde P:
- Massa battente (mazza da 8 kg)
- Generazione di onde Sh
- Massa battente (mazza da 8 kg) su traversina gravata dal peso di un'auto

#### **GEOMETRIA DEI RILIEVI**

AB = distanza intergeofonica 5 m per un totale di 120 metri, 24 geofoni, 6 energizzazioni.

#### 4.5 Metodologie usate per l'analisi dei dati

I dati sono stati acquisiti e trattati in campagna tramite software "Ambrogeo 6.0" della Ambrogeo.

In particolare, dove necessario si è implementato il segnale tramite sommatoria delle misure.

I dati sono poi stati trattati tramite software "Winsism 10.1" della Wgeosoft, Seismic unix, Rayfract della Intelligent Resource inc.

#### 4.6 Parametri geotecnico-Dinamici del sito indagato

Tramite la conoscenza della velocità di propagazione delle onde di compressione e di taglio è possibile definire una caratterizzazione geotecnica del terreno. Tale caratterizzazione si riferisce a livelli di sforzo molto bassi e di natura impulsiva (segnale sismico generato da una sorgente). Le grandezze geotecniche che si estrapolerà si dicono dinamiche, in quanto descrivono il comportamento del terreno quando questo viene sollecitato da uno sforzo impulsivo quale può essere quello di un sisma. Tali moduli e coefficienti possono essere ricavati direttamente partendo dalla velocità delle onde sismiche in P ed Sh. Va comunque fatto notare come le onde Sh e P reagiscano diversamente alla presenza di mezzi saturi, infatti mentre la presenza dei medesimi provoca un incremento delle velocità in P, non influenza minimamente . Quindi una maggior congruenza fra qualità geotecniche e moduli dinamici potrà essere valutata solo considerando quei moduli che si riferiscono alle onde Sh, ed in particolare il modulo di taglio dinamico.

**Modulo di deformazione a Taglio (G)**

**Modulo di Young (E)**

**Coefficiente di Poisson (ν)**

**Modulo di compressibilità volumetrica (E<sub>v</sub>)**

$$G = \rho \cdot V_s^2$$

$$E_v = \rho \cdot \left( V_p^2 - \frac{4}{3} V_s^2 \right)$$

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

$$E = 2\rho \cdot V_s^2 \cdot (1 + \nu)$$

#### 4.7 Risultati della sismica a Rifrazione

**Profilo AB** = Il profilo è stato realizzato nella zona di intervento; il rilievo in onde Sh ha mostrato tre principali sismostrati:

A = litotipi completamente sciolti con Vs < 350 m/s

B = depositi a componente ghiaiosa mediamente addensati.

C = depositi a componente ghiaiosa fortemente addensati.

#### 4.8 Caratterizzazione Geotecnico-Dinamica

E' stato calcolato il valore del  $V_{s30}$  su due verticali della sezione sismica.

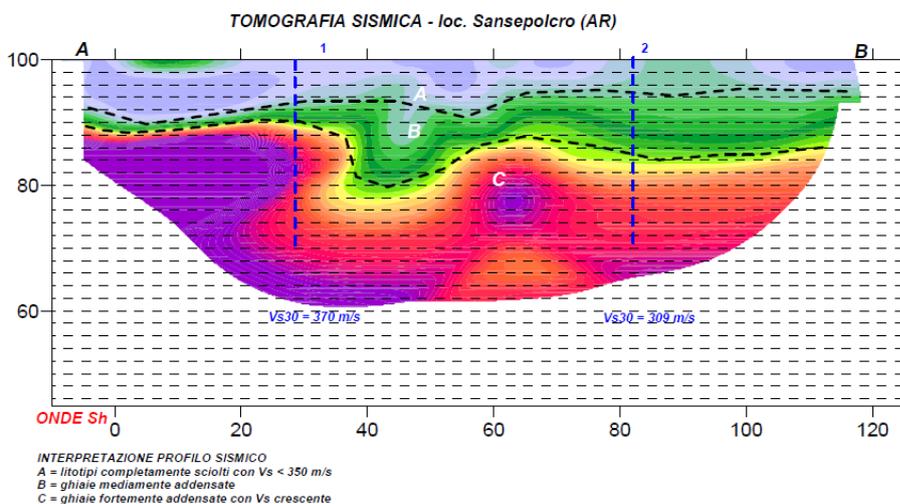
Sulla verticale 1 il valore di  $V_{s30}$  risulta di 370 m/s.

Sulla verticale 2,  $V_{s30} = 309$  m/s.

I depositi hanno spessore elevato e continuano in profondità, dove le ghiaie hanno spessori variabili. I valori di  $V_s$  risultano compresi tra 300 m/s e 400 m/s. Il bedrock sismico integro ( $V_s > 800$  m/s) si trova a profondità superiori a 30 metri dal piano di campagna. Alla luce di quanto precedentemente esposto, si consiglia di classificare cautelativamente il sito come **suolo di tipo C**:

Categoria	Descrizione	$V_{s30}$
<b>A</b>	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori <math>V_{s,30}</math> superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo a 3 m.</i>	$V_{s,30} > 800$ m/sec
<b>B</b>	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30m caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di <math>V_{s,30}</math> compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero resistenza penetrometrica <math>N_{spt, 30} &gt; 50</math>, nei terreni a grana grossa e <math>c_{u, 30} &gt; 250</math> kPa nei terreni a grana fina).</i>	$360 < V_{s,30} < 800$ m/sec
<b>C</b>	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità, e da valori di <math>V_{s30}</math> compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero <math>15 &lt; N_{spt, 30} &lt; 50</math>, nei terreni a grana grossa e <math>70 &lt; c_{u, 30} &lt; 250</math> kPa nei terreni a grana fina).</i>	$180 < V_{s,30} < 360$ m/sec
<b>D</b>	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati, o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità, e da valori di <math>V_{s30}</math> inferiori a 180 m/s (ovvero <math>N_{spt, 30} &lt; 15</math> nei terreni a grana grossa e <math>c_{u, 30} &lt; 70</math> kPa nei terreni a grana fina).</i>	$V_{s,30} < 180$ m/sec
<b>E</b>	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20m, posti sul substrato di riferimento (con <math>V_s &gt; 800</math> m/s.)</i>	Terreni di tipo C e D aventi spessore non superiore a 20 metri ricoprenti un substrato con rigido con $V_s > 800$ m/sec
<b>S1</b>	<i>Depositi di terreni caratterizzati da valori di <math>V_{s,30}</math> inferiori a 100 m/s (ovvero <math>10 &lt; c_{u, 30} &lt; 20</math> kPa che includono uno strato di almeno 8.00m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3.00m di torba o di argille altamente organiche</i>	$V_{s,30} < 100$ m/s
<b>S2</b>	<i>Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o di qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti</i>	Terreni soggetti a liquefazione di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di terreno non classificabile nei tipi precedenti

**- Classificazione sismica dei terreni secondo i valori di  $V_{s30}$  -**



#### 4.9 Aree a pericolosità sismica locale (zmpsl)

Dall'analisi e dalla valutazione di quanto emerso in ordine agli elementi geologici, geomorfologici, geotecnici, si puntualizza:

1. la presenza di depositi alluvionali sepolti consente di ipotizzare un leggero incremento dell'onda sismica che passando dal substrato alla copertura eluvio colluviale, si rifrange e riflette ripetutamente;
2. l'assenza di faglie e/o strutture tettoniche nonché quella di contatti tra litotipi a caratteristiche fisico-meccaniche significativamente differenti;
3. terreni suscettibili di addensamento.

Prendendo in considerazione gli elementi di cui all'allegato 2 della direttiva DGRT 27 Aprile 2007 n. 26/R:

Simbologia	Tipologia delle situazioni	Possibili effetti
1 2A	Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti	Accentuazione dei fenomeni di instabilità in atto e potenziali dovuti ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici
2B	Zone potenzialmente franose	
3	Zona caratterizzata da movimenti franosi inattivi	
4	Zone con terreni particolarmente scadenti (argille e limi molto soffici, riporti poco addensati)	Cedimenti diffusi
5	Zone con terreni granulari fini poco addensati, saturi d'acqua con falda superficiale indicativamente nei primi 5m dal p.c.	Possibili fenomeni di liquefazione
6	Zona di ciglio H> 10m costituita da scarpate con parete sub-verticale, bordi di cava, nicchie di distacco, orli di terrazzo e/o di scarpata di erosione (buffer di 10m a partire dal ciglio) Zona di cresta rocciosa sottile (buffer di 20m) e/o cocuzzolo	Amplificazione sismica dovuta ad effetti topografici
7		
8	Zone di bordo della valle e/o aree di raccordo con il versante (buffer di 20m_a partire_dal_contatto_verso_la valle)	Amplificazione sismica dovuta a morfologie sepolte
9	<b>Zona con presenza di depositi alluvionali granulari e/o sciolti</b>	<b>Amplificazione diffusa del moto del suolo dovuta alla differenza di risposta sismica tra substrato e copertura dovuta a fenomeni di amplificazione stratigrafica</b>
10	Zona con presenza di coltri detritiche di alterazione del substrato roccioso e/o coperture colluviali	
11	Aree costituite da conoidi alluvionali e/o cono detritici	
12	Zona di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse (buffer di 20m)	Amplificazione differenziata del moto del suolo e dei cedimenti; meccanismi di focalizzazione delle onde
13	Contatti tettonici, faglie, sovrascorrimenti e sistemi di fratturazione (buffer di 20m)	

a cui sono associati diversi gradi di pericolosità sismica, dipendenti dall'interazione tra ciascun elemento di pericolosità sismica locale e la sismicità di base, connessa alla Zona sismica di appartenenza del territorio comunale.

	Zone sismiche di riferimento*		
	Zona 2	Zona 3S	Zona 3
Movimenti franosi attivi (1)	S4	S4	S4
Movimenti franosi quiescenti (2A)	S3	S3	S3
Zone potenzialmente franose (2B)	S3	S3	S3
Movimenti franosi inattivi (3)	S2	S2	S2
Cedimenti diffusi in terreni particolarmente scadenti (4)	S3	S3	S3
Terreni suscettibili a liquefazione (5)	S4	S3	--
Amplificazione per effetti topografici (6, 7)	S2	S2	--
Amplificazione per morfologie sepolte (8)	S3	S3	S3
<b>Amplificazione per effetti stratigrafici (9,10, 11)</b>	<b>S3</b>	S3	S2
Contatti tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse (12)	S3	S3	S3
Faglie e/o strutture tettoniche (13)	S3	S3	S3

In base alle informazioni derivanti dalla geologia, geomorfologia e dalla carta delle Zone a Maggior Pericolosità Sismica Locale (ZMPSL), l'area in esame può ricondursi a:

<b>Pericolosità sismica locale elevata</b>	<b>S.3</b> <i>zone con possibile amplificazione stratigrafica (9). L'edificazione del sito sarà preceduta da una campagna di indagini geofisiche e geotecniche tale da definire gli spessori, geometrie e velocità sismiche dei litotipi sepolti al fine di valutare - in accordo alla normativa vigente – l'entità del contrasto di rigidità sismica dei terreni tra alluvioni e bedrock sismico;</i>
--	--

### 5.0 Fattibilità dell'intervento in relazione agli aspetti geomorfologici

Trattandosi di un'area caratterizzata da **pericolosità geomorfologia bassa**, le condizioni di attuazione degli interventi edificatori sono funzione delle indagini geognostiche da predisporre prima del passaggio alla fase esecutiva; ciò al fine di non modificare negativamente le condizioni ed i processi geomorfologici presenti nell'area.

Si prescrivono indagini geognostiche sotto superficie (sondaggi penetrometrici e indagini sismiche).

### 5.1 Fattibilità dell'intervento in relazione agli aspetti idraulici

Considerata:

- la situazione di **pericolosità idraulica media**,
- le condizioni dell'alveo del fiume Tevere, protetto da consistenti argini di difesa,
- la presenza di possibili vasi di espansione in sponda opposta a quella d'interesse

l'intervento di nuova edificazione non appare condizionato da limitazioni di carattere idraulico.

### 5.2 Condizioni di fattibilità

Alla luce delle indagini e delle rilevazioni espletate, le condizioni di attuazione delle previsioni urbanistiche rientrano in:

<b>Fattibilità con normali vincoli</b>	<b>F2</b> <i>le previsioni urbanistiche sono compatibili con l'assetto geomorfologico locale, tuttavia prima di passare alla fase esecutiva è necessario effettuare una campagna geognostica (penetrometrie statiche e/o dinamiche, indagini sismiche) con caratterizzazione geomeccanica del suolo.</i>
--	--

### 5.3 Considerazioni conclusive

Da quanto rilevato nella fase di studio a supporto della *nuova area di lottizzazione in Località Ciapanella (Zona Industriale Alto Tevere – Insula D2)* del **Comune di Sansepolcro**, è emersa una sostanziale compatibilità tra quanto previsto e le caratteristiche territoriali dell'area interessata.

La zonazione P.A.I. dell'Aut. di Bacino del Fiume Tevere; il PTCP della Provincia di Arezzo ed il PS del Comune di Sansepolcro, non prevedono condizionamenti nei confronti delle previsioni urbanistiche in progetto.

Relativamente alle caratteristiche stratigrafiche – geotecniche del sottosuolo, le indagini geognostiche individuano terreni di origine alluvionale ai quali sono già ancorate le numerose strutture abitative e industriali/artigianali presenti in loco.

Relativamente alla compressibilità dei primi metri di suolo maggiormente coinvolti in processi di assestamento, si prescrive un'adeguata compattazione e/o calcificazione.

Per quanto attiene la predisposizione di strade e parcheggi si fa rilevare che l'elaborazione dei risultati delle analisi effettuate consentono di classificare le terre di sottofondo come appartenenti ai gruppi A4 -A5 - A6 - A7.

Tenendo presente che i terreni in parola denotano elevate percentuali di materiali limo-argillosi, si può asserire che i terreni più superficiali (nei primi 70 cm) presentano caratteristiche di non eccellente idoneità; quindi l'esecuzione di eventuali rilevati stradali dovrà tenere conto di questo fatto. La componente argillosa di tali terreni rende gli stessi soggetti a forti cambiamenti di volume, per cui è opportuno procedere alla loro bonifica previa:

- 1- asportazione dei primi 40 cm di suolo e suo accantonamento a discarica
- 2- Calcificazione di ulteriori 40 cm di terreno
- 3- Formazione degli stabilizzati e dei tappeti di usura

Per il dimensionamento dello spessore della pavimentazione base e della fondazione del corpo stradale, si è considerato un traffico di 500 veicoli pesanti per corsia con carichi per asse di ca. 11 t.

Considerando le varie metodologie in uso, si ricava che i manufatti stradali dovranno avere le seguenti caratteristiche:

*	<b>40 cm</b>	<b>di calcificazione con almeno 25 kg/m<sup>2</sup></b>
*	<b>20 cm</b>	<b>di misto granulare stabilizzato</b>
*	<b>10 cm</b>	<b>di Binder compresso</b>
*	<b>3 cm</b>	<b>di tappeto di copertura</b>

Se il numero di autoveicoli considerati nel calcolo fosse eccessivo, la struttura generale rimarrebbe sempre la stessa, varierebbe solo lo spessore della calcificazione da 40 a 30 cm.

Per quanto attiene la realizzazione delle canalizzazioni fognarie si prescrive un approfondimento minimo di 100÷150 cm ove sono presenti terreni limoso sabbioso ghiaiosi privi di sostanza organica.

Non sono stati rilevati materiali torbosi o limosi saturi di consistenza scadente tali da rendere particolarmente problematica la realizzazione delle opere previste.

A supporto del progetto definitivo delle strutture edilizie in elevazione, occorrerà predisporre apposite campagne di indagini geognostiche e sismiche per la caratterizzazione geotecnica dei terreni al fine di consentire un'esaustiva caratterizzazione a supporto delle verifiche geotecniche di dimensionamento delle opere medesime.

Sarà opportuno eseguire stime indicative della compressibilità e deformabilità del terreno in corrispondenza delle aree interessate da strade e parcheggi.

**Urbino 29 Novembre 2010.**

