



COMUNE DI PISA
Direzione Ambiente - Emas


Palazzo Pretorio – Vicolo del Moro, 2

e-mail: ambiente@comune.pisa.it
Tel: 050 910404
Fax: 050 910416
sito internet:
www.comune.pisa.it/ambiente

orario di apertura:
martedì: 9.00 - 13.00
giovedì: 15.00 - 17.00

Titolo del progetto:

Variante al Regolamento Urbanistico per la definizione delle schede norma relative al recupero e riqualificazione urbana dell'area dismessa delle ferrovie e del villaggio delle case popolari di via Fra' Mansueto poste nel quartiere di San Giusto-San Marco

<i>Responsabile procedimento:</i> Arch. Dario Franchini	<i>Titolo del documento</i> RELAZIONE FATTIBILITÀ GEOLOGICA			
<i>Relazione specialistica predisposta da:</i> Dott. Geol. Marco Redini Con la collaborazione per la parte tecnica di: dott. Aldo Iannucci parte amministrativa di: sig.ra Patrizia Bartalini Relazione redatta ai sensi della D.P.G.R.T. 25.10.011 n. 53/R (Regolamento di attuazione dell'art.62, L.R. n. 1 del 03.01.05, "Norme per il governo del territorio" in materia di indagini geologiche)				
	<i>Progettista responsabile dell'elaborato</i> Dott. Geol. Marco Redini			
	Data	Pagine	Identif.	Elaborato
	01-2015	1 di 43		

Sommario

PREMESSA	3
RIFERIMENTI NORMATIVI	3
PREVISIONI URBANISTICHE	3
SINTESI DELLE CONOSCENZE	6
1.1 ASPETTI URBANISTICO – TERRITORIALI	6
1.2 CONSIDERAZIONI SULL’ ATTIVITÀ SISMICA	15
ANALISI E APPROFONDIMENTI	16
1.3 ELEMENTI GEOLOGICI E STRUTTURALI	16
<i>Inquadramento geologico regionale ed evoluzione paleografica dell’area</i>	16
<i>Aspetti geologici generali</i>	19
1.4 ELEMENTI LITOLOGICO-TECNICI.....	22
<i>Carta della profondità del tetto delle argille compressibili</i>	22
1.5 ELEMENTI PER LA VALUTAZIONE DEGLI ASPETTI GEOMORFOLOGICI.....	25
1.6 ELEMENTI PER LA VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI LOCALI E DI SITO PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO SISMICO	27
AREA CASE POPOLARI VIA FRA’ MANSUETO	27
AREA DISMESSA FERROVIE (V. A. MORRONA)	27
INDAGINI SISMICHE	28
<i>Caratterizzazione sismica dei terreni</i>	31
VALUTAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ	32
1.7 AREE A PERICOLOSITÀ GEOLOGICA	32
1.8 AREE A PERICOLOSITÀ IDRAULICA.....	32
1.9 AREE CON PROBLEMATICHE IDROGEOLOGICHE	33
1.10 AREE CON PROBLEMATICHE DI DINAMICA COSTIERA.....	34
1.11 AREE A PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE.....	34
ADEGUAMENTO PERICOLOSITÀ AREE IN VARIANTE	35
ADEGUAMENTO FATTIBILITÀ AREE IN VARIANTE	38
CONDIZIONI DI FATTIBILITÀ	41
CONDIZIONI DI FATTIBILITÀ AREA CASE POPOLARI VIA FRA’ MANSUETO	41
CONDIZIONI DI FATTIBILITÀ AREA DISMESSA FERROVIE (V. A. MORRONA)	42
CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	43

PREMESSA

La presente relazione è stata predisposta a supporto della variante al R.U., per una descrizione più dettagliata si rimanda alla relazione urbanistica che accompagna la presente variante.

L'intervento consiste nella realizzazione di interventi per creare nuovi spazi per parcheggi ai residenti, aree a verde e attività commerciali (area dismessa ferrovie).

L'intervento consiste in una demolizione e ricostruzione con incremento del numero degli alloggi del villaggio unitario ubicato in via Fra Mansueto.

3

RIFERIMENTI NORMATIVI

Le presenti indagini geologico-tecniche sono state redatte ai sensi della seguente disciplina e normativa pianificatoria:

- DPCM 5.11.99 e ss. mm. e ii.: *Approvazione del Piano Stralcio relativo alla riduzione del Rischio idraulico del Bacino del Fiume Arno*;
- DPCM 6 maggio 2005: *Approvazione del Piano di Bacino del Fiume Arno, stralcio Assetto Idrogeologico*.
- *Progetto di Piano stralcio "Bilancio Idrico"*, Delib. Com. Istituzionale del 21 dic. 2010 e delle relative misure di salvaguardia;
- *Piano di Indirizzo Territoriale della Regione Toscana (PIT)*, Delib. Reg. n. 72 del 24 luglio 2007;
- *DGRT 19 giugno 2006, n. 431 "Riclassificazione sismica del territorio regionale: Attuazione del DM 14.9.2005 e OPCM 3519 del 28 aprile 2006 pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale dell'11.5.2006"*;
-
- *DPGR 36/R del 09 luglio 2009 - Regolamento di attuazione dell'articolo 117, commi 1 e 2 della legge regionale 3 gennaio 2005 n. 1 [...]*;
- *LR 21 maggio 2012 n. 21- Disposizioni urgenti in materia di difesa dal rischio idraulico e tutela dei corsi d'acqua*;
- *Piano Strutturale del comune di Pisa approvato con delib. del C. C. n.103 del 21/10/1998*;

Il presente lavoro, pertanto, sulla base della revisione del Quadro Conoscitivo acquisito dalla pianificazione a livello comunale e sovraordinata, ha inteso valutare la fattibilità della variante in oggetto secondo le disposizioni definite dal nuovo regolamento regionale - DPGR n. 53/R/2011, in coerenza con le norme in atto e con quanto sancito in materia di costruzioni e di indagini sismiche dalla normativa vigente.

PREVISIONI URBANISTICHE

Di seguito è riportata l'area oggetto delle previsioni urbanistiche, con indicato la destinazione attuale e la destinazione futura.

descrizione	destinazione d'uso attuale	destinazione d'uso prevista
Aree dismissione ferrovie	Area ferroviaria	Residenziale
Case Popolari Via Fra Mansueto	C2aB - Villaggio unitario	Residenziale



Fig.1 -Ubicazione dell'intervento (area dismessa ferrovie)

La cartografia inserita nella scheda norma che accompagna la variante evidenzia in rosso le Zone di Concentrazione dei Volumi



*Fig.2 -Ubicazione dell'intervento (case popolari via Fra' Mansueto)
La cartografia inserita nella scheda norma che accompagna la variante evidenzia in rosso le Zone di Concentrazione Volumi*

1.1 ASPETTI URBANISTICO – TERRITORIALI

Di seguito sono esaminati i principali vincoli territoriali che insistono nelle aree in oggetto.

VINCOLO IDROGEOLOGICO

L'area di interesse non si trova in zone soggette al vincolo idrogeologico ai sensi della Legge n°3267 del 30.12.1923 e degli artt. 21 e 22 del R.D.L. 1126/1926.

PERICOLOSITÀ E VULNERABILITÀ – PRI – PAI – PIT – PTC – PS

Di seguito sono descritti gli aspetti legati alla pericolosità e vulnerabilità, in relazione agli stralci di Piano di Bacino attualmente approvati, al PIT e al PTC dell'area oggetto di variante. La pericolosità e vulnerabilità contenute nel Piano Strutturale (PS) sono illustrate in apposito capitolo.

Tenuto conto che:

- ✓ dalle misure di salvaguardia di cui al Titolo 2 della D.C.R.T. n°72 del 24 luglio 2007 “Piano di Indirizzo Territoriale”, vigenti dal 17 ottobre 2007;
- ✓ il PTC a seguito dell'adeguamento al PIT, è stato approvato con Deliberazione del Consiglio Provinciale n.100 del 27 luglio 2006 "Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale: Variante di adeguamento al Piano di Indirizzo Territoriale ed alla Legge Regionale n.01/2005 - Approvazione". Tale piano ha acquistato efficacia a partire dal giorno 6 settembre 2006 data in cui la Provincia ha pubblicato sul Bollettino Ufficiale della Regione Toscana n.36 parte IV, l'avviso della Deliberazione. Le nuove norme prevedono che tutta la parte della disciplina del PTC riguardante le aree a differenti classi di pericolosità geomorfologica ed idraulica e la relativa cartografia sia sostituita dalle disposizioni del P.A.I.. Per quanto attiene la vulnerabilità idrogeologia la disciplina approvata nel PTC del 2006 mantiene la sua validità, non essendo al momento oggetto di disciplina specifica da parte dei piani di assesto idrogeologico.

Gli aspetti da analizzare per quanto attiene, la pericolosità idraulica sono legati al Piano di Bacino stralcio “Riduzione del rischio idraulico”, al Piano di Bacino stralcio “Assesto idrogeologico”, al Piano di Indirizzo Territoriale ed al Piano Strutturale (PRI+PAI+PIT+PS).

Per la pericolosità geomorfologica gli aspetti da analizzare sono legati al Piano di Bacino stralcio “Assesto idrogeologico” e al Piano Strutturale (PAI+PS).

Per la vulnerabilità idrogeologica gli aspetti da analizzare sono legati al Piano Territoriale di Coordinamento e al Piano Strutturale (PTC+PS).

PERICOLOSITÀ IDRAULICA

Secondo le vigenti normative in materia di pericolosità e rischio idraulico, dettate dall'Autorità di Bacino del fiume Arno e dalla Regione Toscana, l'area di interesse risulta essere sottoposta in parte a particolari vincoli e direttive.

Nel Piano Stralcio relativo alla Riduzione del Rischio Idraulico del Bacino del fiume Arno, approvato con D.P.C.M. 5 novembre 1999, le aree di variante risultano:

- nella “Carta degli interventi strutturali per la riduzione del rischio idraulico nel bacino dell'Arno”. (Scala 1:25.000) non essere interessate da aree destinate ad interventi di tipo A o B.
- nella “Carta guida delle aree allagate redatte sulla base degli eventi alluvionali significativi (1966 - 1999)” (Scala 1:25.000) risultano non essere tra quelle interessate da “inondazioni eccezionali”.
- nella “Carta delle aree di pertinenza fluviale dell'Arno e degli affluenti” (Scala 1:25.000), le aree in variante risultano non essere interessate dalla norma n. 5.



Fig.2 -PRI- "Carta degli interventi strutturali per la riduzione del rischio idraulico nel bacino dell'Arno"

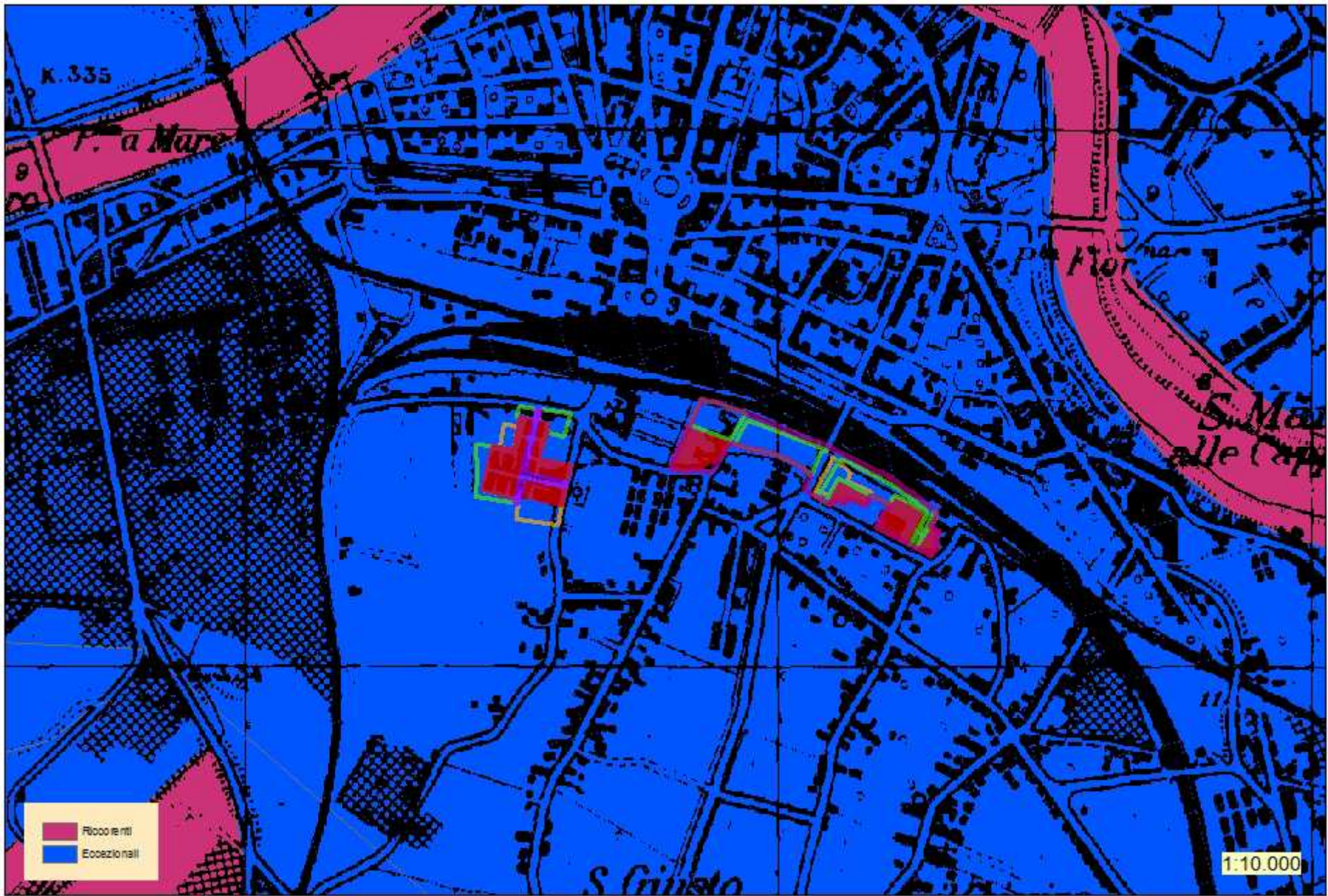


Fig.3 – PRI - Carta guida delle aree allagate. In blu aree soggette ad alluvioni eccezionali ed in rosso aree soggette ad inondazioni ricorrenti”

Nel Piano di Bacino stralcio Assetto Idrogeologico adottato nella seduta di Comitato Istituzionale dell'11 novembre 2004 ed entrato in vigore con il D.P.C.M. 6 maggio 2005 "Approvazione del piano di bacino del fiume Arno, stralcio assetto idrogeologico" (GU n. 230 del 3-10-2005) e modificato con dec. Segr. Generale n. 15/12 nel marzo 2012.

Al Titolo II, Capo I, art. 5 delle Norme di Attuazione del Progetto di piano si legge che la pericolosità è così graduata:

b) "Livello di dettaglio in scala 1:10.000".

- ⊕ pericolosità idraulica molto elevata (P.I.4) comprendente aree inondabili da eventi con tempo di ritorno $TR \leq 30$ anni e con battente $h \geq 30$ cm;
- ⊕ pericolosità idraulica elevata (P.I.3) comprendente aree inondabili da eventi con tempo di ritorno $TR \leq 30$ anni con battente $h < 30$ cm e aree inondabili da un evento con tempo di ritorno $30 < TR \leq 100$ anni e con battente $h \geq 30$ cm;
- ⊕ pericolosità idraulica media (P.I.2) comprendente aree inondabili da eventi con tempo di ritorno $30 < TR \leq 100$ anni e con battente $h < 30$ cm e aree inondabili da eventi con tempo di ritorno $100 < TR \leq 200$ anni ;
- ⊕ pericolosità idraulica moderata (P.I.1) comprendente aree inondabili da eventi con tempo di ritorno $200 < TR \leq 500$ anni.

L'area di intervento (area dismesse ferrovie) ricade prevalentemente in PI1 ed in piccola parte in PI2 e PI3. Si evidenzia che le zone di concentrazione dei nuovi volumi ricadono prevalentemente in P.I.2 e una sola area risulta ubicata in P.I.3.

Intervento	PAI
Area dismissione ferrovie	PI3 e PI2

L'area di intervento (area Fra' Mansueto) ricade in PI3 un solo edificio ricade in parte in PI4. Si evidenzia che le zone di concentrazione dei nuovi volumi ricadono in P.I.3 l'attuale edificio ubicato in P.I.4 sarà abbattuto e sostituito con area a verde.

Intervento	PAI
Area case Popolari via Fra Mansueto	P.I 3

Si precisa che è in corso di realizzazione uno specifico intervento per la messa in sicurezza dell'area di San Giusto che comprende anche la messa in sicurezza idraulica dell'intervento del PeopleMover.

Una volta completato e collaudato l'intervento sarà possibile richiedere all'Autorità di Bacino del Fiume Arno la modifica del PAI. Per una descrizione dettagliata del progetto si rimanda alla documentazione che accompagna il progetto del people mover. Di seguito si riporta in forma sintetica i contenuti del progetto che concerne nella sistemazione idraulica di alcuni bacini presenti a Sud di Pisa. Tale progetto si innesta in un quadro organico ed articolato, ovvero costituisce un tassello di una più ampia riorganizzazione che è stata mirata alla sistemazione idraulica dell'intera area di Pisa Sud. Nella fattispecie, l'Ufficio Fiumi e Fossi, recentemente, ha eseguito la progettazione dei tratti terminali di alcuni canali di bonifica al fine di recapitare più efficientemente e efficacemente le acque direttamente nel Canale Navicelli. In particolare, il progetto è consistito nella definizione di nuovi canali e tratti tombati, nonché nella realizzazione di una cassa d'espansione ed un impianto idrovoro. Tale progetto ha previsto, nello specifico, le seguenti opere:

- 1) Il vecchio scolo a servizio dell'area sud di Pisa è stato mantenuto a partire dal sottopasso della S.S. Aurelia e costituisce l'unico ramo a scolo naturale. Inoltre è stata prevista una deviazione del primigenio percorso in corrispondenza della Darsena Pisana onde poter realizzare l'immissione nella medesima.
- 2) Realizzazione del Nuovo Scolo che costituisce il principale ramo collettante le acque provenienti da Pisa Sud. Esso, nella sostanza si identifica quale prosecuzione del ramo urbano dello scolo di Pisa e rappresenta il ricettore finale delle acque provenienti dal canale di San Giusto e dai due rami della Carraia d'Orlando. Tale Nuovo Scolo recapita le acque all'impianto

idrovorero che a sua volta le scarica nel Canale Navicelli. E' caratterizzato da diverse sezioni e metodologie costruttive lungo il suo percorso. Ovvero, nella fattispecie vi è:

- a) un canale in terra di geometria trapezia nel tratto più a monte fino a Via Colombaie.
- b) una canalizzazione eseguita mediante elementi scatolari in c.a. nel tratto in corrispondenza del ramo nord della Carraia d'Orlando
- c) canalizzazione con sezioni di forma trapezia dalla confluenza della Carraia d'Orlando fino al sottopasso dell'Aurelia, quest'ultimo realizzato mediante elementi scatolari in c.a.
- d) canalizzazione mediante sezioni di geometria trapezia a valle dell'immissione del ramo sud della Carraia d'Orlando fino all'impianto idrovoro.

Infine, è stato previsto il mantenimento all'origine del collegamento con il vecchio scolo, in maniera tale da agevolare l'evacuazione delle acque in caso di eventi di piena eccezionali.

- 3) Utilizzo di canalizzazioni con scatolari in c.a. a partire da via Colombaie per la Carraia d'Orlando (ramo nord)
- 4) Realizzazione di un canale in terra a geometria trapezia a servizio dei bacini destinati alla cantieristica ed immissione nel Nuovo scolo relativamente al ramo sud della Carraia d'Orlando
- 5) Deviazione ed immissione del Canale di San Giusto nel Nuovo Scolo di Pisa.

Il lotto 3 costituisce l'ultimo tassello da realizzare in ordine cronologico per la sistemazione dei due bacini oggetto di studio. Le opere previste per tale lotto hanno sostanzialmente la funzione di sistemare idraulicamente l'area più a nord dei due bacini e recapitano le loro acque nello scolare realizzato per il lotto 2. Si prevede la realizzazione di un collettore scatolare in c.a. che si dirama nella parte nord dei due bacini costeggiando la linea ferroviaria e che per un tratto si snoda lungo via Quarantola fino all'intersezione di quest'ultima con via Zucchelli.

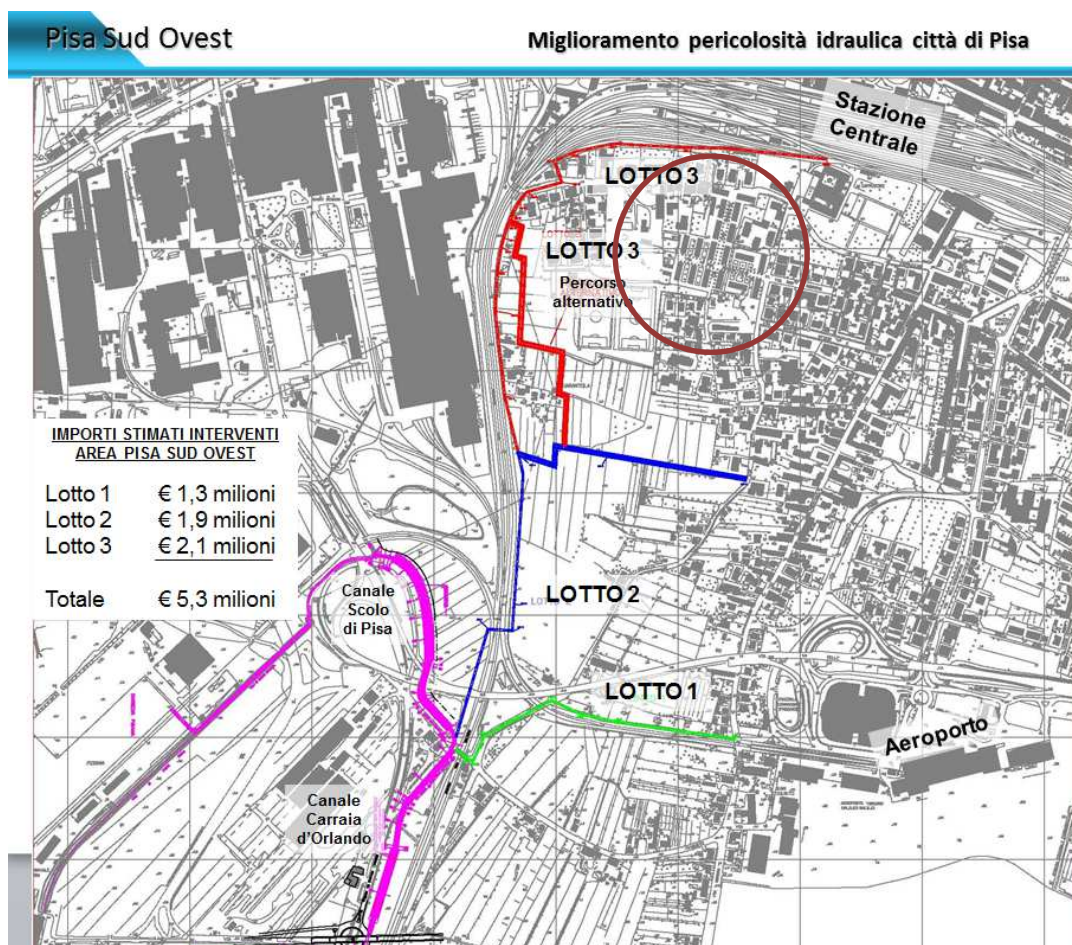


Fig.4 - "Intervento messa in sicurezza quartiere San Giusto"



Fig.5 - "PAI - Carta della "Perimetrazione delle aree con pericolosità idraulica"

PIANO DI INDIRIZZO TERRITORIALE (REGIONE TOSCANA)

Si ricorda che ai sensi del comma 3 dell'art. 36 "Lo Statuto del territorio toscano. Misure generali di salvaguardia - Titolo 2 – Statuto de territorio toscano, Piano di Indirizzo Territoriale", entrato in vigore il 17 ottobre 2007, è individuata una fascia della larghezza di 10 metri dal piede esterno dell'argine, per i corsi d'acqua "Fosso Acqua Chiara ed i Titignano, Fiume Arno, Emissario del Bientina, Canale Demaniale di Riprafatta, Fiume Morto e Fosso delle Vicinaia, Fiume Morto Vecchio, Canale Navigabile dei Navicelli, Fossa Nuova, Canale Scolmatore dell'Arno", in tale area "gli strumenti di pianificazione territoriale e gli atti di governo del territorio non devono prevedere nuove edificazioni, manufatti di qualsiasi natura o trasformazioni morfologiche negli alvei, nelle golene, sugli argini e nelle aree comprendenti le due fasce di larghezza di m. 10 dal piede esterno dell'argine, o in mancanza, dal ciglio di sponda ... omissis".

12

La presente variante non è interessata dalla presente prescrizione

PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA

Nel Piano di Bacino stralcio Assetto Idrogeologico adottato nella seduta di Comitato Istituzionale dell'11 novembre 2004 ed entrato in vigore con il D.P.C.M. 6 maggio 2005 "Approvazione del piano di bacino del fiume Arno, stralcio assetto idrogeologico" (GU n. 230 del 3-10-2005) le aree di interesse non risultano essere individuata nella Carta della "Perimetrazione delle aree con pericolosità da fenomeni geomorfologici di versante - livello di sintesi.

VULNERABILITÀ IDROGEOLOGICA

La classificazione per le aree in variante, individuata nella Carta della "Vulnerabilità Idrogeologica", che accompagna il Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Pisa approvato con Del. C.P. 100/06, è riportata nella tabella seguente.

Intervento	Classe di vulnerabilità
Area dismissione ferrovie	3B media
Area case Popolari via Fra Mansueto	3B media

PERICOLOSITÀ DERIVANTE DAL PIANO STRUTTURALE

Per descrivere le classi di pericolosità (carta della Pericolosità Piano Strutturale (approvato con D.C:C. n.103 in data 02.10.98)) dell'area in variante è stata prodotta una carta di sintesi ed una tabella contenente il codice di pericolosità.

Intervento	Pericolosità
Aree dismissione ferrovie	3a - medio bassa
Via Possenti Area case Popolari via Fra Mansueto	3a - medio bassa

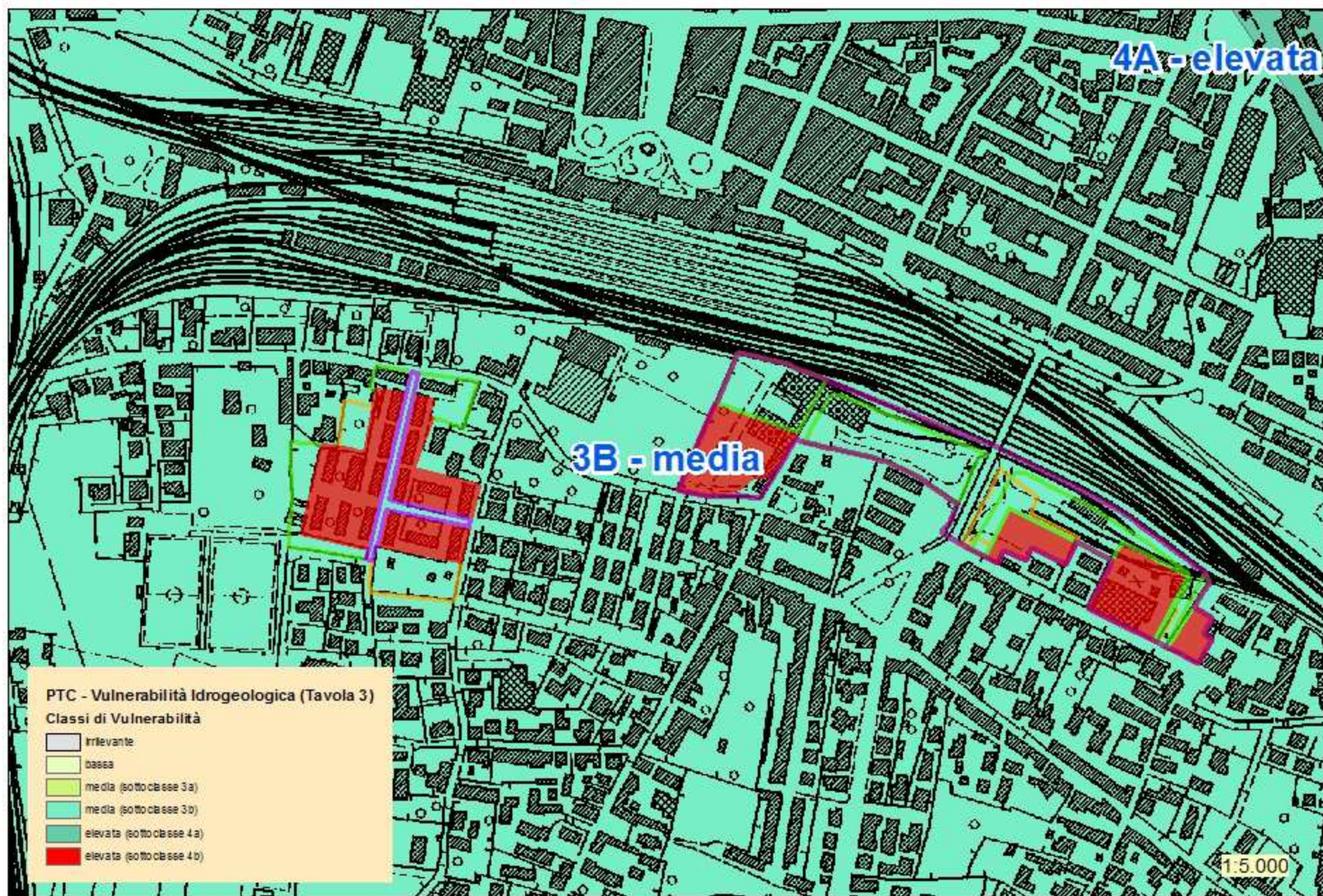


Fig.6 - "PTC - Carta della "Vulnerabilità Idrogeologica"

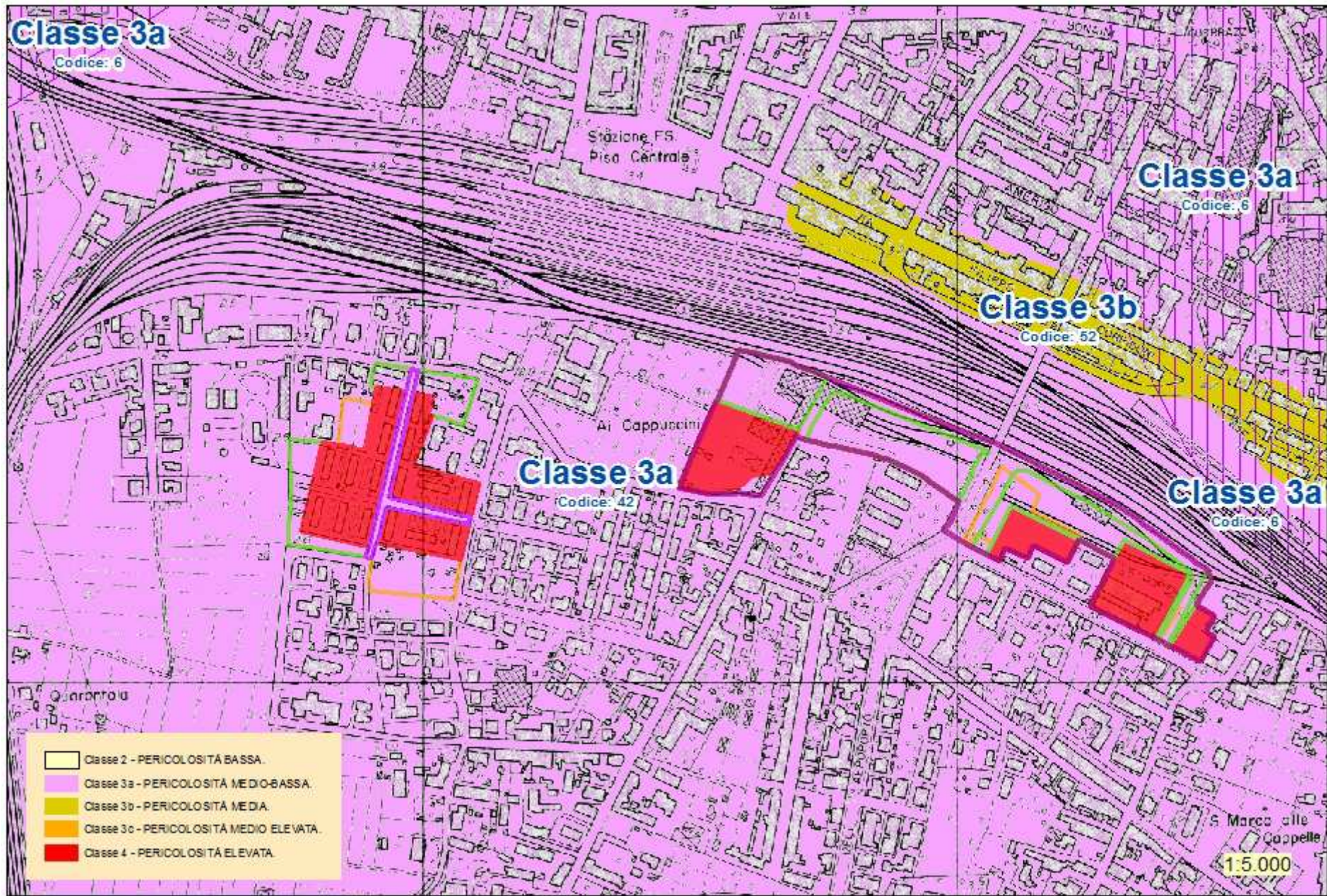
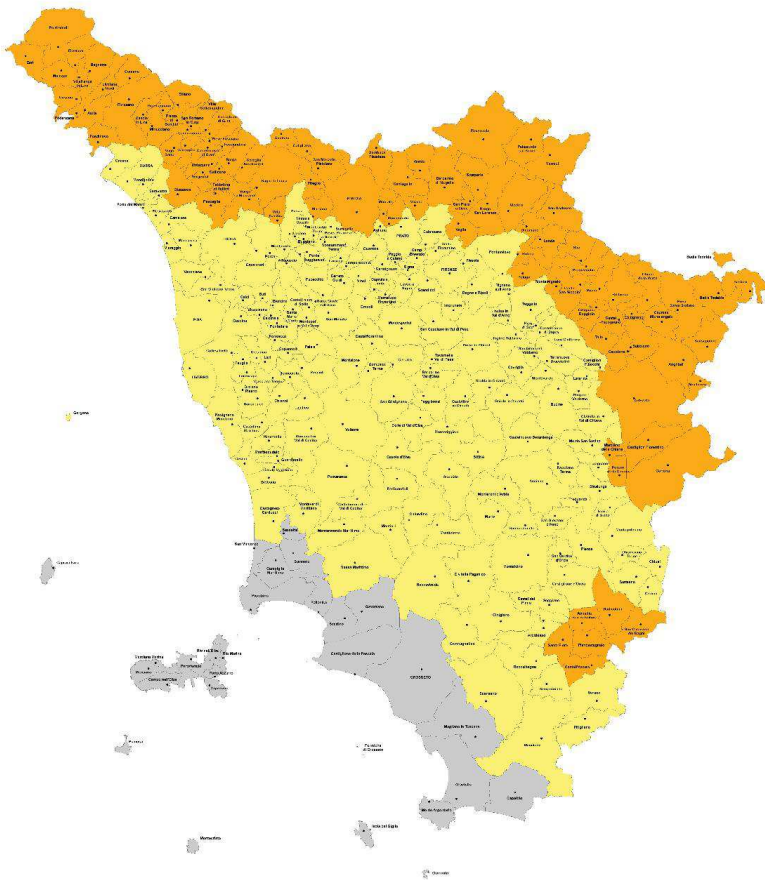


Fig.7 - "PS - Pericolosità derivata dl Piano strutturale"

1.2 CONSIDERAZIONI SULL'ATTIVITÀ SISMICA

Con Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri (Ord. 20 marzo 2003, n. 3274) (G.U. n. 105 del 8 maggio 2003) sono stati approvati i “Criteri per l’individuazione delle zone sismiche – individuazione, formazione e aggiornamento degli elenchi nelle medesime zone” nonché le connesse “Norme tecniche per il progetto, la valutazione e l’adeguamento sismico degli edifici”, “Norme tecniche per progetto sismico dei ponti”, “Norme tecniche per il progetto sismico delle opere di fondazione e sostegno dei terreni” facenti parte integrante e sostanziale dell’Ordinanza stessa. Contestualmente alla ordinanza è stata ridisegnata una nuova mappa

15



REGIONE TOSCANA GIUNTA REGIONALE
DIREZIONE GENERALE DELLE POLITICHE TERRITORIALI ED AMBIENTALI E PER LA MOBILITÀ
AREA DI COORDINAMENTO AMBIENTE, ENERGIA E CAMBIAMENTI CLIMATICI
UFFICIO TECNICO DEL GENIO CIVILE DI AREA VASTA FIRENZE PRATO PISTOIA AREZZO
COORDINAMENTO REGIONALE PREVENZIONE SISMICA
<http://www.rete.toscana.it/set/pta/sismica>

- Zona sismica 2 (95 comuni)
- Zona sismica 3 (168 comuni)
- Zona sismica 4 (24 comuni)

sismica dei comuni italiani. Le Norme Tecniche indicano 4 valori di accelerazioni (a_g/g) di ancoraggio dello spettro di risposta elastico e le norme progettuali e costruttive da applicare fissando quindi corrispondenti quattro zone sismiche attribuibili al territorio nazionale.

A tal proposito, in prima applicazione, fino alla predisposizione di una nuova mappa di riferimento a scala nazionale che soddisfi integralmente i nuovi criteri di zonazione sismica e relativo aggiornamento a livello regionale, nell’Allegato A della citata Ordinanza è indicata la classificazione sismica dei comuni italiani; sulla base della suddetta classificazione il Comune di Pisa, è classificato in Zona 2 ($a_g/g = 0.25$).

Recentemente è stata approvata con [Deliberazione di G.R. del 19.06.2006, n. 431](#), la riclassificazione sismica del territorio regionale. Sulla base della suddetta classificazione il Comune di Pisa, è classificato in Zona 3

Al fine di permettere di progettare e costruire con la nuova classificazione sismica è necessario effettuare la caratterizzazione del suolo di fondazione definendone il parametro V_{s30} che esprime la velocità media delle onde elastiche di taglio (onde S appunto) nei primi 30 metri di profondità al disotto del piano di fondazione ai sensi del D.M. 14-1-2008 “Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni”. Pubblicato nella Gazz. Uff. 4 febbraio 2008, n. 29, S.O.

Ai fini della caratterizzazione sismica la velocità di propagazione delle Onde S può essere ottenuta per via indiretta, ovvero ricavandola da indagini geognostiche (ad esempio dal parametro N_{spt} ricavato da una prova penetrometrica standard) o per via diretta, impiegando indagini di tipo sismico (down-hole, sismica a rifrazione, MASW, cono sismico).

In questa sezione si descrivono le analisi ritenute necessarie per dare completezza, alle conoscenze sugli aspetti caratterizzanti le aree interessate dalla variante.

Di seguito è illustrato il quadro conoscitivo utilizzato per la predisposizione della variante.

1.3 ELEMENTI GEOLOGICI E STRUTTURALI

INQUADRAMENTO GEOLOGICO REGIONALE ED EVOLUZIONE PALEOGRAFICA DELL'AREA

L'area in oggetto è situata nella pianura di Pisa che rientra nel Bacino Pisano-Versiliese, *Graben* compreso fra le Alpi Apuane e il Monte Pisano ad Est e la Dorsale della Meloria, sommersa dal mare, ad Ovest. Nell'apparente uniformità della zona possono essere in realtà distinte una fascia pedemontana in Versilia formata dai conoidi alluvionali dei torrenti Apuani, una fascia interna leggermente depressa e una fascia costiera formata da accumuli di depositi sabbiosi in forma di dune e dalla spiaggia vera e propria.

Il Bacino Pisano-Versiliese ha avuto il massimo sviluppo nel Pliocene inf-medio; in seguito è entrato a far parte dell'ampia regione emersa che si stendeva verosimilmente fino alla Corsica ed alla Sardegna per poi subire un nuovo notevole sprofondamento nel Pleistocene inf. L'inizio di una notevole ed intensa attività fluviale, riferibile contemporaneamente all'Arno e al ramo del Serchio passante ad Est del Monte Pisano, risale al tardo Pleistocene medio (Interglaciale Mindel-Riss). Al Würm II corrisponde una seconda fase fluviale attribuibile all'Arno e al corso del Serchio ad Est del Monte Pisano, ampiamente rintracciata intorno ai 40 - 60 m di profondità nel sottosuolo superiore della pianura.

Ancora nelle fasi tarde dei Würm II corrispondono i depositi in prevalenza eolici, pedogenizzati, che bordano l'orlo meridionale della pianura (Sabbie di Vicarello) e formano uno sbarramento trasversale (Sabbie dell'isola di Coltano) posto all'interno dei sedimenti litoranei Olocenici della trasgressione versiliana.

Al Würm I sembra corrispondere la prima tracimazione del Serchio verso il mare attraverso la gola di Ripafratta, avvenuta in senso inverso a quello dell'attuale scorrimento delle acque, addirittura prima del Miocene Sup., e che è rimasta inattiva con lo sprofondamento del Bacino Pisano-Versiliese.

Analizzando più in dettaglio l'evoluzione paleogeografica della area oggetto di questo studio vediamo che, nel Miocene superiore questa è interessata da una prima trasgressione marina, testimoniata dai depositi presenti sulle colline omonime: ai conglomerati basali seguono le argille lagunari, quindi sedimenti evaporitici ed infine sabbie, argille e conglomerati. Nel Pliocene inferiore si instaurano condizioni di generale subsidenza che determinano una seconda fase di trasgressione marina e, i depositi oltrepassano i limiti del precedente ciclo arrivando a poggiare direttamente sulle rocce del substrato pre-neogenico. Nel Pliocene medio si verifica una regressione che porta, nel Pliocene Superiore, alla completa emersione del Valdarno inferiore, dando origine ad un complesso reticolo di valli fluviali, che prefigurano il sistema idrografico Arno - Serchio.

Nel corso del Pleistocene assumono grande importanza le oscillazioni eustatiche del livello del mare, collegate con le vicende dei cicli glaciali: a questa fase appartengono i depositi salmastri e marini del Pleistocene inferiore affioranti sulle Colline Pisane.

Alla fine del Pleistocene inferiore il mare si ritira nuovamente scoprendo una vasta area pianeggiante che, successivamente sarà percorsa dal paleo-sistema idrografico, drenante i bacini dell'Arno e del Serchio; dall'apporto solido di questi corsi d'acqua inizia la costruzione della pianura alluvionale costiera (definito anche "substrato superiore"). Una prima importante fase di sedimentazione è rappresentata dai depositi alluvionali e fluvio-lacustri del Pleistocene medio-superiore affioranti, in forme terrazzate, sulle Cerbaie e sui margini delle Colline Pisane. In conclusione, in questa area, si sono succedute fasi in cui prevaleva una sedimentazione marina o lagunare-salmestra, con forti spessori di sabbie, limi ed argille, e fasi continentali nelle quali l'apporto di depositi più grossolani da parte dei corsi d'acqua era talvolta predominante. Nelle fasi più antiche di alluvionamento si sono sviluppati i depositi ghiaioso-ciottolosi del Ppleosistema idrografico Arno-Serchio, distribuiti prevalentemente in ampi alvei di tipo fiumara; nelle fasi più recenti, durante le quali l'Arno e il Serchio si sono resi indipendenti,

il trasporto solido diviene prevalentemente sabbioso-limoso, da parte di corsi d'acqua meandriformi, con granulometrie maggiori nei depositi di canale rispetto a quelli di esondazione. Alla progradazione e all'aggradazione della pianura hanno contribuito i depositi di spiaggia e quelli dei lidi e delle dune litoranei. Gli spostamenti diacroni della linea di riva sono quindi segnati al di sotto delle coperture limo-argillose di origine alluvionale da allineamenti di depositi sabbiosi, collegati a quelli che affiorano attualmente lungo la costa e sul margine meridionale della pianura.

L'alimentazione dei depositi di spiaggia è data soprattutto dagli apporti detritici dell'Arno e del Serchio con un piccolo contributo da parte dei fiumi Apuani.

Nella Pianura Pisana affiorano dunque depositi del Pleistocene superiore e dell'Olocene: i primi sono rappresentati dai depositi residui scampati all'erosione del Würm III, i secondi hanno uno spessore massimo di 30 metri e sono rappresentati da:

- ✓ Lidi e dune sabbiose;
- ✓ Sedimenti di esondazione fluviale deposti in vicinanza degli attuali corsi dell'Arno e del Serchio (sabbie argillose di Le Rene);
- ✓ Limi e argille alluvionali che rappresentano la frazione fine dei depositi di esondazione fluviale;
- ✓ Limi, argille, torbe palustri e depositi di colmate.

In estrema sintesi, facendo riferimento alla recente pubblicazione "La torre salvata – una storia per immagini" a cura di Raffaello Martelletti, Paolo Heiniger, Carlo Viggiani si può considerare che quasi tutta la pianura pisana, sia costituita da depositi geologicamente recenti (Pleistocene-Olocene) di ambiente lagunare e palustre; si tratta di limi, argille e sabbie fini, intercalati a sabbie eoliche costituenti antiche dune costiere.

Procedendo dal piano di campagna verso il basso si incontrano generalmente tre "Complessi" aventi caratteri geotecnicamente distinti, e cioè:

Complesso A: strati misti superiori di limi, argille e sabbie di vario spessore ed irregolarmente disposti, di colore prevalentemente giallastro, per una potenza complessiva generalmente di circa 10 m. All'estremo inferiore di questo complesso, a contatto con le sottostanti argille, si incontra generalmente uno strato di sabbie fini mediamente addensate di colore grigio, dello spessore di circa due metri.

Complesso B: costituito prevalentemente da argille, si può rinvenire generalmente fino alla profondità di 40 m circa al di sotto del piano di campagna.

Al suo interno si distinguono:

- le argille superiori, denominate localmente "pancone", di consistenza da ridotta a media, da leggermente sovraconsolidate a normalmente consolidate;
- le argille intermedie, sovraconsolidate di elevata consistenza;
- le sabbie intermedie;
- le argille inferiori, normalmente consolidate di consistenza medio-alta.

Complesso C: sabbie inferiori, che possono giungere fino alla profondità di circa 70 m. dal piano di campagna.

Generalmente la superficie di separazione tra le sabbie superiori e le argille del pancone è disposta secondo un piano orizzontale con scarti massimi di pochi centimetri.

La pianura di Pisa si è originata in seguito al progressivo sprofondamento (dell'ordine di migliaia di metri) del litorale pisano-versiliese causato dalla azione distensiva di faglie dirette. La subsidenza di quest'area, collegata al sollevamento generale dei rilievi montuosi formati durante le fasi parossistiche del corrugamento dell'Orogene Appenninico, è stata controbilanciata dalla sedimentazione marina e fluvio-lacustre a partire dal Miocene superiore.

Questa attività tettonica distensiva è ben documentata fino al Pleistocene medio, ma non è escluso che sia tuttora attiva, considerando l'attuale morfologia e le tendenze evolutive della pianura alluvionale di Pisa.

Sulla base dei dati disponibili, il sottosuolo della pianura di Pisa può essere schematicamente suddiviso in tre parti.

Comprende le formazioni litoidi della Serie Toscana, le stesse che affiorano sui Monti Pisani a Nord di Pisa e che nella pianura sono state ribassate dall'azione delle faglie dirette. Tra le rocce della Serie Toscana sembrano essere predominanti le formazioni carbonatiche. Inoltre sono state raggiunte da un sondaggio profondo anche le formazioni del complesso filladico quarzítico del Verrucano (Ghelardoni et al., 1968).

Ad Ovest di Pisa fanno parte del substrato profondo anche le formazioni dell'Alloctono ligure" che è stato individuato in vari sondaggi profondi. I materiali che costituiscono il substrato profondo sono stati individuati grazie anche ad una risposta diversa alle indagini geofisiche rispetto ai substrati intermedio e superiore. La profondità del suo tetto varia da un minimo di 500 m ai piedi dei Monti Pisani fino a circa 2000 m lungo la costa. Nella zona di Pisa le isobate del tetto di questi terreni si trovano alla profondità di circa 1000 m.

IL SUBSTRATO INTERMEDIO

E' costituito da sedimenti "neoautoctoni" la cui deposizione ha un inizio variabile da zona a zona, ma non è mai anteriore al Miocene superiore. Si tratta di sedimenti deposti in presenza di una subsidenza di origine tettonica. La successione inizia alla base con sabbie e conglomerati a cui seguono argille lagunari sormontate da gessi variamente alternati a strati argillosi la cui deposizione viene fatta coincidere con la interruzione delle comunicazioni tra il Mediterraneo e l'Oceano Atlantico.

Al di sopra dei gessi si ritrovano sabbie, argille e conglomerati che rappresentano la sedimentazione di un bacino senza comunicazione con i mari aperti.

A questi è seguita la deposizione di argille azzurre di facies francamente marina che sono state invece deposte in un ambiente di mare più profondo cui seguono alternanze di argille azzurre e sabbie gialle che denotano l'alternarsi di ambienti marini più o meno profondi.

Al di sopra si ritrovano Sabbie ed Argille contenenti al loro interno fossili di ArcticaIslandica che ne attribuiscono l'età al Pleistocene a cui segue la sedimentazione delle sabbie di Nugola Vecchia che rappresentano un episodio di sedimentazione di mare basso ed indicano quindi un fenomeno di regressione marina avvenuto al termine del Pleistocene inferiore. E' da notare che questa successione può essere osservata in superficie sulle Colline Pisane dove questi terreni formano una monoclinale che si immerge al di sotto della pianura di Pisa (Fancelli et al., 1986).

IL SUBSTRATO SUPERIORE

è formato da sedimenti posteriori al Pleistocene inferiore che si sono deposti in presenza di variazioni del livello del mare e di mutazioni del regime dei fiumi il cui trasporto solido cambiava, in seguito alle variazioni del clima, sia nella sua entità che nella granulometria più o meno fine dei clasti.

Al substrato superiore appartiene la Formazione dei Conglomerati dell'Arno e del Serchio da Bientina che sono presenti uniformemente nel sottosuolo Pisano e si trovano a circa 50 metri di profondità presso Cascina fino a raggiungere i 145 metri nella zona di Pisa. I conglomerati dell'Arno e del Serchio da Bientina, il cui spessore varia tra 4 e 10 metri, sono costituiti da ciottoli delle formazioni affioranti sui Monti Pisani e sono sede di un importante acquifero artesiani attualmente molto sfruttato. Si ritiene quindi che l'apporto dei clasti più grossolani di questi conglomerati siano dovuti al trasporto del Serchio che scorreva impetuoso a partire dai rilievi delle Alpi Apuane, mentre le acque dell'Arno avrebbero fornito un contributo clastico più fine in quanto dotate di minore energia.

Al di sopra della formazione precedentemente descritta si trova un livello di "Limi fluvio-palustri del sottosuolo" corrispondenti ad una fase di più limitata attività fluviale come appare dalla diminuzione drastica delle dimensioni dei clasti rispetto a quelle della formazione sulla quale poggiano (Della Rocca et al. 1987). Questa diminuzione del trasporto è probabilmente legata ad un cambiamento del clima in senso più arido al quale sarebbe poi dovuta la deposizione nel Pleistocene superiore delle dune delle sabbie dell'Isola di Coltano al di sopra dei "Limi fluvio-palustri del sottosuolo". La deposizione di queste sabbie indica un fenomeno di ingressione marina seguito da un sollevamento eustatico con formazione di dune di origine eolica. A tali sabbie segue la deposizione dei "Limi fluvio-palustri di superficie" che sono legati a

fenomeni di esondazioni dell'Arno e dei corsi d'acqua minori che, provenendo dai monti Pisani, spesso si impaludavano nella pianura fino ad epoche storiche.

ASPETTI GEOLOGICI GENERALI

Per la rappresentazione geologica dell'area è stata presa a riferimento la "Carta degli elementi naturalistici e storici della Pianura di Pisa e dei Rilievi Contermini - scala 1: 50.000" (CNR - Centro di Studi per la Geologia Strutturale e Dinamica dell'Appennino - Pisa - Mazzanti et alii- Roma, 1994).

Inoltre è stata presa in esame la "Carta geologica" che accompagna il quadro conoscitivo di supporto alla predisposizione del Piano Strutturale.

Il rilevamento geologico condotto non ha portato ad un sostanziale mutamento del quadro conoscitivo iniziale confermando la presenza esclusiva di formazioni oloceniche. Da un punto di vista sismo tettonico non si hanno nuovi elementi, in quanto trattasi di studi a livello di dettaglio e non regionale, salvo rilevare l'attivazione periodica negli ultimi anni delle faglie presenti in area sottomarina tra Livorno e Viareggio che hanno causato terremoti superficiali con magnitudo massima intorno a 4 (fonte Servizio Sismico Regionale).

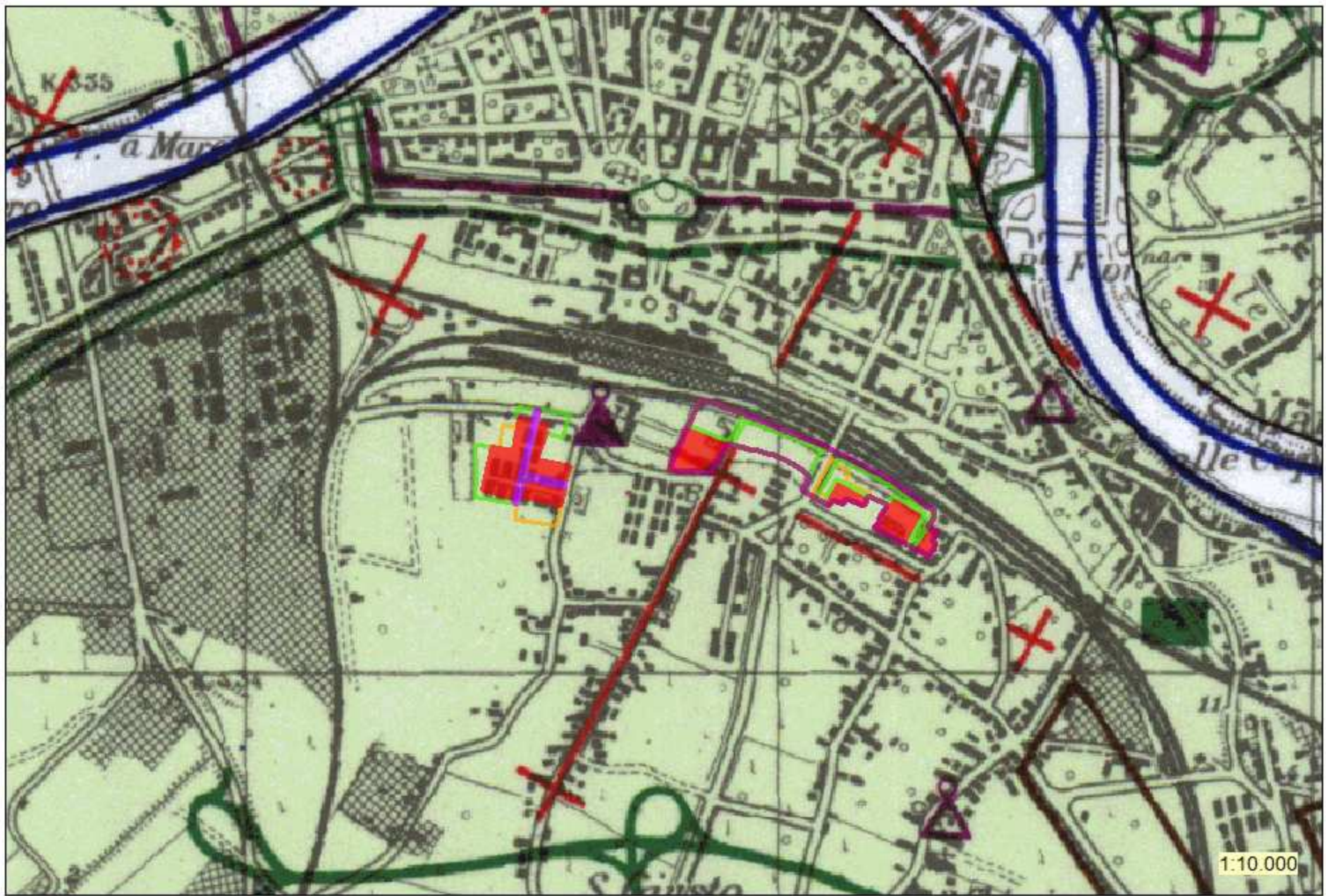


Fig.8 - Carta geologica dell'area da "Carta degli Elementi naturalistici e storici della Pianura di Pisa e dei Rilievi Contermini" riprodotta alla scala 1:5000 - "Depositi alluvionali prevalentemente argillosi, torbe palustri e depositi di colmata (olocene) [26 Verde chiaro] - "Depositi alluvionali prevalentemente sabbiosi e limosi (olocene) [25 Verde scuro]

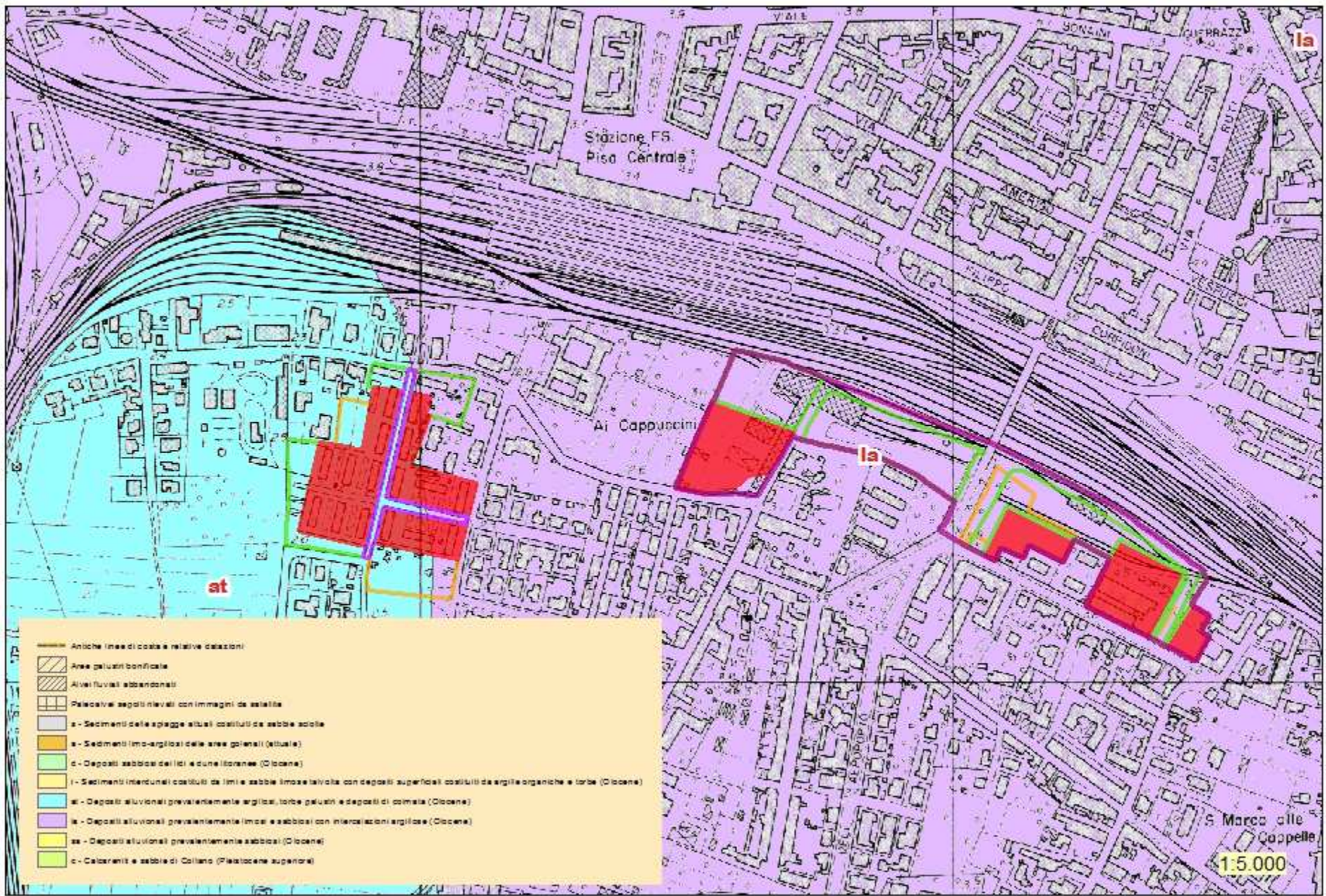


Fig.9- "Carta Geologica Piano Strutturale 1998"

at - depositi alluvionali prevalentemente argillosi, torbe palustri e depositi di colmata (Olocene).
la - depositi alluvionali prevalentemente limosi e sabbiosi con intercalazioni argillose (Olocene)

1.4 ELEMENTI LITOLOGICO-TECNICI

Per determinare le caratteristiche fisico-meccaniche dei litotipi presenti nel sottosuolo, riguardo alle aree oggetto di variante, si è fatto riferimento alla carta litotecnica che accompagna il quadro conoscitivo di supporto al Piano Strutturale, le aree oggetto di variante sono state ulteriormente verificate con i dati acquisiti. L'area risulta interessata da "Terreni prevalentemente limosi (li)". Questi terreni si ritrovano prevalentemente in fasce adiacenti al corso attuale dell'Arno, come nella zona di Barbaricina, della Vettola, Pisa sud, S. Giusto, S. Ermete, Ospedaletto, e, più a sud, presso Le Rene.

Si tratta di terreni prevalentemente limosi di colore nocciola con intercalazioni argillose e talvolta sabbiose. Di conseguenza i parametri geotecnici di questi terreni sono variabili in relazione al tenore di limo, argilla o sabbia. In via indicativa per quanto riguarda la frazione limo-argillosa è stato riscontrato che la R_p del penetrometro statico varia generalmente intorno a valori compresi tra 11 e 20 kg/cmq. La coesione varia tra 0.40 e 0.85 kg/cmq, mentre il coefficiente di compressibilità volumetrica m_v è compreso tra 12 e 25 cmq/t. L'angolo di attrito interno si mantiene attorno a valori generalmente bassi.

CARTA DELLA PROFONDITÀ DEL TETTO DELLE ARGILLE COMPRESSIBILI

I problemi di instabilità di un territorio di pianura, quale quello pisano, sono legati principalmente alle scadenti caratteristiche geotecniche dei terreni eventualmente interessati dalla costruzione di manufatti. Da questo punto di vista le aree a pericolosità più alta sono quelle in cui, a causa della elevata compressibilità dei terreni, possono verificarsi fenomeni di consolidazione di entità non trascurabile con conseguenti cedimenti e cedimenti differenziali. Tali fenomeni possono aver luogo in seguito alla costruzione di manufatti, di prelievi idrici dalle falde più superficiali o anche in conseguenza delle azioni sismiche.

Nella zona dell'intervento il tetto delle argille compressibili si trova a circa 11-13 m dal p.c. (area dismessa ferrovie) ed a circa 5-7 m (case popolari via Fra' Mansueto)

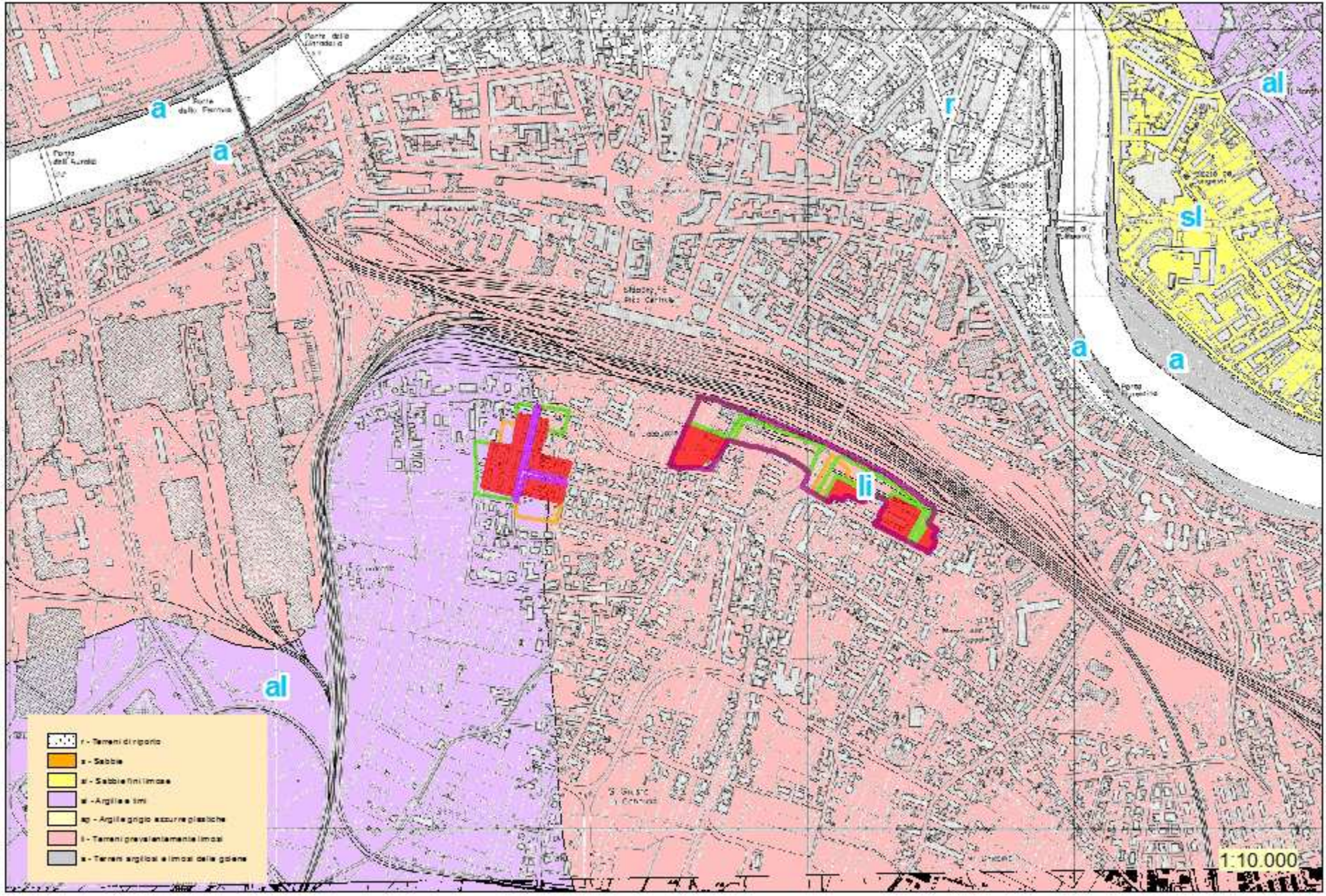


Fig.10 - "PS Carta Litotecnica". Terreni interessati "li" e "al"

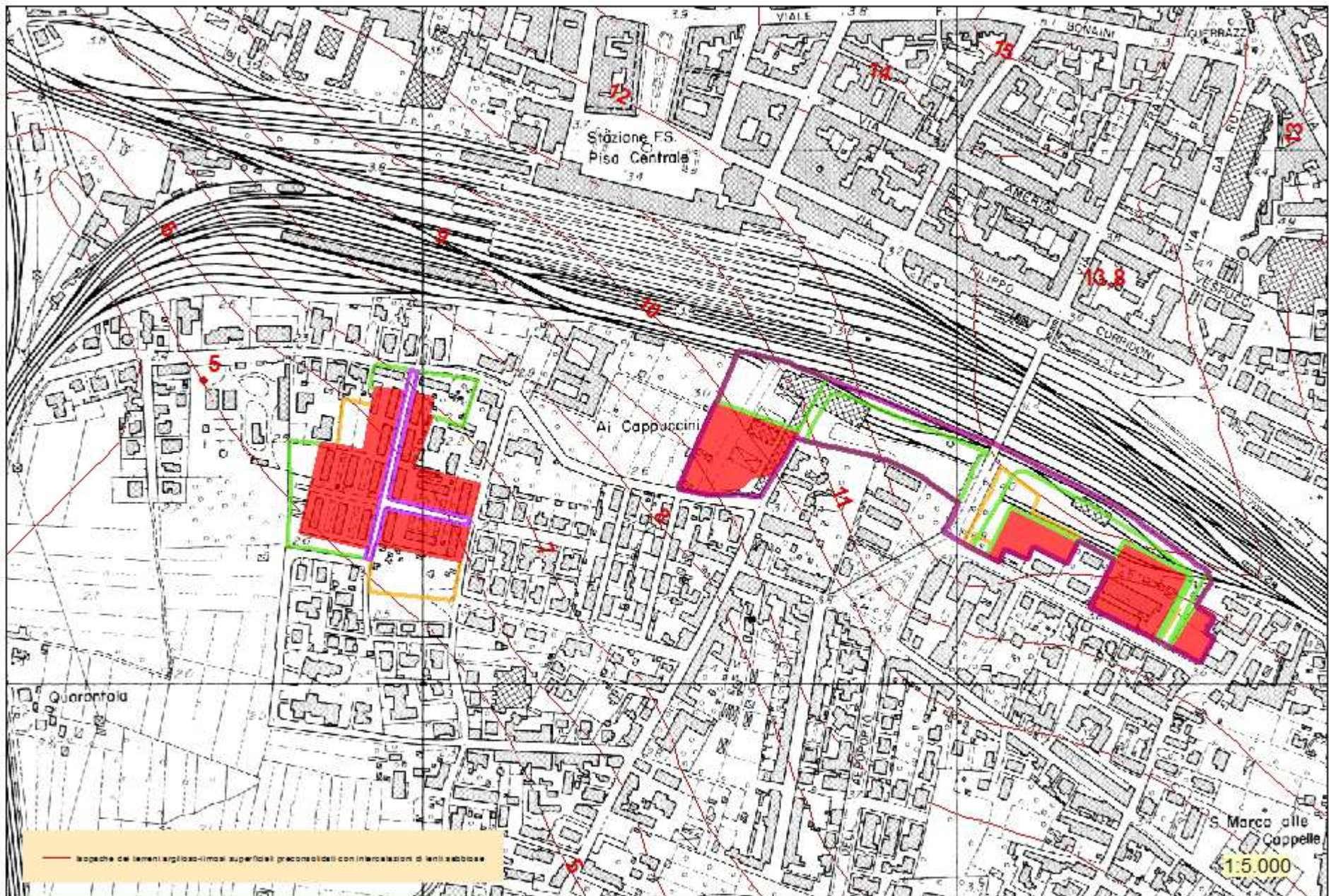


Fig.11 "PS - Tetto argille compressibili"

1.5 ELEMENTI PER LA VALUTAZIONE DEGLI ASPETTI GEOMORFOLOGICI

L'area d'intervento è collocata in un ambito di pianura con andamento quasi orizzontale. I profili topografici si caratterizzano per modeste variazioni morfologiche dovute essenzialmente a trasformazioni antropiche (riporto) connesse alle urbanizzazioni.

A grandi linee il settore d'interesse esibisce un quadro morfologico relativamente semplice non mostra indizi di erosione nel suolo né d'instabilità.

Per integrare il quadro conoscitivo predisposto in fase di Piano Strutturale, si è fatto riferimento alla Carta Geomorfologica predisposta dalla Provincia di Pisa.

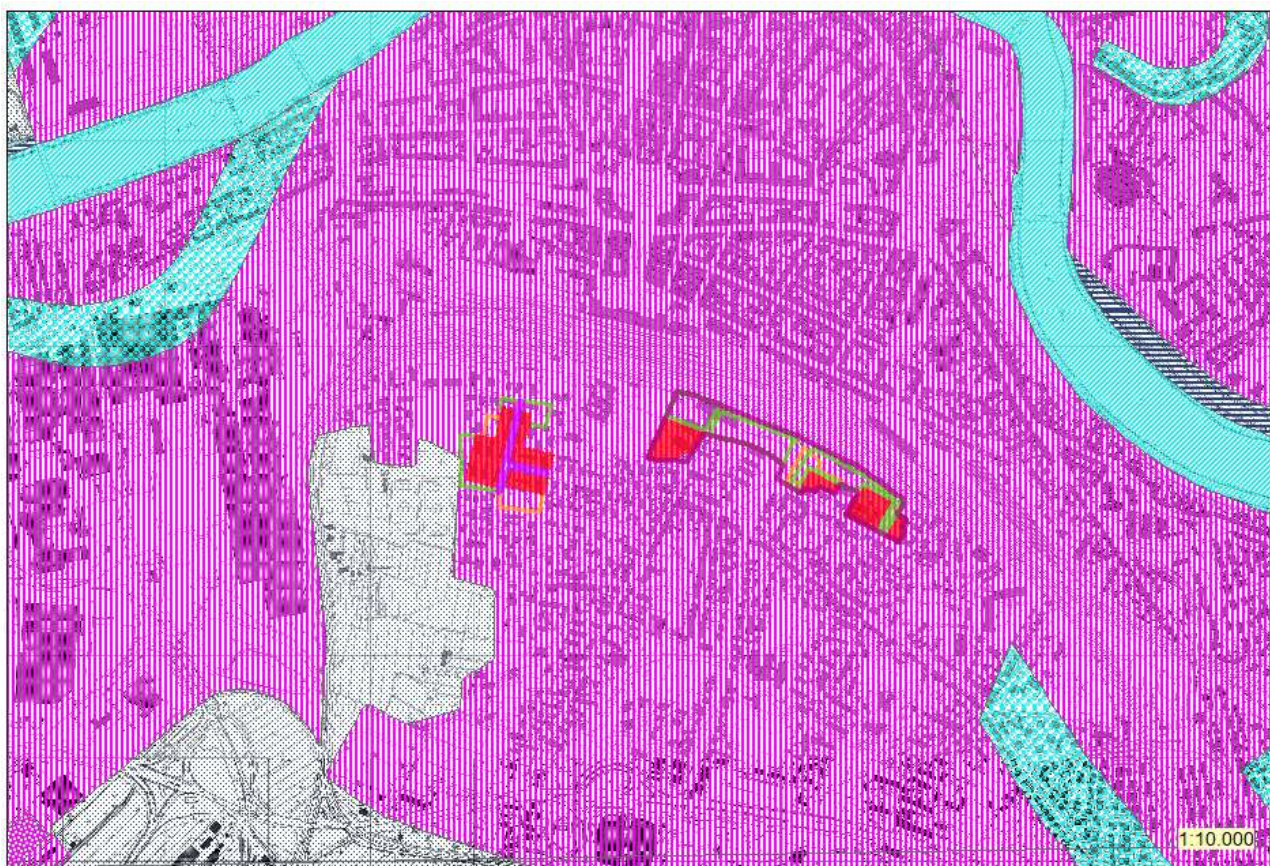


Fig.12- "Carta geomorfologica della Provincia di Pisa"

Di seguito legenda carta geomorfologica:

	Paelorilevo della pianura alluvionale
	Area depressa della pianura alluvionale
	Corpo d'acqua
	Traccia di alveo fluviale abbandonato
	Sedimenti alluvionali (silt, sinonimo di limo)
	Sedimenti alluvionali (sabbia)
	Sedimenti delle aree golenali dei corsi d'acqua maggiori
	Sedimento limoso – argilloso di depressione retrodunare
	Depositi alluvionali, palustri e di colmata prevalentemente argillosi
	Dosso fluviale
	Stagno, acquitrino, zona palustre
	Ruscigliamento diffuso
	Traccia di canale lagunare
	Sabbie eoliche
	Cordone dunare allo stato naturale (anche se vegetato) non in erosione
	Cordone dunare allo stato naturale (anche se vegetato) in erosione
	Cordone dunare antropizzato non in erosione
	Cordone dunare antropizzato in erosione
	Terrapieno di riporto
	Struttura antropica
	Discarica
	Terrapieno di riporto
	Area di escavazione nella pianura
	Canale artificiale
	Opere di difesa litorale a blocchi emergenti, aderenti e distaccate, parallele e
	Rinascimento artificiale di spiaggia
	Sabbie
	Sabbie delle spiagge attuali
	Porzione apicale di cordone litoraneo (lido) e/o cordone litoraneo sormontato da dune (tombolo) allo stato naturale non in erosione
	Porzione apicale di cordone litoraneo (lido) e/o cordone litoraneo sormontato da dune (tombolo) antropizzato
	Porzione apicale di cordone litoraneo (lido) e/o cordone litoraneo sormontato da dune (tombolo) antropizzato non in erosione
	Ventaglio di tempesta

Legenda geomorfologica Provincia di Pisa

TIPO DEPOSITI

- 2051 Sedimenti alluvionali (silt, sinonimo di limo)
- 2060 Depositi alluvionali, palustri e di colmata prevalentemente argillosi
- 7121 Cordone dunare antropizzato non in erosione
- 8020 Struttura antropica
- 8030 Discarica
- 8040 Terrapieno di riporto

FORME

- 2040 Traccia di alveo fluviale abbandonato
- 2061 Dosso fluviale
- 6210 Traccia di canale lagunare
- 9120 Porzione apicale di cordone litoraneo (lido) e/o cordone litoraneo sormontato da dune (tombolo) antropizzato

	descrizione	TIPO_1
1	Aree dismissione ferrovie	8040
1	Area case Popolari via Fra Mansueto	8040

Anche per tale aspetto l'indagine condotta non ha comportato una variazione sostanziale del quadro conoscitivo disponibile.

Il Comune di Pisa ha in corso la predisposizione della cartografia di micro zonazione sismica di livello 1, di seguito i risultati estratti dal lavoro in corso di completamento.

AREA CASE POPOLARI VIA FRA' MANSUETO

Ai fini della ricostruzione del modello geologico del sottosuolo sono state prese in riferimento dalla banca dati del comune indagini geognostiche e geofisiche eseguite nelle vicinanze.

In particolare per gli aspetti geognostici, nell'area in studio, tenendo conto degli esiti del punto indagine considerato – *sondaggio a rotazione continua - 21 bald* – si può estrapolare a partire dalla superficie fino a raggiungere ca. i 30 m di profondità, la presenza di terreni di *natura essenzialmente argillosa*. Tuttavia dalla descrizione stratigrafica e in relazione alle conoscenze geologiche e geomorfologiche sulla pianura di Pisa, si può ritenere che fino a ca 4 m di quota dal pc, i sedimenti fini presenti, siano riferibili all'*orizzonte plastico e compressibile più superficiale* e discontinuo della piana di Pisa, caratteristico di un ambiente deposizionale tipicamente palustre. Mentre il livello plastico più profondo, e spinto fino alla profondità di ca. 20 m – *argilla azzurra* – può essere ricondotto al *secondo orizzonte plastico* del cosiddetto “*pancone*” - *argille lagunari* - , costituito essenzialmente da sedimenti di natura argillosa più omogenea e da una maggiore continuità areale oltre che da uno spessore significativo rispetto all'orizzonte precedente.

AREA DISMESSA FERROVIE (V. A. MORRONA)

Per una preliminare definizione del modello geologico del sottosuolo, anche per questa zona, sono state prese in riferimento dalla banca dati del comune, indagini geognostiche e geofisiche eseguite nei dintorni.

In particolare, per l'area in studio, sono stati presi in considerazione diversi punti indagine: sondaggi *a rotazione continua - 23 bald* e *24 bald* ed una *prova penetrometrica con dinamico medio - 7375*.

Da queste informazioni, si ritiene che nel sito di interesse, si possano riscontrare per i primi metri di profondità (ca. 10), sia terreni prevalentemente limoso-argillosi, sia sedimenti fini limoso-argillosi, arricchiti nella frazione sabbiosa.

Pertanto potrebbe essere rilevata anche in questo settore della piana, la presenza dell'*orizzonte plastico e compressibile più superficiale* e discontinuo. Diversamente, potrebbero essere riconosciuti anche sedimenti fini prevalentemente sabbiosi rappresentativi di facies più francamente fluviale. In entrambi i casi, a profondità superiori ai 5 m ca. si presume poi la presenza *del secondo orizzonte plastico delle argille lagunari*, cosiddetto “*pancone*”, costituito essenzialmente da sedimenti di natura argillosa più omogenea e da una maggiore continuità areale oltre che da uno spessore significativo rispetto all'orizzonte precedente.

In termini paleogeografici, il primo orizzonte di argille è connesso alle ultime fasi di costruzione della pianura (ca. 3.000-4.000 anni fa) da parte delle aste fluviali dell'Arno e del Serchio che durante lo stazionamento alto del livello del mare (fase di highstand), spesso nelle aree intercanale, determinavano il sorgere di vere e proprie aree palustri. Mentre, lo strato di argille più profondo, tipico di un bacino lagunare, viene ad indicare il passaggio fra il momento di massima trasgressione (circa 7.000 anni fa) e la successiva fase di stazionamento alto del livello del mare, con la fase progradazionale della pianura costiera.

Questi orizzonti per geometria e consistenza, proprio perché riferibili ad ambienti deposizionali diversi possono presentare distinte caratteristiche geotecniche e di distribuzione del loro assetto volumetrico nello spazio, comportando di conseguenza risposte geotecniche

degli stessi depositi, all'applicazione di carichi di fondazioni, che devono riservare molta attenzione ed eventualmente richiedere particolari approfondimenti.

Oltre la profondità dei 15/20 m ca. (base del “pancone”) sempre in riferimento ai dati stratigrafici acquisiti, si ha un’alternanza di depositi marino/costieri e continentali (argille e sabbie) legati ai cicli trasgressivo-regressivi verificatisi durante il tardo-quadernario e costituenti il sottosuolo dell’intera pianura di Pisa.



Fig.13- “Ubicazione indagini”

INDAGINI SISMICHE

Gli elementi prioritari per la valutazione degli effetti locali e di sito, in relazione all’obiettivo della riduzione del rischio sismico, sono quelli utili alle successive fasi di caratterizzazione sismica dei terreni e di parametrizzazione dinamica riferite alla realizzazione o verifica dell’edificato.

Dalle indagini disponibili nella zona (MASW) si evince che il valore di Vs30 tipico per questi terreni determinato fra 0 m e 30 m dal piano di campagna è mediamente pari a circa 160 m/sec ed è pertanto caratteristico della Categoria D.

Nel contesto delle indagini di supporto alla MS di Livello 1 sono state eseguite misure di sismica passiva a stazione singola per l’applicazione del metodo HVSr. La tabella che segue sintetizza i risultati ottenuti con la prova disponibile più vicina al sito in studio. Viene riportata non solo la frequenza di picco (a cui corrisponde l’ampiezza A₀ massima) ma anche eventuali altre frequenze che possono risultare interessanti.

Misura	Frequenza e Ampiezza di picco	Frequenza Ampiezza secondaria
HVSr	f ₀ = 0.61	f ₀ = 1.14
	A ₀ = 2.30	A ₀ = 2.10

Nella tabella che segue (tratta da Albarello D. & Castellaro S. (2011) – Tecniche sismiche passive indagini a stazione singola. Supplemento alla rivista Ingegneria sismica Anno XXVIII, n. 2-2011) è riportata una correlazione fra il valore della frequenza di risonanza misurata e lo spessore delle coperture.

Tab. 1 Abaco per la stima dello spessore delle coperture (h) a partire dai valori delle frequenze di risonanza (f_0) determinate dalle misure H/V.

F_0 (Hz)	h (m)
<1	>100
1-2	50-100
2-3	30-50
3-5	20-30
5-8	10-20
8-20	5-10
>20	<5

Sulla base di questa tabella è possibile ottenere una indicazione di larga massima sulla profondità dello strato risonante.

È inoltre possibile ottenere una stima più accurata utilizzando la formula sopra riportata ($f_0 = V_s / (4H)$) che correla la frequenza di risonanza con la velocità V_s e lo spessore delle coperture.

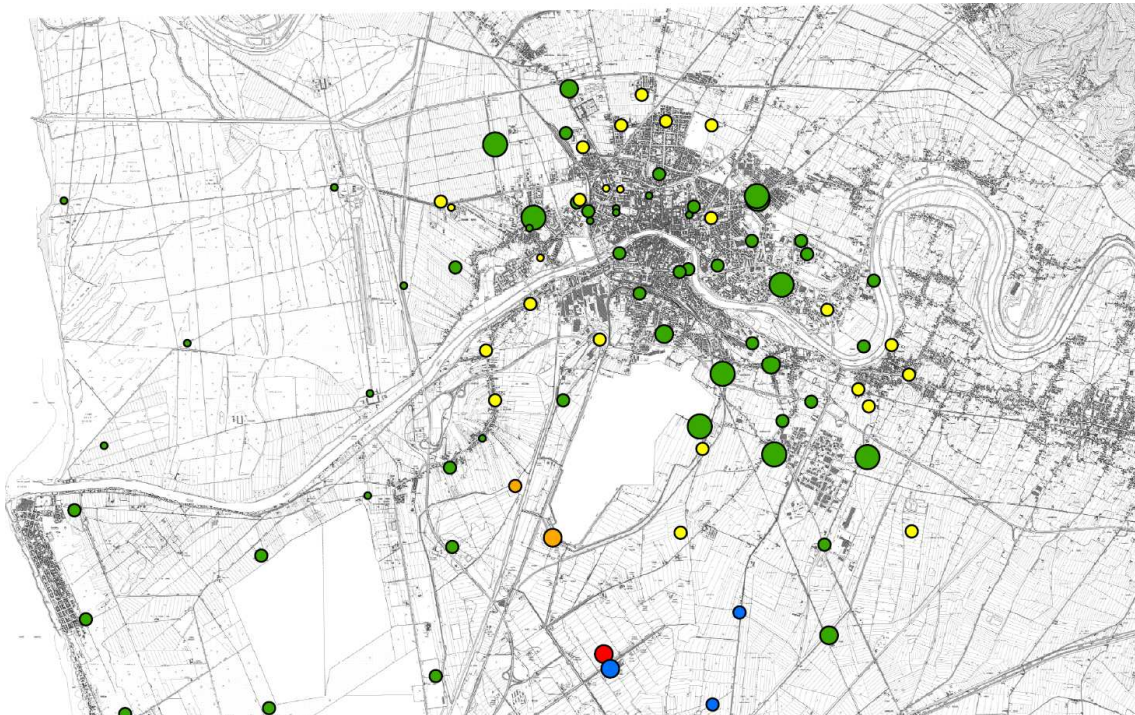


Fig.14- "Ubicazione indagini frequenze e ampiezze di picco"

Legenda delle frequenze fondamentali di vibrazione

A	f (Hz)
○ 1 - 2	● 0,2 ≤ f ≤ 1
○ 3 - 4	● 1 < f ≤ 2
○ 5 - 6	● 2 < f ≤ 3
○ 7 - 8	● 3 < f ≤ 5
	● 5 < f

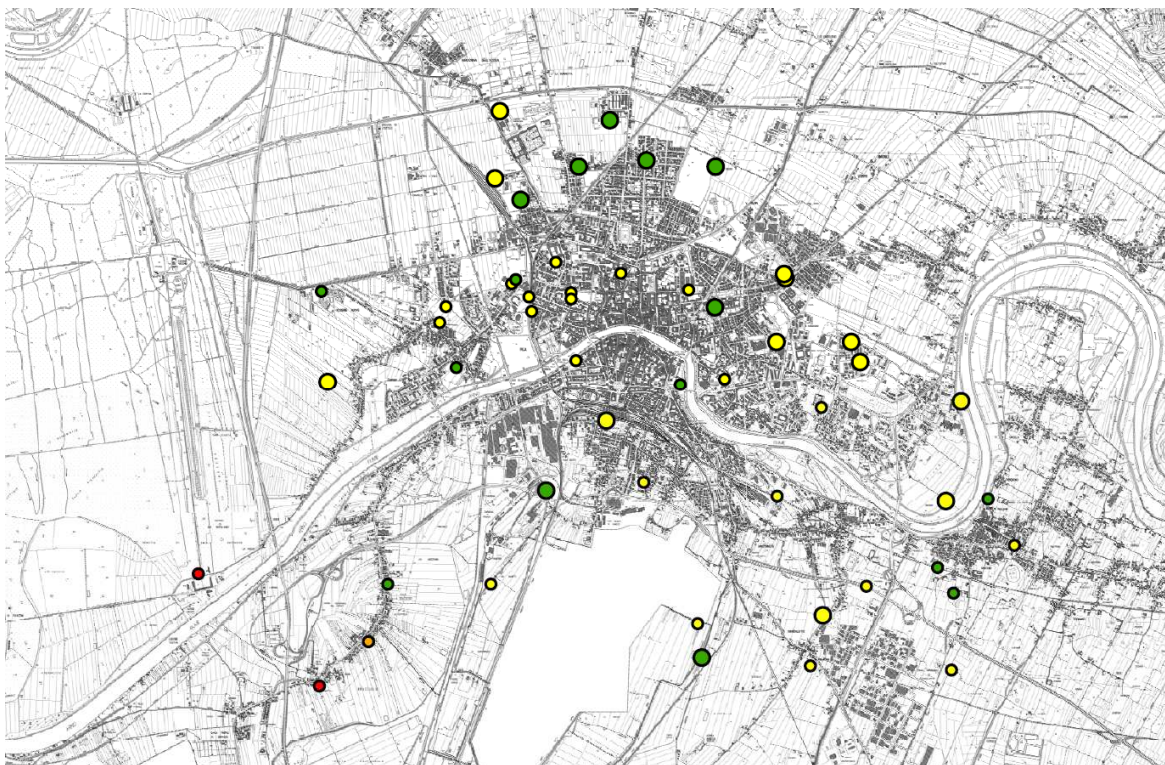


Fig.15- "Ubicazione indagini frequenze e ampiezze secondarie"

Legenda delle frequenze fondamentali di vibrazione

A	f (Hz)
○ 1 - 2	● 0,2 ≤ f ≤ 1
○ 3 - 4	● 1 < f ≤ 2
○ 5 - 6	● 2 < f ≤ 3
○ 7 - 8	● 3 < f ≤ 5
	● 5 < f

Ai sensi della nuova normativa antisismica nazionale (DPCM 3274/03) si è proceduto a determinare il parametro V_{S30} , che esprime la velocità media delle onde elastiche di taglio (onde S appunto) nei primi 30 metri di profondità al disotto del piano di fondazione. In particolare, per V_{S30} , si intende la media pesata della velocità delle onde S determinata come di seguito:

$$V_{S30} = 30 \frac{1}{\sum_1^n \frac{h_i}{v_i}}$$

Una volta noto il valore della V_{S30} è possibile collocare il terreno interessato dall'intervento all'interno di una delle categorie di suolo previste dalla legge in oggetto e riportate di seguito.

Suolo di fondazione	V_{S30}	N_{spt} - C_u
A Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi caratterizzati da valori di V_{S30} superiori a 800 m/s, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 5 m.	> 800 m/s	
B Depositi di sabbie e ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{S30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s ovvero resistenza penetrometrica N_{spt} > 50, o coesione non drenata C_u > 250 kPa.	> 360 m/s < 800 m/s	N_{spt} > 50 C_u > 250 kPa
C Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate, o di argille di media consistenza, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di V_{S30} compresi 180 m/s e 360 m/s (15 < N_{spt} < 50, 70 < C_u < 250 kPa).	> 180 m/s < 360 m/s	15 < N_{spt} < 50 70 < C_u < 250 kPa
D Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti, caratterizzati da valori di V_{S30} < 180 m/s (N_{spt} < 15, C_u < 70 kPa).	< 180 m/s	N_{spt} < 15 C_u < 70 kPa
E Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali, con valori di V_{S30} simili a quelli dei tipi C e D e spessore compreso tra 5 e 20 m, giacenti su un substrato di materiale più rigido con V_{S30} > 800 m/s.	< 360 m/s	
S_1 Depositi costituiti da, o che includono, uno strato spesso almeno 10 m di argille/limi di bassa consistenza, con elevato indice di plasticità (I_p > 40) e contenuto d'acqua, caratterizzati da valori di V_{S30} < 100 m/s	< 100 m/s	

S ₂ Depositi di terreni soggetti a liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di terreno non classificabile nei tipi precedenti.		
---	--	--

VALUTAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ

Sulla base dei risultati dei dati e degli studi analizzati l'area di trasformazione viene caratterizzata, per aree omogenee, dal punto di vista delle pericolosità.

Di seguito ai sensi di quanto previsto DPGR n. 53/R del 25 ottobre 2011 - Regolamento di attuazione dell'art. 62 della LR 3 gennaio 2005, n. 1 (Norme per il governo del territorio) in materia di indagini geologiche, viene valutata la pericolosità distinguendo aree a pericolosità geomorfologica, aree a pericolosità idraulica, aree con problematiche idrogeologiche, aree a pericolosità sismica locale.

In merito alle aree con problematiche di dinamica costiera la variante non interessa gli aspetti legati alla presenza dei sistemi dunali.

L'elenco che segue sintetizza le pericolosità individuate.

Intervento	Pericolosità 53/R		
	Geologica	Idraulica	Sismica
Aree dismissione ferrovie	G.3	I.3/I.2	S.3
Area case Popolari via Fra Mansueto	G.3	I.4	S.3

1.7 AREE A PERICOLOSITÀ GEOLOGICA

La carta della pericolosità geomorfologica esprime il differente grado di pericolosità delle aree in funzione delle loro peculiarità geomorfologiche. L'area di variante è stata classificata come aree a PERICOLOSITÀ GEOLOGICA ELEVATA (**G.3**) in quanto sulla base dei dati disponibili le aree risultano da un punto di vista litologico-geotecnico caratterizzate da terreni con scadenti caratteristiche geotecniche.

1.8 AREE A PERICOLOSITÀ IDRAULICA

L'area dismissione ferrovie risulta per la parte ad ovest interessata da allagamenti per eventi compresi tra 30<TR<200 anni pertanto a PERICOLOSITÀ IDRAULICA ELEVATA (**I.3**) le restanti aree risultano interessate da allagamenti per eventi compresi tra 200<TR<500 anni pertanto a PERICOLOSITÀ IDRAULICA MEDIA (**I.2**).

L'area case popolari via Fra' Mansueto risulta interessata da allagamenti aree interessate da allagamenti per eventi con Tr<30 anni pertanto a PERICOLOSITÀ IDRAULICA MOLTO ELEVATA (**I.4**).

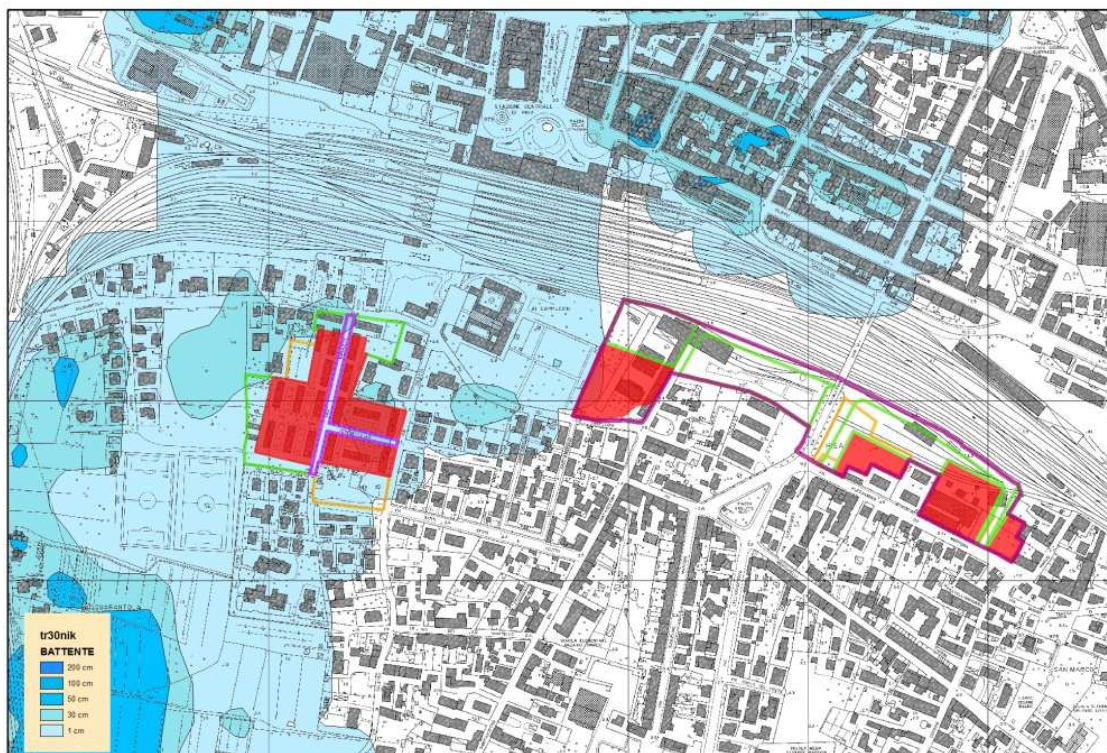


Fig.16- "Aree interessate da allagamenti per eventi con Tr30 anni"

1.9 AREE CON PROBLEMATICHE IDROGEOLOGICHE

I livelli di rischio idrogeologico, ai sensi del PTC, sono definiti nei seguenti termini:

- livello I - rischio irrilevante:
 - la trasformazione o l'attività è pienamente ammissibile, se non auspicabile, nei riguardi della vocazione riscontrata nelle parti di territorio interessate.
- livello II - rischio basso:
 - la trasformazione o l'attività è ammissibile, in relazione alle conoscenze disponibili, ma è richiesta verifica a livello locale.
- livello III - rischio medio/alto:
 - la trasformazione o l'attività è subordinata alle condizioni poste da una valutazione puntuale della vulnerabilità idrogeologica, al minimo conforme a quanto disposto ai commi, e quindi da un progetto sulla mitigazione dello stato di rischio accertato, tenuto conto anche delle caratteristiche della trasformazione o attività.
- livello IV - rischio elevato:
 - la trasformazione o l'attività oltreché subordinata alle condizioni poste da una valutazione puntuale della vulnerabilità idrogeologica ancora conforme al minimo a quanto disposto al comma 3 e quindi da un progetto sulla mitigazione dello stato di rischio accertato, può essere definita ammissibile solamente ove si dimostri il permanere di fabbisogni altrimenti non soddisficibili, per insussistenza di alternative ovvero per la loro rilevante maggiore onerosità in termini di bilancio ambientale, economico e sociale complessiva.

La valutazione puntuale della vulnerabilità idrogeologica e conseguentemente la determinazione della concreta ammissibilità delle trasformazioni e delle attività alle quali è attribuito, in ragione del loro interessare aree comprese in una delle definite classi di pericolosità, i numeri equivalenti ai livelli III - rischio medio/ alto e IV - rischio elevato, deve conseguire da uno studio idrogeologico di dettaglio, esteso ad un significativo intorno dell'area interessata, contenente al minimo:

- valutazione del parametro propagazione: identificazione, localizzazione e valutazione quantitativa della prima risorsa significativa (parametro trasmissività $T > 10E-5$ mq/sec), attraverso la sua caratterizzazione geometrica e il calcolo dei parametri idrogeologici dell'acquifero, incluse le condizioni di separazione da acquiferi diversi; la procedura prevede il censimento dei pozzi e l'esecuzione di prove a portata costante;
- valutazione del parametro penetrazione ed abbattimento: caratterizzazione idrogeologica della copertura satura ed insatura effettuabile attraverso l'esecuzione di prospezioni geomeccaniche e geofisiche, nonché di prove di permeabilità in sito;
- valutazione del parametro infiltrazione: caratterizzazione clivometrica dell'area ed individuazione delle aree di ricarica dell'acquifero;
- verifica quantitativa della vulnerabilità dell'acquifero in relazione ai tempi di arrivo che individuano le classi e le sottoclassi di vulnerabilità, tenendo conto dei parametri di infiltrazione, penetrazione e propagazione, precedentemente determinati, nonché delle alterazioni in regime dinamico indotte da nuovi pozzi.

Sono comunque ammissibili e non soggetti alla verifica puntuale della vulnerabilità idrogeologica gli interventi di tipo conservativo che non comportino nuovi apporti o modifiche dello stato di fatto in merito allo stoccaggio, produzione e smaltimento dei reflui e in ogni caso di sostanze potenzialmente inquinanti le acque.

Le note che seguono la Tabella 1 del PTC, e che rinviano ad alcune delle relative caselle, specificano, in relazione alle particolari fattispecie interessate, quali siano le linee guida di intervento per la mitigazione dello stato di rischio.

La tabella che segue sintetizza le aree in variante e le relative classi di vulnerabilità.

Intervento	Classe di vulnerabilità
Aree dismissione ferrovie	3B media
Area case Popolari via Fra Mansueto	3B media

1.10 AREE CON PROBLEMATICHE DI DINAMICA COSTIERA

L'area non rientra tra quelle con problematiche di dinamica costiera.

1.11 AREE A PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE

La classificazione sismica del territorio nazionale introdotta dall'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 Marzo 2003, aggiornata dall'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3519 del 28.04.2006, ed attuata dalla Deliberazione della Regione Toscana n°431 del 19 giugno 2006, il comune di Pisa rientra in Zona sismica 3 a cui è assegnata l'accelerazione di picco orizzontale del suolo a_g , con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, pari a 0.15.

Secondo il DGRT n. 53/R 2011- *Direttive per le indagini geologiche – Allegato A*, le fasi di caratterizzazione sismica dei terreni per la realizzazione o verifica dell'edificato, finalizzate alla **valutazione degli effetti locali e di sito**, in relazione all'obiettivo di riduzione del rischio sismico, introducono come indispensabile l'analisi “[.....] del modello geologico –tecnico del sottosuolo, sia in termini di geometrie sepolte e di spessori delle litologie presenti, sia in termini di parametrizzazione dinamica del terreno principalmente in relazione alla misura diretta delle V_{sh} (velocità di propagazione delle onde di taglio polarizzate orizzontalmente) [.....]”.

In concreto il nuovo regolamento – n. 53/R-2011, stabilisce che le conoscenze del territorio a livello di pianificazione comunale dovranno permettere opportuni studi di *Microzonazione sismica – MS*, secondo le specifiche tecniche definite negli ICMS – *Indirizzi e criteri per la micro zonazione sismica*, di cui si tratta anche nelle specifiche tecniche dell'ODPCM 3907/2010. Gli ICMS individuano vari livelli di approfondimento con complessità e impegno crescenti a seconda dei diversi contesti ed obiettivi, passando dal livello 1 al livello 3.

In questa sede, sulla base dei criteri esposti al punto B.7 – *Elementi conoscitivi per la valutazione degli effetti locali e di sito per la riduzione del rischio sismico*, - Allegato A - 53/R-2011, e in funzione dei seguenti aspetti:

- > artt. 2 e 3 del 53/R – ambito di applicazione - , secondo i quali gli studi di MS sono effettuati in sede di Piani strutturali, Regolamenti urbanistici e relative varianti, oltre che nel caso di Varianti ai Piani regolatori;
- > qualità delle informazioni geologiche, geotecniche e geofisiche acquisite in occasione della stesura del presente variante;
- > limitata estensione dell’area;

si ritiene possibile considerare l’intera area della Variante come ascrivibile ad un’unica tipologia di microzona qualitativamente omogenea. In particolare, sulla base della concorrenza e della vagliatura di tutti i dati geologici, geofisici e geotecnici esistenti ed acquisiti si ritiene di attribuire cautelativamente alla zona in studio la classificazione come area a Pericolosità Sismica Locale ELEVATA (S.3), in quanto, la stessa area possa ricadere fra le “zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti che possono dar luogo a cedimenti diffusi.

Intervento	Pericolosità 53/R
	Sismica
Aree dismissione ferrovie	S.3
Area case Popolari via Fra Mansueto	S.3

ADEGUAMENTO PERICOLOSITÀ AREE IN VARIANTE

Le aree in variante nell’attuale piano strutturale risultano classificate con pericolosità:

Intervento	Pericolosità
Aree dismissione ferroviario	3a - medio bassa
Via Possenti Area case Popolari via Fra Mansueto	3a - medio bassa

In considerazione dei dati raccolti e di quanto stabilito al punto C.5 delle Direttive per le indagini geologiche – allegato A - 53/R, una valutazione preliminare degli effetti locali consente di rappresentare il sito esaminato, interessato dalle seguenti classi di pericolosità:

Intervento	Pericolosità 53/R		
	Geologica	Idraulica	Sismica
Aree dismissione ferrovie	G.3	I.3/I.2	S.3
Area case Popolari via Fra Mansueto	G.3	I.4	S.3

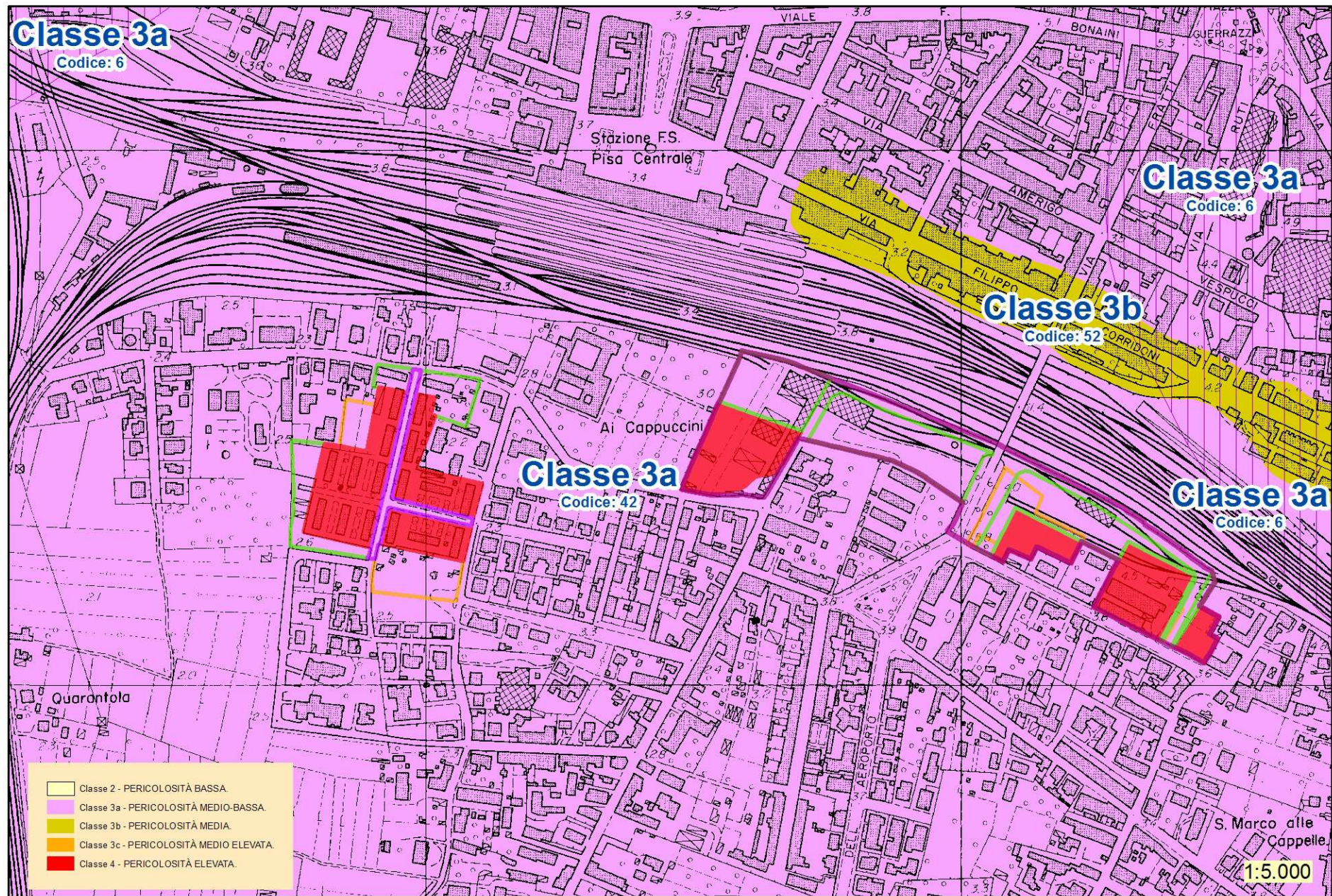


Fig.17- "PS - Pericolosità derivata di Piano strutturale"

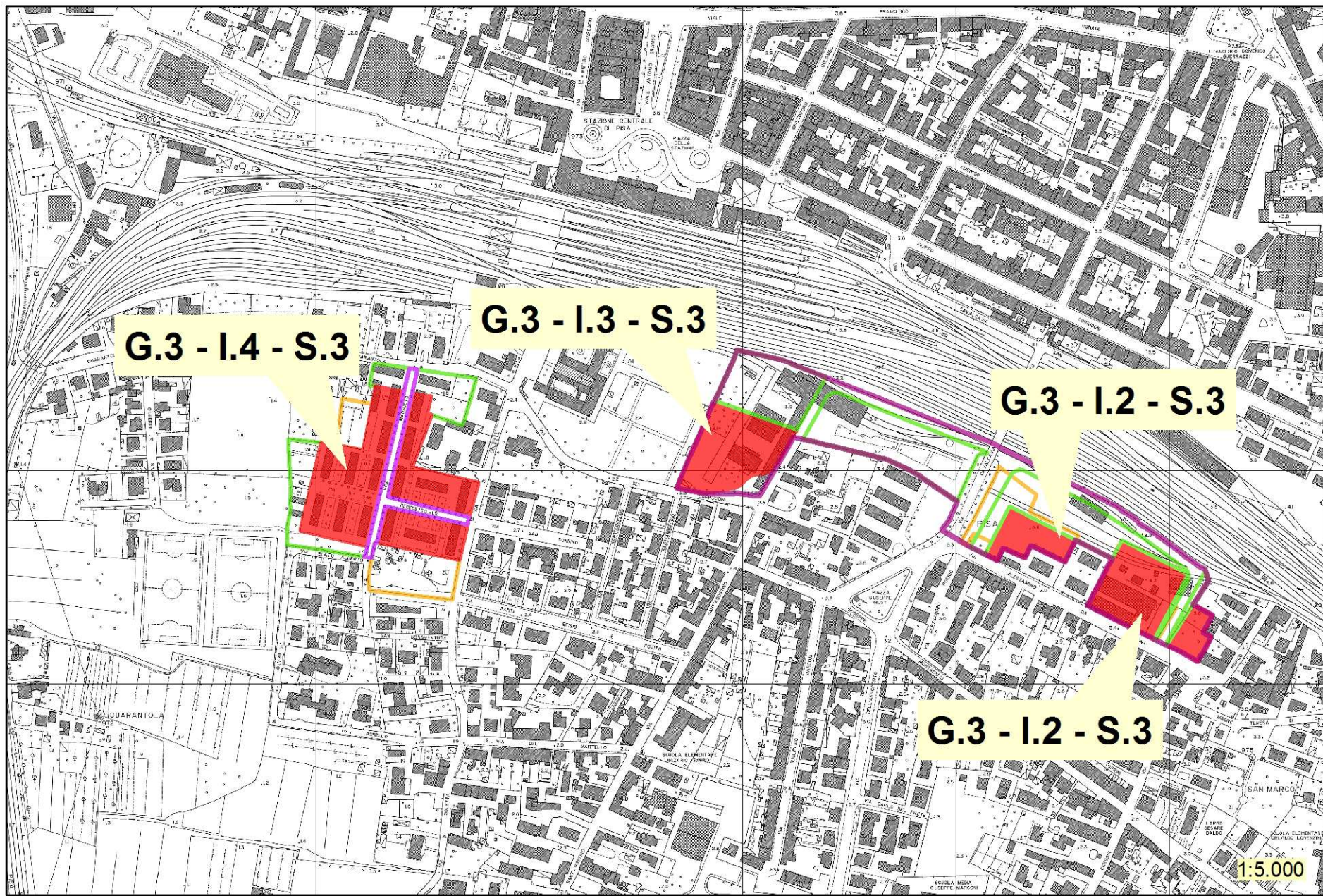


Fig.18- "PS - Pericolosità 53/R"

ADEGUAMENTO FATTIBILITÀ AREE IN VARIANTE

Le aree in variante nell'attuale regolamento urbanistico vigente risultano classificate con fattibilità:

Intervento	Pericolosità
Aree dismissione ferroviario	IV S
Via Possenti Area case Popolari via Fra Mansueto	IV S

38

In considerazione dei dati raccolti e di quanto stabilito al punto C.5 delle Direttive per le indagini geologiche – allegato A - 53/R, una valutazione preliminare degli effetti locali consente di rappresentare il sito esaminato, interessato dalle seguenti classi di pericolosità:

Intervento	Pericolosità 53/R		
	Geologica	Idraulica	Sismica
Aree dismissione ferrovie	F.G.3	F.I.3/F.I.2	F.S.3
Area case Popolari via Fra Mansueto	F.G.3	F.I.4	F.S.3

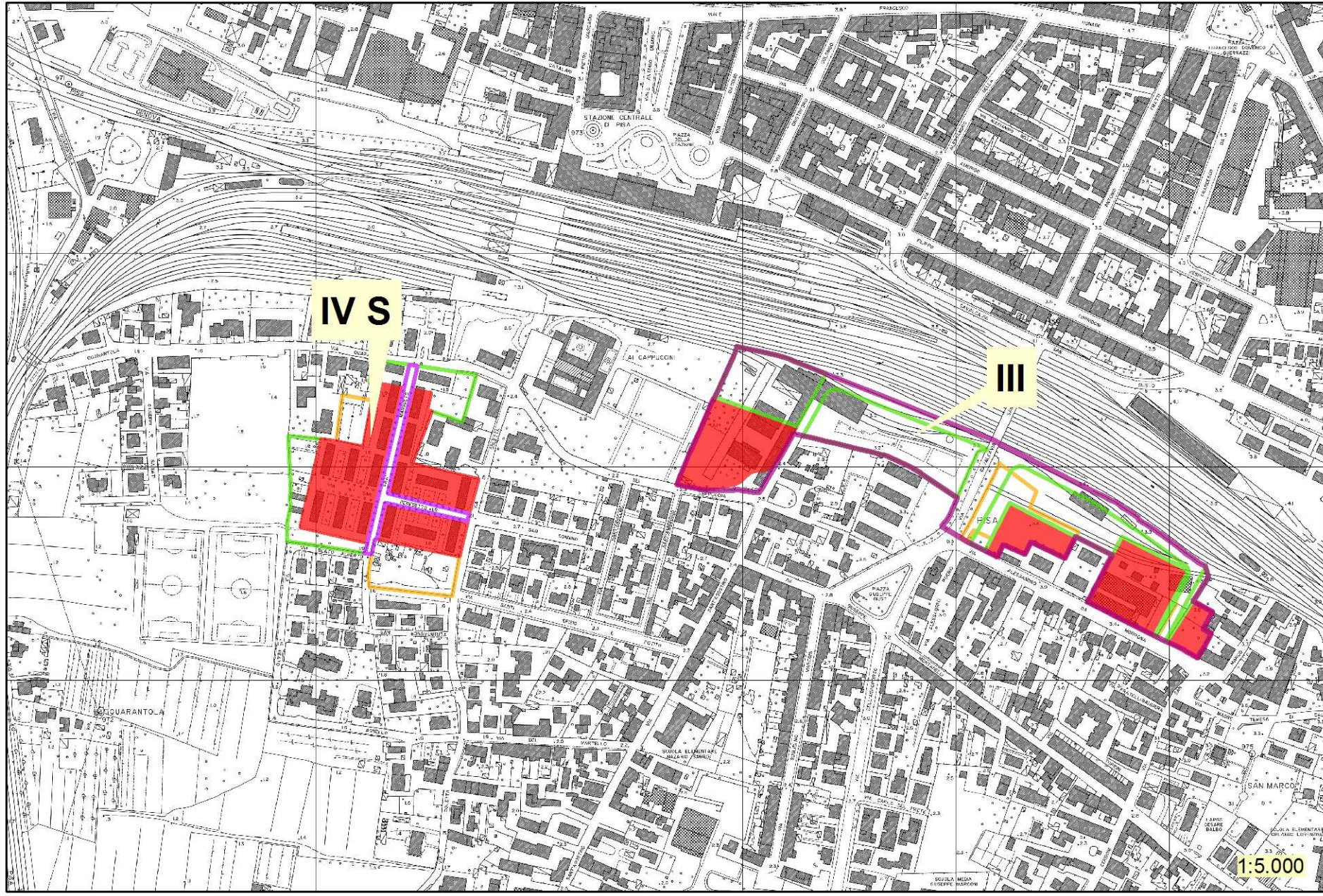


Fig.19 - Carta della fattibilità PS prima dell'intervento

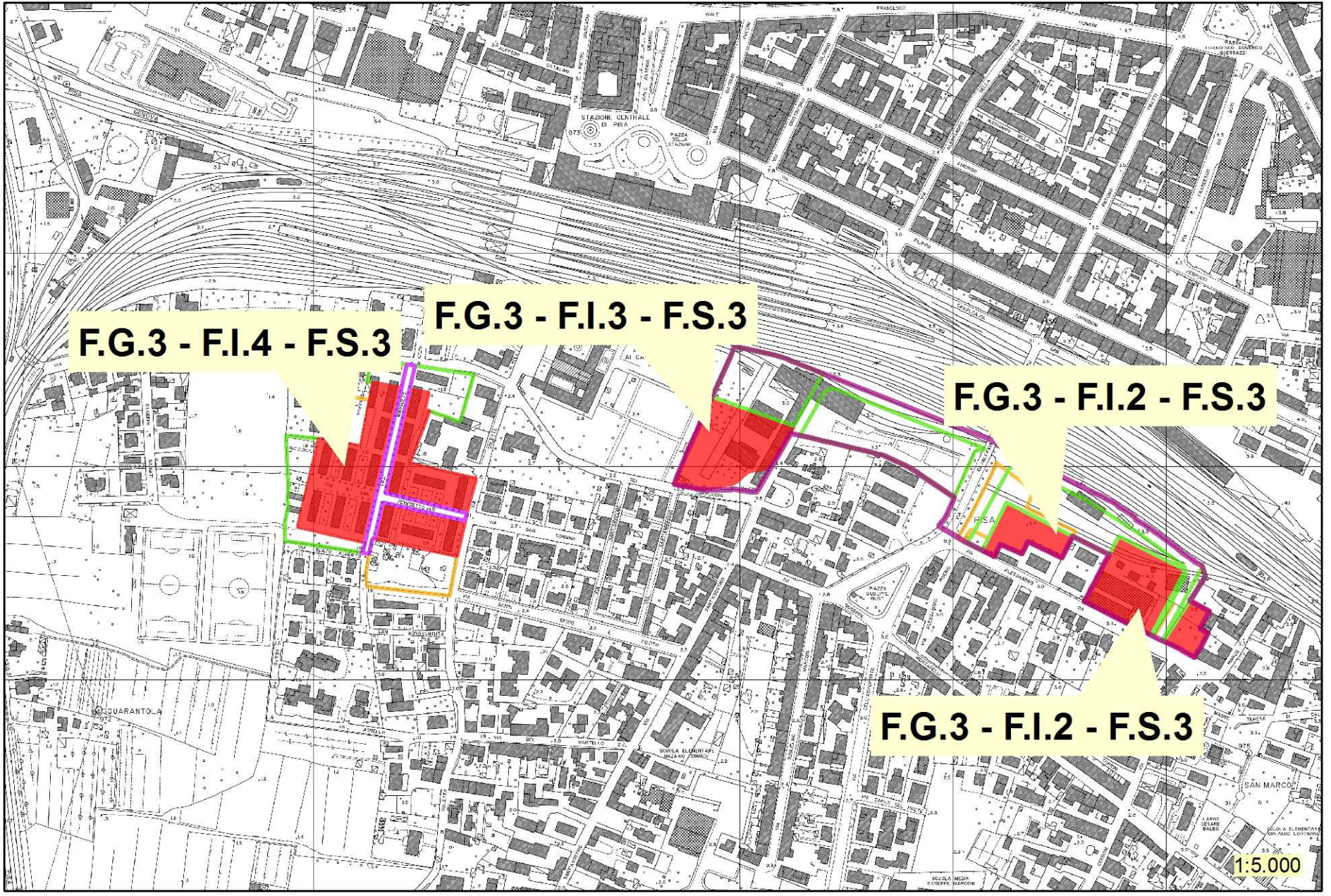


Fig.20- Carta della fattibilità 53/r

CONDIZIONI DI FATTIBILITÀ

Le caratteristiche di pericolosità delle aree sono una componente fondamentale per la valutazione della fattibilità, la quale viene integrata comunque anche da altre componenti, quali la tipologia di insediamento e la destinazione d'uso, che possono avere efficacia sulla sicurezza delle opere e quindi condizionare la fattibilità dell'intervento.

In funzione quindi del comportamento dei terreni, ipotizzabile sulla base del quadro geostratigrafico, geomorfologico, geomeccanico e idraulico locale, sintetizzato dalle carte della pericolosità e dalle forme di intervento previste, si esprime la fattibilità della variante al Regolamento Urbanistico mediante la Carta della Fattibilità.

Per spiegare il concetto pratico delle classi di fattibilità ascrivibili a queste aree, a seguire se ne dà una esposizione, sottolineando i criteri che guidano l'attribuzione di classe, e si specificano le relative prescrizioni ai sensi del DPGR n. 53/R del 25 ottobre 2011 - Regolamento di attuazione dell'art. 62 della LR 3 gennaio 2005, n. 1 (Norme per il governo del territorio) in materia di indagini geologiche.

In particolare la fattibilità è stata distinta in funzione delle diverse situazioni di pericolosità geomorfologica, idraulica e sismica tenendo conto anche degli aspetti legati alla dinamica costiera ed alla vulnerabilità idrogeologica con l'obiettivo di una più agevole e precisa definizione delle condizioni di concretizzazione delle previsioni, delle indagini di approfondimento da effettuare a livello attuativo edilizio.

Il Comune di Pisa ha perimetrato il centro abitato nella cartografia della presente variante e con delibera G.C. n.152 del 13.10.2009, ha approvato la perimetrazione del centro abitato ai sensi dell'articolo 4 del codice della strada e dell'art. 5 comma 7 del relativo regolamento di attuazione, apportando lievi modifiche alla perimetrazione urbanistica.

Dall'analisi effettuate e dai dati disponibili è stato possibile ricondurre la variante alla tipologia di fattibilità di seguito elencata:

Intervento	Pericolosità 53/R		
	Geologica	Idraulica	Sismica
Aree dismissione ferrovie	F.G.3	F.I.3/F.I.2	F.S.3
Area case Popolari via Fra Mansueto	F.G.3	F.I.4	F.S.3

CONDIZIONI DI FATTIBILITÀ AREA CASE POPOLARI VIA FRA' MANSUETO

Ai fini della valutazione della compatibilità degli interventi previsti (EDILIZIA PUBBLICA) con le condizioni di pericolosità geologica – **pericolosità geologica elevata -G3** - accertate per le aree in oggetto, si prescrive quanto segue:

- predisposizione di specifica relazione di approfondimento supportata da idonei studi geologici, idrogeologici e geotecnici finalizzati alla verifica delle effettive condizioni di stabilità ed alla preventiva e contestuale realizzazione degli eventuali interventi di messa in sicurezza. Gli approfondimenti di indagine necessari a supportare gli idonei studi geotecnici non possono prescindere dall'effettuazione di almeno tre sondaggi a carotaggio continuo dal p.d.c. e 6 CPTU spinti almeno a 30 m ed adeguate prove di laboratorio, tra cui prove edometriche e triassiali su campioni significativi, distribuiti in modo omogeneo tra le zone di concentrazione dei volumi.
- da un punto di vista idrogeologico l'attuazione delle trasformazioni è condizionata al rispetto della disciplina del P.T.C. approvata nel 2006.
- nel caso di trasformazioni sotto il piano di campagna dovrà inoltre essere effettuato uno studio idrogeologico inerente la falda, finalizzato alla ricostruzione delle sue caratteristiche, della geometria e delle escursioni stagionali anche attraverso l'integrazione del sistema di monitoraggio idrogeologico in uso all'amministrazione comunale con la realizzazione di un piezometro attrezzato con strumentazione automatizzata.

Ai fini della valutazione della compatibilità degli interventi previsti (EDILIZIA PUBBLICA) considerato che:

- è stato accertato che l'area è in condizioni di pericolosità idraulica – **pericolosità idraulica molto elevata – I4**;
- che l'attuazione delle previsioni urbanistiche è subordinata alla realizzazione di interventi di messa in sicurezza che vanno individuati e definiti in sede di redazione del medesimo regolamento urbanistico, sulla base di studi, dati da attività di monitoraggio e verifiche atte a determinare gli elementi di base utili per la predisposizione della relativa progettazione;
- che l'area risulta interessata da un battente medio, per eventi con tempo di ritorno di 200 anni, di 28 cm sul p.d.c. posto a circa 2,40 m s.l.m.

L'intervento di messa in sicurezza e non aggravio per le aree circostanti che garantisce l'attuazione delle previsioni urbanistiche è in corso di realizzazione. Come precedentemente illustrato è prevista la realizzazione di uno specifico canale che intercetta le acque di esondazione dell'Arno e le convoglia verso il canale dei Navicelli, mettendo in questo modo in sicurezza l'abitato di San Giusto compresa l'area in variante.

Nell'eventualità l'intervento di sistemazione idraulica in corso di realizzazione non fosse realizzato nella sua completezza e/o non risultasse collaudato nei tempi richiesti per l'attuazione degli interventi previsti nella variante, le nuove edificazioni dovranno essere realizzate in trasparenza idraulica, essendo scarsissimi i terreni idonei alla realizzazione di volumi di compensazione, ad esempio su piloty.

Ai fini della valutazione della compatibilità degli interventi previsti (EDILIZIA PUBBLICA) con le condizioni di pericolosità sismica – **pericolosità sismica elevata -S3** - accertate per le aree in oggetto, si precisa quanto segue:

- nelle zone suscettibili di instabilità caratterizzate dalla presenza di terreni particolarmente scadenti che possono dar luogo a cedimenti diffusi, entro alcune decine di metri, dovrà essere realizzata, oltre ad un'opportuna campagna geognostica, così come disposto dal regolamento regionale 36/R (da cui si perverrà alla ricostruzione del modello geologico del sottosuolo di riferimento), dovrà essere predisposta una campagna di indagini geofisiche in loco, che in correlazione con i dati stratigrafico-geotecnici acquisiti, definisca spessori, geometrie e velocità sismiche degli orizzonti compressibili, per una corretta determinazione dell'azione sismica di progetto.

CONDIZIONI DI FATTIBILITÀ AREA DISMESSA FERROVIE (V. A. MORRONA)

Ai fini della valutazione della compatibilità degli interventi previsti (EDILIZIA PUBBLICA) con le condizioni di pericolosità geologica – **pericolosità geologica elevata -G3** - accertate per le aree in oggetto, si prescrive quanto segue:

- predisposizione di specifica relazione di approfondimento supportata da idonei studi geologici, idrogeologici e geotecnici finalizzati alla verifica delle effettive condizioni di stabilità ed alla preventiva e contestuale realizzazione degli eventuali interventi di messa in sicurezza. Gli approfondimenti di indagine necessari a supportare gli idonei studi geotecnici non possono prescindere dall'effettuazione di almeno 4 sondaggi a carotaggio continuo dal p.d.c. e 8 CPTU spinti almeno a 30 m ed adeguate prove di laboratorio, tra cui prove edometriche e triassiali su campioni significativi, distribuiti in modo omogeneo tra le zone di concentrazione dei volumi.
- da un punto di vista idrogeologico l'attuazione delle trasformazioni è condizionata al rispetto della disciplina del P.T.C. approvata nel 2006.
- nel caso di trasformazioni sotto il piano di campagna dovrà inoltre essere effettuato uno studio idrogeologico inerente la falda, finalizzato alla ricostruzione delle sue caratteristiche, della geometria e delle escursioni stagionali anche attraverso l'integrazione del sistema di

monitoraggio idrogeologico in uso all'amministrazione comunale con la realizzazione di un piezometro attrezzato con strumentazione automatizzata.

Ai fini della valutazione della compatibilità degli interventi previsti (EDILIZIA PUBBLICA) considerato che:

- è stato accertato che l'area è in condizioni di pericolosità idraulica – **pericolosità idraulica elevata -I3** e **pericolosità idraulica media -I2**;
- l'attuazione delle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali, è condizionata dalla definizione della tipologia degli approfondimenti di indagine da svolgersi in sede di predisposizione dei piani complessi di intervento o dei piani attuativi o, in loro assenza, in sede di predisposizione dei progetti edilizi;
- che l'area risulta interessata da un battente medio, per eventi con tempo di ritorno di 200 anni, di 35 cm sul p.d.c. posto a circa 2,77 m s.l.m.

Per l'area I3 si prescrive pertanto di effettuare specifica relazione idrologico-idraulica che individui gli interventi necessari per la messa in sicurezza, corredata da accurato rilievo topografico, ancorato al più vicino punto di livellazione IGM.

Ai fini della valutazione della compatibilità degli interventi previsti (EDILIZIA PUBBLICA) con le condizioni di pericolosità sismica – **pericolosità sismica elevata -S3** - accertate per le aree in oggetto, si precisa quanto segue:

- nelle zone suscettibili di instabilità caratterizzate dalla presenza di terreni particolarmente scadenti che possono dar luogo a cedimenti diffusi, entro alcune decine di metri, dovrà essere realizzata, oltre ad un'opportuna campagna geognostica, così come disposto dal regolamento regionale 36/R (da cui si perverrà alla ricostruzione del modello geologico del sottosuolo di riferimento), dovrà essere predisposta una campagna di indagini geofisiche in loco, che in correlazione con i dati stratigrafico-geotecnici acquisiti, definisca spessori, geometrie e velocità sismiche degli orizzonti compressibili, per una corretta determinazione dell'azione sismica di progetto.

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

In merito alle considerazioni esposte nei paragrafi precedenti, nel rispetto delle condizioni di fattibilità, non si rilevano cause ostative rilevanti di carattere geologico, geotecnico e idrologico-idraulico per la Proposta di variante al Regolamento Urbanistico.

Pisa, 2015

Dott. Geol. MARCO REDINI