

COMUNE DI LIVORNO



Piano Particolareggiato *Porta a Terra 2* Località Porta a Terra, Livorno



RELAZIONE GEOLOGICO – TECNICA

Ai sensi del DPGRT 53/R 2011

U. O. VA Strategie Ambientali

Dott. Geol. Leonardo Gonnelli

Dott. Geol. Alessio Tanda

Equipe di lavoro:

Dott. Michele Danzi

Ing. Lorenzo Lazzerini

febbraio 2013

INDICE

1 Relazione geologica

Premessa

- 1.1 Sintesi dei contenuti del Piano Particolareggiato in oggetto
- 1.2 Elementi geologici e strutturali
- 1.3 Elementi litologico tecnici - indagini di riferimento
- 1.4 Elementi per la valutazione degli aspetti geomorfologici
- 1.5 Elementi per la valutazione degli aspetti idraulici
- 1.6 Elementi per la valutazione degli aspetti idrogeologici
- 1.7 Elementi conoscitivi per la valutazione degli effetti locali e di sito per la riduzione del rischio sismico
- 1.8 Smaltimento delle terre da scavo

2 Valutazione di pericolosità

- 2.1 Pericolosità Geologica
- 2.2 Pericolosità Idraulica
- 2.3 Pericolosità Sismica locale

3 Valutazione delle condizioni di fattibilità

4 Indagini geognostiche da eseguire per il completamento del Piano Particolareggiato

INDICE TAVOLE ED ALLEGATI

- Tav. 1 - Carta di inquadramento topografico (scala 1:10.000)
- Tav. 2 - Stralcio della carta geologica (Mazzanti, 1987) (scala 1:20.000)
- Tav. 3 - Ubicazione indagini di riferimento (scala 1:10.000)
- Tav. 4 - Carta della Pericolosità Idraulica del Piano d'Assetto Idrogeologico PAI (scala 1:10.000)
- Tav. 5 A/B - Curve di inviluppo Fosso Cigna (Tr di 200 anni – *studio idraulico luglio 2012*) e ubicazione cassa di espansione realizzata in sinistra idraulica (scala 1:5.000)
- Tav. 6 - Ubicazione pozzi censiti (scala 1:10.000)
- Tav. 7 A/B/C- Pericolosità Geologica, Idraulica, Sismica (scala 1:10.000)
- Tav. 8 A/B/C - Fattibilità Geomorfologica, Idraulica, Sismica (scala 1:10.000)

ALLEGATO 1- Indagini geognostiche di riferimento

ALLEGATO 2- Sezioni Litotecniche dell'area oggetto di studio

ALLEGATO 3- Calcolo delle esondazioni del Fosso Cigna – *luglio 2012*

PREMESSA

Visto la Relazione Geologico – Tecnica redatta nel luglio 2012 a supporto del **Piano Particolareggiato Porta a Terra 2** ai sensi del DPGRT 53/R 2011 da parte dell' U.O. Strategie Ambientali e trasmessa al Bacino Toscana Costa con nota prot. n. 68728 del 22.08.2012.

Visto la nota, prot. n. 431 del 20.09.2012, che il Bacino Toscana Costa trasmette al Comune, con rilievi alla Relazione Geologico – Tecnica sopradetta.

Visto l'incontro tenuto, in data 5.11.2012, c/o il Genio Civile inerente le problematiche emerse nella nota predetta.

Visto la Revisione della Relazione Geologico – Tecnica redatta nel novembre 2012 e trasmessa al Bacino Toscana Costa con nota prot. n. 96975 del 19.11.2012, che sostituisce, per la parte inerente la tematica idraulica, la relazione già presentata.

Considerato il parere del Bacino Toscana Costa trasmesso al Comune di Livorno con nota prot. n. 32 del 23.01.2013.

L'Ufficio scrivente redige il presente elaborato, nella sua versione definitiva, a supporto della realizzazione degli interventi edilizi di completamento all'attuazione delle previsioni del Piano Strutturale e del Regolamento Urbanistico relativamente all'unità territoriale organica elementare 4-C-16 Porta a Terra in coerenza con le trasformazioni già realizzate sulla base del precedente Piano Particolareggiato *Porta a Terra* approvato con Delibera del Consiglio Comunale n. 73 del 26.04.1999.

- RELAZIONE GEOLOGICA

1.1 – Sintesi dei contenuti del Piano Particolareggiato in oggetto

Il Piano Particolareggiato approvato nel 1999 prevedeva il completamento delle strutture del Palazzetto dello Sport al tempo già esistente, alcuni interventi di integrazione per il Centro sportivo privato Libertas, un centro commerciale di valenza urbana e territoriale, altre attività commerciali di rilievo urbano e territoriale, l'insediamento di un complesso multisale cinematografiche, attività terziarie e direzionali ed infine strutture alberghiere.

A completamento delle strutture già attuate, il Piano Particolareggiato *Porta a Terra 2* da un punto di vista edilizio prevede principalmente la realizzazione di:

- ✚ due torri alte 11 piani in adiacenza alle due già in essere nella porzione nord dell'area in studio;
- ✚ due immobili destinati ad attività commerciale da inserire a SUD delle due torri sopra descritte;
- ✚ due strutture destinate ad attività commerciale da inserire immediatamente ad OVEST del centro commerciale Fonti del Corallo;
- ✚ una torre alta 11 piani a completamento delle tre ad oggi realizzate nella porzione immediatamente a sud del Centro Commerciale Fonti del Corallo;

La disposizione ultima delle edificazioni e delle infrastrutture del Piano è rappresentata in **Fig. 1** qui di seguito riportata.

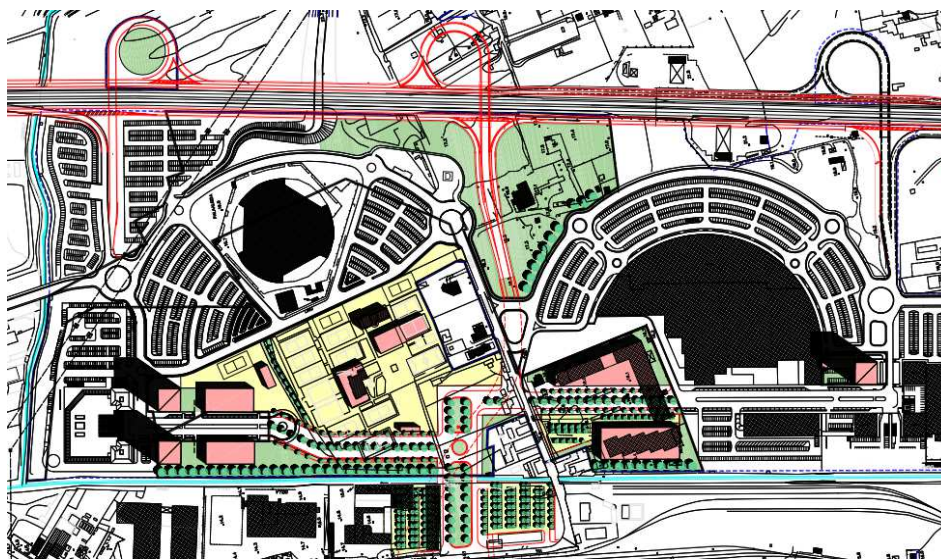


Fig. 1: Planivolumetrico del Piano Particolareggiato (i nuovi interventi sono indicati in rosa)

1.2 – Elementi geologici e strutturali

La zona pianeggiante che raccorda le pendici delle colline livornesi al mare, è costituita da una superficie terrazzata di età relativamente giovane (Pleistocene medio-superiore) relativa a recenti episodi sedimentari di trasgressione marina.


Questi terreni, prettamente di natura argillo-limosa e subordinatamente calcareo-sabbiosa e conglomeratica si sono disposti, per uno spessore intorno ai 10/15 metri, a copertura del più vecchio assetto dei terreni precedentemente affioranti e che attualmente costituiscono il substrato. Quest'ultimo è prevalentemente riferibile a depositi argillosi Pliocenici, *Argille azzurre "p"*, disposti a loro volta a copertura dei più antichi terreni liguri flysciodi e argillo-scistosi alloctoni. I terreni in affioramento nell'area di studio sono riferibili all'episodio di deposizione marina tardo quaternaria, (Pleistocene Superiore) e classificati come *Sabbie di Ardenza "q_o"*; termine superiore del "terrazzo di Livorno". Per l'ubicazione dell'area e la storia geologica con affioramento di grandi spessori di Quaternario, non si rileva la necessità di definire l'assetto strutturale delle unità tettoniche; non sono infatti cartografabili elementi strutturali quali fratture, faglie, sovrascorrimenti, pieghe, etc... .

In **TAV. 2** viene proposta la cartografia geologica di Mazzanti (1987) comprendente un'area significativamente più ampia che riteniamo possa ben inquadrare la geologia generale.

1.3 – Elementi Litologico tecnici – indagini di riferimento

In considerazione all'esecuzione delle opere di completamento del Piano Particolareggiato in oggetto, al fine di una definizione del contesto stratigrafico e delle qualità litologico-tecniche dei terreni interessati, sono stati utilizzati, come riferimento, i dati provenienti dagli studi geologico-tecnici di supporto alla realizzazione di opere eseguite in tempi passati sia all'interno dell'area in studio che al suo contorno; qui di seguito riportiamo quelli ritenuti maggiormente significativi:

- ✚ all'interno dell'area in studio ovvero la zona del Palasport, specificatamente il sondaggio **A-S1** condotto a 13 m. da p.c. e la prova penetrometrica **A-PPS1** spinta fino a 14 m da p.c.;

 al contorno dell'area in studio e più precisamente:

- a Nord → *zona della Torre della Cigna*, in particolare il sondaggio a carotaggio continuo **B-S2** condotto a 40 m. da p.c. e la prova penetrometrica statica **B-PPS7** spinta fino a 15 m da p.c.;
→ *zona del cavalcavia*, con n. 4 sondaggi a carotaggio continuo da **C-S1** a **C-S4** variabili da 18 a 31 m da p.c.;
- ad Ovest → *zona di Piazza Dante*, con n.8 sondaggi a carotaggio continuo da **D-S1** a **D-S8** profondi mediamente 13,00 – 14,00 m da p.c. disposti in correlazione stratigrafica;
- a Sud → *zona di Via della Padula - ponte sul Fosso Cigna* – con n. 2 prove penetrometriche **E-PPS1**, **E-PPS2** spinte fino a -7,50 m da p.c.
→ *zona del Podere "La Villa"* con n. 1 prova penetrometrica statica **F-PPS1**, profonda 12,00 m da p.c.

Per la precisa ubicazione delle indagini descritte, si rimanda alla **TAV. 3.**; le stratigrafie dei sondaggi e gli esiti delle penetrometrie di riferimento sono riportate in **Allegato 1.**

La stratigrafia "tipo", che evidenzia un assetto di semplice giacitura sovrapposta per strati sub-orizzontali, con i principali dati geotecnici può essere sintetizzata con la seguente sequenza:

- Da p.c. a -5,00 / -7,00 m da p.c.: Argille e argille limose con sabbie compatte, probabile esistenza di sottili livelli limosi saturi - molli;

$$\gamma = 1850 \text{ kg/m}^3 \quad \phi = 22^\circ \quad c_u = 1,5 \text{ kg/cm}^2$$

- da -5,00 / -7,00 m a -10,0 / -15,0 m da p.c.: Argille compatte e sabbie molto addensate;

$$\gamma = 2000 \text{ kg/m}^3 \quad \phi = 23^\circ \text{ argilla} / 36^\circ \text{ sabbia} \quad c_u = 1,2 \text{ kg/cm}^2 \text{ argilla}$$

- da -10,00 / -15,00 m a -40,0 m da p.c.: Argille molto consistenti con livelli di sabbia molto addensata;

$$\gamma = 2200 \text{ kg/m}^3 \quad \phi = 25^\circ \text{ argilla} / 40^\circ \text{ sabbia} \quad c_u = 1,6 \text{ kg/cm}^2 \text{ argilla}$$

Per la schematizzazione dell'assetto stratigrafico dell'area in studio vengono proposte le Sezioni Litotecniche – longitudinale e trasversale – redatte dai Geologi Libero Michelucci e Antonio Rafanelli nell'ambito dello studio di Fattibilità svolto nel luglio 1993 a supporto della Variante anticipatrice al P.R.G. Direzionale "Porta a Terra". Dette Sezioni, già in possesso dell'Amministrazione Comunale, vengono riportate in **Allegato 2**.

1.4 – Elementi per la Valutazione degli aspetti geomorfologici

Come già specificato la zona oggetto di intervento si colloca sulla vasta spianata riferibile all'episodio trasgressivo tardo-Quaternario che ha determinato la formazione del "Terrazzo di Livorno". Gran parte della città costruita "poggia" su questo dominio morfologico che, nella zona di stretto interesse, presenta quote comprese tra i 13,50 s.l.m.m. in merito alla zona del *Corallo*, ed i 22,00 m. s.l.m.m. in riferimento alla zona denominata *Le Sughere*. Nell'area in studio non si rilevano particolari segni geomorfologici ad eccezione della presenza, circa 1 km ad Est, del bordo che separa i due Terrazzi geomorfologici della città, il "Terrazzo di Livorno" e quello della "Fattoria delle Pianacce".

Le formazioni del Pleistocene medio appaiono collegate con la morfologia discretamente conservata del Terrazzo alto (Terrazzo della Fattoria delle Pianacce) – si veda **Fig. 2: Terrazzo I -**; si tratta dei Conglomerati, sabbie e limi di Casa Poggio ai Lecci, dei Conglomerati di Villa Umberto I (**q₆**) e delle Sabbie rosse (talora con ciottoli), calcareniti sabbiose di Villa Padula (**q₇**) che esprimono un antico episodio trasgressivo eustatico e le fasi continentali che seguirono alla regressione conseguente la fine della fase interglaciale verosimilmente del Mindel-Riss.

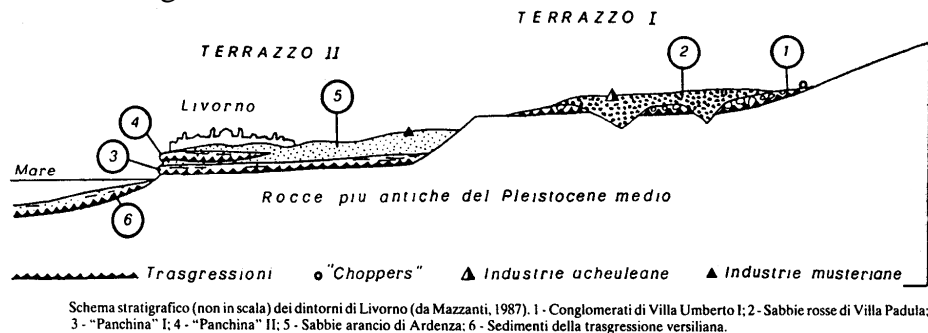


Fig. 2: Rappresentazione schematica dei terrazzi morfologici di Livorno

Le formazioni del Pleistocene superiore si trovano sul Terrazzo basso (Terrazzo di Livorno) – si veda **Fig. 2: Terrazzo II** - molto ben conservato e disposto base contro base rispetto a quello alto e sono costituite dalle Calcareniti Sabbiose di Castiglioncello (**q₈**), dai Conglomerati di Santo Stefano e dalle Sabbie di Ardenza (**q₉**) con i coevi Conglomerati, calcareniti sabbiose e sabbie di Rio Maggiore, esprimenti talora la fase trasgressiva del ciclo eustatico dell'interglaciale Tirreniano ma, principalmente, episodi regressivi continentali e da attribuirsi a diverse fasi del Wurm.

Nell'area in esame sotto il profilo geomorfico non sono riconoscibili zone caratterizzate da movimenti franosi attivi, quiescenti, inattivi, o zone potenzialmente franose. In considerazione delle litologie e delle posture giacitureali non sono state rilevate forme di erosione e/o di accumulo né riconosciute forme di cedimento generale e/o subsidenza dei piani.

In definitiva le caratteristiche morfologiche di estrema semplicità conferiscono all'area condizioni di stabilità.

1.5 – Elementi per la valutazione degli aspetti idraulici

L'area in studio è attraversata in senso longitudinale da SUD verso NORD dal tratto "rettificato" del Fosso Cigna; risulta inoltre lambita dal corso del Rio Cignolo, tributario di destra idraulica del Fosso Cigna, che va a costituire il limite naturale nord-orientale dell'area oggetto di intervento.

Tutta l'area compresa tra la Variante Aurelia e la linea ferroviaria, che attualmente rappresenta una buona porzione del "piano della Cigna", tributa le sue acque attraverso l'orditura del reticolo di fossi campestri direttamente nel Fosso Cigna. Inoltre il tratto più meridionale, limitrofo alla zona di "Rombolino" riceve all'altezza del ponte di via della Padula un contributo idrico relativo ad un bacino idrografico abbastanza esteso circa 3.20 Km² e che risulta di circa 4.5 km² all'altezza del ponte situato sul retro della stazione ferroviaria.

Congiuntamente alla realizzazione della nuova urbanizzazione del Borgo di Magrignano nel marzo/aprile 2003, il Fosso Cigna è stato oggetto di uno Studio idrologico-idraulico complessivo che è stato predisposto dal Prof. Ing. Stefano

Pagliara su incarico dell'Amministrazione Comunale di Livorno. Tale studio ha costituito implementazione del Quadro conoscitivo per il Piano di Assetto Idrogeologico del Bacino Toscana Costa (2005).

Nella cartografia di pericolosità idraulica del Piano di Assetto Idrogeologico l'area in oggetto risulta costituita da alcune zone interessate da una Pericolosità Idraulica Molto Elevata (PIME) e/o Elevata (PIE), si veda **TAV. 4**.

Per la realizzazione delle nuove edificazioni relative al Piano Particolareggiato *Porta a Terra 2*, nel giugno u.s. l'Amministrazione Comunale di Livorno ha richiesto al Prof. Ing. Stefano Pagliara un aggiornamento dello Studio Idraulico eseguito nel marzo/aprile 2003, da effettuarsi sulla base di un piano quotato inerente la situazione topografica modificata attuale dalle opere infrastrutturali ed edificatorie degli ultimi anni (Ipercoop Fonti del Corallo, Decathlon, etc...) – studio riportato integralmente in **Allegato 3**.

Lo Studio idrologico-idraulico integrativo, dettaglia il calcolo delle esondazioni per Tr di 200 anni del Fosso Cigna sia allo stato attuale, ovvero antecedente alla messa in funzione della cassa di espansione di Salviano, sia allo stato di progetto, ossia con la cassa in funzione - si veda **TAV. 5A**. È importante specificare che detta opera idraulica, progettata per invasare circa 70.000 mc garantendo la messa in sicurezza ai fini idraulici del nuovo quartiere di Magrignano, risulta in fase di ultimazione - si veda **TAV. 5B**.

A tal proposito, in riferimento all'andamento delle curve di inviluppo identificative delle altezze d'acqua di esondazione, modellizzate con la cassa di espansione in funzione e calcolate per Tr di 200 anni, risultano, limitatamente alla porzione sud-occidentale dell'area in cui è prevista la realizzazione di alcuni degli interventi edificatori in progetto, esondazioni caratterizzate da altezze d'acqua comprese tra 0,10 m e < di 1,00 m (**TAV. 5A**).

In questo ultimo studio idraulico, l'Ing. Pagliara specifica che le esondazioni residue, che tra l'altro risultano interessare quasi esclusivamente i terreni disposti sulla sponda

sinistra del Cigna, derivano dal mancato adeguamento (ricalibratura) delle sezioni situate in corrispondenza dei ponti di Via della Padula e Via dei Condotti Vecchi.

Più nello specifico, gli interventi volti alla messa in sicurezza di tutto il tratto del Fosso Cigna a valle della cassa di espansione di Magrignano risultano:

- ricalibratura delle sezioni intorno al ponte di Via della Padula al fine di evitare l'andamento in pressione dello stesso;
- la demolizione ed il rifacimento del Ponte di Via dei Condotti Vecchi, del tutto inadeguato al passaggio della portata di progetto;
- rialzamento delle arginature così come evidenziato nella tav.2 allegata allo studio idraulico (si veda **Allegato 3**)

1.6 – Elementi per la valutazione degli aspetti idrogeologici

Riferendosi ai terreni che costituiscono il substrato, nel loro complesso vengono riconosciuti impermeabili; a tal proposito l'unica zona dove si rinviene un'organizzazione del reticolo idrico sotterraneo è l'area della copertura sopra giacente, che risulta in rapporto di ricarica con le pendici delle colline retrostanti e con le alluvioni dei pochi rii e torrenti che da tali alture si dipartono verso il mare.

La stratigrafia della zona mette in luce la presenza di livelli più porosi dove si instaura uno scorrimento idrico di interesse variabile secondo lo spessore e la granulometria dello strato, nonché della prossimità delle vie preferenziali di ricarica.

Per definire l'andamento della falda è stato utilizzato uno stralcio di inventario di pozzi per acqua eseguita nel '93 e già utilizzato per lo studio idrogeologico a supporto dell'intero Piano Particolareggiato. Da i 35 pozzi censiti – si veda **TAV. 6** - si evidenzia l'esistenza di una circolazione idrica di apprezzabile entità che si ritrova specialmente nella zona meridionale dell'area in studio. Dalle misure eseguite direttamente nei pozzi inventariati in area, il livello statico della falda freatica è stato rilevato a circa -1.50 dal p.c..

Le misure sono state eseguite nel periodo del gennaio '93 in corrispondenza ed a ridosso di un periodo particolarmente piovoso per cui il livello statico rilevato può essere considerato come livello di massima escursione positiva.

Dall'osservazione dei dati inerenti ai detti pozzi se ne deduce la loro modesta profondità che si aggira intorno ai 5,00 – 7,00 m. dal p.c.; questo sta ad indicare che lo strato produttivo interessa i primi 3,00 – 6,00 metri dal p.c., ovvero quelli corrispondenti ai terreni attribuibili al Terrazzo di Livorno. Questo orizzonte è chiaramente messo in relazione con il Fosso Cigna al quale tributa risorsa nel periodo estivo e dal quale trae "ricarica" nel periodo autunno-invernale; questa fenomenologia naturale è sufficientemente accertata nell'area più meridionale (limitrofa al "Rombolino") dove sussiste un maggior numero di pozzi.

1.7 - Elementi conoscitivi per la valutazione degli effetti locali e di sito per la riduzione del rischio sismico

Dallo Studio di macrozonazione sismica del territorio di Livorno (2003) possono essere desunti importanti dati che si interfacciano alle realtà nazionali e regionali. A livello nazionale gli studi condotti dal GNDT al Dipartimento della Protezione Civile nel 1996 individuano per il territorio di Livorno un'intensità macrosismica pari al grado VII della scala MCS ed un'accelerazione di picco (PGA) compresa tra 0,20 e 0,24g, entrambi con tempo di ritorno $T=475$ anni.

A scala regionale lo studio del CNR-GNDT (1998) condotto su incarico della Regione Toscana per la valutazione del livello del rischio sismico, ha individuato la probabilità di eccedenza in 50 anni a partire dal 1981, di intensità dell'VIII grado MCS.

I valori di probabilità, espressi in percentuale sono stati raggruppati in 4 classi indicative di livello di rischio sismico; il nostro comune è stato classificato in un trend di valori tra 0,8 e 3% perciò si considera il livello di rischio sismico basso.

A livello di conoscenza comunale l'analisi macrosismica si è avvalsa degli spettri di risposta definiti dall'Eurocodice 8 che determina che i territori debbano suddividersi in zone sismiche in funzione della pericolosità locale, definiti in termini di accelerazione alla superficie di un sito rigido.

La forma spettrale di riferimento viene determinata in base ad un'analisi statistica su un numero ragionevole di accelerogrammi ed è differenziata in funzione delle caratteristiche geotecniche del terreno.

Ai sensi della D.G.R.T. n.431 del 19 giugno 2006, allo stato attuale il Comune di Livorno è classificato in zona 3s. Il sistema di classificazione attualmente in vigore, secondo il D.M. 14/01/08, prevede la suddivisione in diverse categorie di sottosuolo sulla base della risposta sismica locale. L'identificazione della categoria di sottosuolo di riferimento viene effettuata in base alla velocità di propagazione delle onde di taglio (onde S) nel terreno per i primi 30,0 m di profondità ($V_{s,30}$).

Le categorie di sottosuolo, ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, sono di seguito riportate:

Classe A:

Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi caratterizzati da valori di v_{s30} superiori a 800 m/sec comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo di 5 m;

Classe B:

Rocce tenere o depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti con spessori di decine di metri caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di v_{s30} compresi tra 360 e 800 m/sec ovvero resistenza penetrometrica $N_{spt} > 50$ e $c_u > 250$ kPa;

Classe C:

Depositi di sabbie o ghiaie mediamente addensate o argille di media consistenza con spessori variabili da diverse decine di metri, caratterizzati da valori di v_{s30} compresi tra 180 e 360 m/sec ($15 < N_{spt} < 50$ e $70 < c_u < 250$ kPa);

Classe D:

Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure da coesivi a mediamente consistenti, caratterizzati da valori $v_{s30} < 180$ m/sec ($N_{spt} < 15$, $c_u < 70$ kPa);

Classe E:

Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali, con valori di v_{s30} simili a quelli di tipo C o D e spessore fra 5 e 20 m giacenti su substrato di materiale più rigido con $v_{s30} > 800$ m/sec;

Classe S1:

Depositi costituiti da, o che includono, uno strato spesso almeno 10 m di argille/limi di bassa consistenza, con elevato indice di plasticità ($PI > 40$) e contenuto d'acqua caratterizzati da $v_{s30} < 100$ m/sec e $10 < c_u < 20$ kPa;

Classe S2:

Depositi di terreno soggetti a liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di terreno non classificabili nei tipi precedenti.

Per quanto concerne l'attribuzione della categoria di sottosuolo sono stati considerati i risultati ottenuti dall'elaborazione tomografica delle onde P ed SH dallo stendimento sismico “**S5**” realizzato a rifrazione nell'ambito del progetto DOCUP 2000/2006 nel territorio del Comune di Livorno dalla METHODODO s.r.l. di Ancona.

Tale indagine risulta significativa in quanto si colloca nella porzione nord dell'area di interesse; di seguito vengono riportate nell'ordine l'ubicazione dello stendi mento e la sezione sismo-stratigrafica effettuata dalla prescritta ditta esecutrice – **Figg. 3 - 4**.

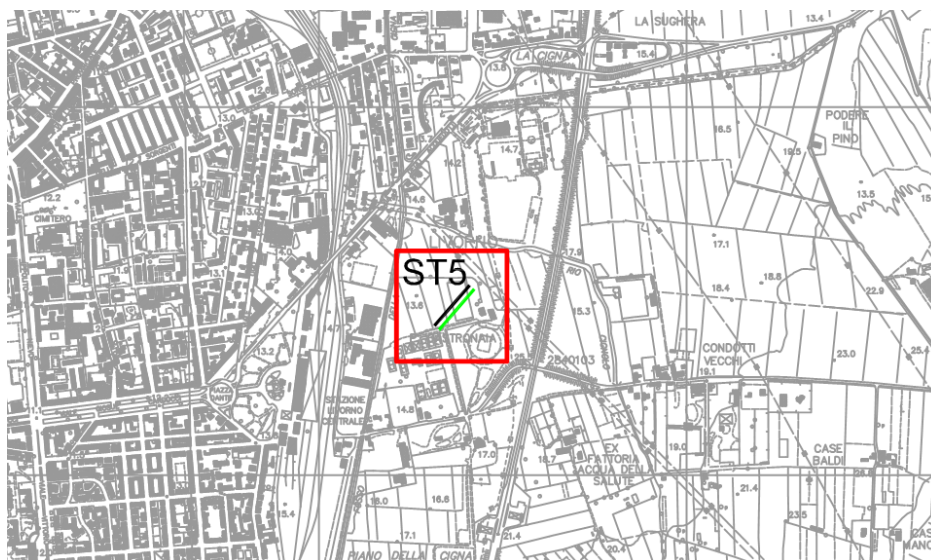


Fig. 3 – Planimetria con ubicazione stendimento sismico di riferimento.

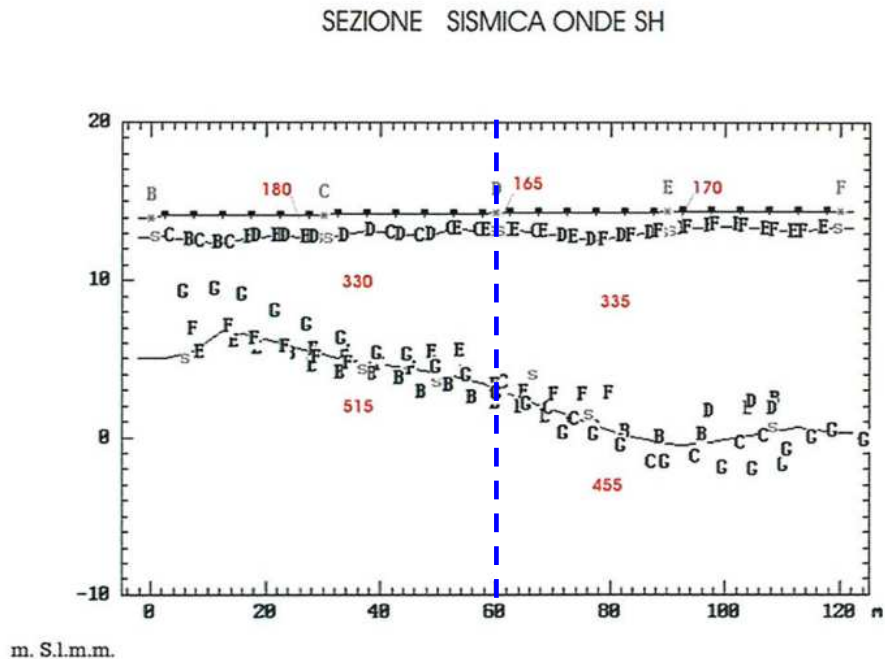


Fig. 4 – Sezione sismo stratigrafica effettuata dalla *METHODO s.r.l.* di Ancona .

Il risultato del calcolo del parametro **Vs30**, ricavato valutando la media pesata delle velocità calcolate sulla mediana dello stendimento (linea tratteggiata blu) delle velocità riscontrate nei primi 30,00 m da p.c., risulta pari a **319 m/sec**; ciò permette di attribuire ai terreni oggetto di studio la **Classe C** in riferimento alla classificazione adottata dalle N.T.C. 2008.

1.8 - Smaltimento delle terre da scavo

La realizzazione degli interventi edilizi in progetto necessariamente prevederà, per l'area in studio, operazioni di scavo dei terreni; per questo si dovrà tenere presente la normativa che regola lo smaltimento delle terre e rocce da scavo, ossia il D.Lgs. 152/06 e s.m.i., con compilazione del MODELLO UNICO predisposto dall'Amministrazione Comunale per la corretta gestione delle "Terre e rocce da scavo" da presentarsi in Allegato alla pratica edilizia.

2 - Valutazione della Pericolosità

2.1 - Pericolosità geologica

In riferimento agli esiti conoscitivi dell'area, ai sensi del DPGRT 53/R 2011 si ritiene di attribuire una **pericolosità geologica "G.2" Media** poiché dalla valutazione dei

processi geomorfologici e delle caratteristiche litologiche giaciture, risulta una bassa propensione al dissesto – si veda **TAV. 7A**.

La progettazione allo "stato definitivo" di ciascuna opera edilizia in progetto, dovrà essere supportata da una specifica indagine geognostica di dettaglio (si veda successivo capitolo 4), in quanto le indagini di riferimento risultano ubicate ad una distanza che si configura come significativa soltanto al fine di una valutazione del contesto generale e delle scelte di pianificazione del territorio, ma al contempo limitata per una opportuna progettazione allo "stato definitivo".

2.2 - Pericolosità idraulica

In relazione alla cartografia del Piano di Assetto Idrogeologico ed agli studi idrologici-idraulici eseguiti sul bacino del Fosso Cigna, è stato possibile verificare che l'area in studio risulta essere costituita da zone ricadenti in Pericolosità Idraulica Molto Elevata (PIME) e/o Elevata (PIE) – si veda **TAV.4** (relazione geologico – tecnica luglio 2012).

In riferimento a tali zone, ai sensi del DPGRT 53/R 2011, riteniamo di attribuire la Classe di pericolosità idraulica **"I.4" Molto Elevata** – si veda **TAV. 7B**.

Per le aree che invece non risultano interessate da fenomeni di esondazione, attribuiamo la classe di pericolosità **"I.2" Media** – si veda **TAV. 7B**.

Sulla base dell'ultimo modello idrogeologico definito dal Prof. Pagliara - giugno 2012, la cassa di espansione realizzata sul Fosso Cigna in Località Magrignano (attualmente in fase di ultimazione) porterà alla situazione di pericolosità idraulica residuale (calcolata con Tr di 200 anni) riportata in **TAV. 5A** (relazione geologico – tecnica luglio 2012).

In riferimento a quanto previsto da tale modello idrologico, l'Amministrazione Comunale ha in corso specifiche verifiche tecniche con lo scopo di proporre al competente Bacino Toscana Costa la situazione idraulica attesa contestualmente al collaudo della cassa di espansione di Magrignano.

2.3 - Pericolosità sismica locale

Per quanto concerne la *pericolosità sismica locale* trattandosi di terreni argillosi in alternanza a livelli di sabbia fine mediamente addensata con falda superficiale oscillante nei primi -2,00 m da p.c., nonostante l'indagine geofisica di riferimento non abbia evidenziato particolari criticità, riteniamo comunque opportuno attribuire all'area in studio una **pericolosità sismica "S.3" Elevata** in merito alla "potenziale" liquefacibilità dinamica dei terreni oggetto di studio – si veda **TAV. 7C**.

3 – Valutazione delle condizioni di fattibilità Geologica, Idraulica e Sismica

In considerazione dell'assenza di "segni" geomorfici legati a problematiche di dissesto diretto, ma in considerazione al complesso edificatorio in progetto ed alla modificazione di un'area significativa, siamo ad attribuire una classe di **Fattibilità geologica F.G.2 "con normali vincoli"** all'intera area in studio – si veda **TAV. 8A**.

Si ritiene comunque di dover puntualizzare che in riferimento alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali in progetto, ai sensi della normativa vigente la progettazione allo stato definitivo dovrà essere supportata da una specifica indagine geognostica di dettaglio di cui si dà indicazione nel successivo capitolo.

Per quanto concerne l'aspetto idraulico, secondo il D.C.R.T.13/05, alcuni degli interventi in progetto ricadono in Pericolosità Idraulica Molto Elevata (PIME) e/o Elevata (PIE). *A tal proposito, in riferimento alle aree ricadenti negli ambiti di pericolosità idraulica, ai sensi del DPGRT 53/R 2011 riteniamo di attribuire la Classe di **Fattibilità idraulica F.I.4. "limitata"** (TAV. 8B).*

Limitatamente alle aree ricadenti in Pericolosità Idraulica Molto Elevata (PIME) si applica quanto previsto dall'art. 2 comma 9 lettera *f* della L.R. 21 del 21.05.2012 che cita testualmente *"Il presente articolo non si applica agli interventi in aree che, al momento di entrata in vigore della presente Legge, sono classificati in pericolosità idraulica molto elevata nel caso in cui, a seguito di ulteriori indagini o di opere di messa in sicurezza, risultino classificate dai piani di assetto idrogeologico in*

pericolosità idraulica inferiore al momento della presentazione della pratica edilizia per il permesso di costruire o per la SCIA".

Per le aree che invece non risultano interessate da fenomeni di esondazione, attribuiamo la classe di **Fattibilità idraulica F.I.2. "con normali vincoli"** (TAV. 8B). Tale limitazione per la messa in sicurezza idraulica della sola area interessata dalle previsioni edilizie del Piano Particolareggiato Porta a Terra 2, risulta da intendersi legata a:

- *Definizione degli effetti attesi contestuali al collaudo della cassa di espansione di Magrignano che potranno aprire scenari di risoluzione diversi;*
- Demolizione e rifacimento del Ponte di Via dei Condotti Vecchi (si veda Fig. 3 di seguito riportata);
- Realizzazione di nuovi tratti di arginatura dove le sezioni risultano leggermente insufficienti e/o ci sia la necessità di prevedere un adeguato franco di sicurezza (si veda Fig. 3 di seguito riportata);



Fig. 5- *Interventi di messa in sicurezza idraulica del Fosso Cigna, limitatamente alla sola area denominata Porta a Terra. Questi consistono nella realizzazione di alcuni nuovi tratti di arginatura (inerenti al tracciato indicato in verde) e nel rifacimento del ponte di Via dei Condotti Vecchi (cerchiato in blu).*

La realizzazione degli interventi strutturali sopra descritti, finalizzati alla messa in sicurezza idraulica per eventi con tempi di ritorno T_r di 200 anni, come indicato dallo studio idraulico del luglio 2012, risolverà i problemi di esondazione delle aree di interesse, non aumentando il livello di rischio di quelle situate immediatamente a valle.

In relazione alla tematica sismica, considerando che l'intera zona è stata posta in pericolosità sismica locale S.3 "Elevata" si ritiene di poter proporre una classe di **Fattibilità sismica F.S.3 "Condizionata"** – (TAV. 8C). Il condizionamento è da intendersi legato agli approfondimenti di indagini geofisiche e geotecniche, finalizzate al calcolo del coefficiente di sicurezza relativo alla liquefazione dei terreni, da prevedersi nell'ambito della presentazione dei prossimi studi di approfondimento geologico-tecnico a sostegno delle specifiche progettazioni dei singoli immobili (si rimanda al successivo capitolo).

4 – Indagini geognostiche da eseguire per il completamento del Piano Particolareggiato

Per quanto finora esposto in merito alle caratteristiche fisico-meccaniche degli orizzonti che costituiscono il sottosuolo nell'area oggetto di studio e, considerando la tipologia degli interventi in progetto, in ragione delle sollecitazioni indotte dalle strutture in progetto si attribuisce una buona compatibilità con le qualità dei terreni oggetto di studio.

Si sottolinea tuttavia che in riferimento a quanto previsto dall'art. 7 c. 3 del D.P.G.R. 36/R del 2009 il Piano Particolareggiato in oggetto, prevedendo la realizzazione di più edifici multipiano, rientra tra quegli interventi ricadenti nella classe d'indagine n. 4 ovvero riferita ad opere il cui volume lordo supera i 6.000 mc o con altezza alla gronda superiore ai 20,00 m.

Con riferimento a tale classe d'indagine, la categoria di suolo di fondazione e le geometrie sepolte devono essere determinate mediante prove sismiche in foro; mentre la definizione dei parametri geotecnici si basa sulle rilevanze di sondaggi geognostici.

A tal proposito, per ciascun singolo intervento edilizio previsto, dovranno essere presentate specifiche **Relazioni geologico-tecniche** supportate dall'esecuzione di:

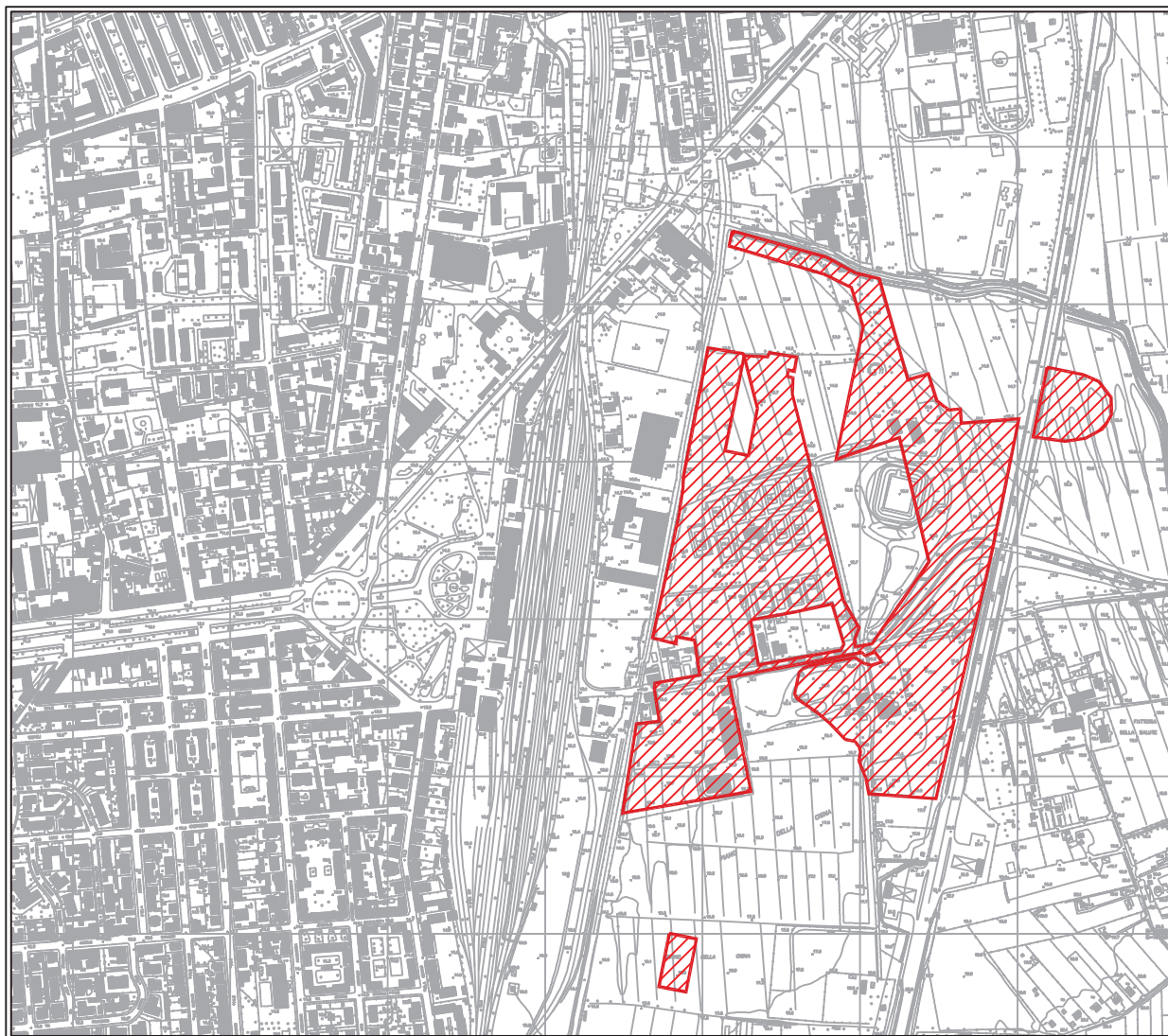
- ✓ almeno n. 4 sondaggi a carotaggio continuo, di cui n. 3 eseguiti fino alla profondità di almeno 20 m da p.c. e n. 1 spinto a profondità di almeno 32 m da p.c.;
- ✓ su ciascun sondaggio dovranno essere eseguite specifiche prove SPT (Standard Penetration Test) unitamente al prelievo di campioni indisturbati da avviare ad analisi di laboratorio (parametri fisici, granulometrie e taglio).
- ✓ n. 2 prove penetrometriche statiche (CPT) realizzate fino ad almeno 15 m da p.c., come completamento geotecnico ai dati estrapolati dai sondaggi su descritti;
- ✓ n. 1 indagine sismica da realizzarsi direttamente in foro mediante tecnica *down hole* condotta nei sondaggi eseguiti alla profondità di 32 m.

Inoltre, nelle relazioni geotecniche dovranno essere valutati gli aspetti tecnici qui di seguito riportati:

- le capacità portanti dei terreni interessati dai carichi indotti dagli edifici in progetto;
- i cedimenti attesi nei terreni interessati dalle sollecitazioni dei carichi indotti dalle strutture, anche sulla base delle sollecitazioni sismiche;
- il coefficiente di sicurezza relativo alla liquefazione dei terreni;

Dirigente U.O.va Strategie Ambientali
Dott. Geol. Leonardo Gonnelli

Corografia dell'area in studio



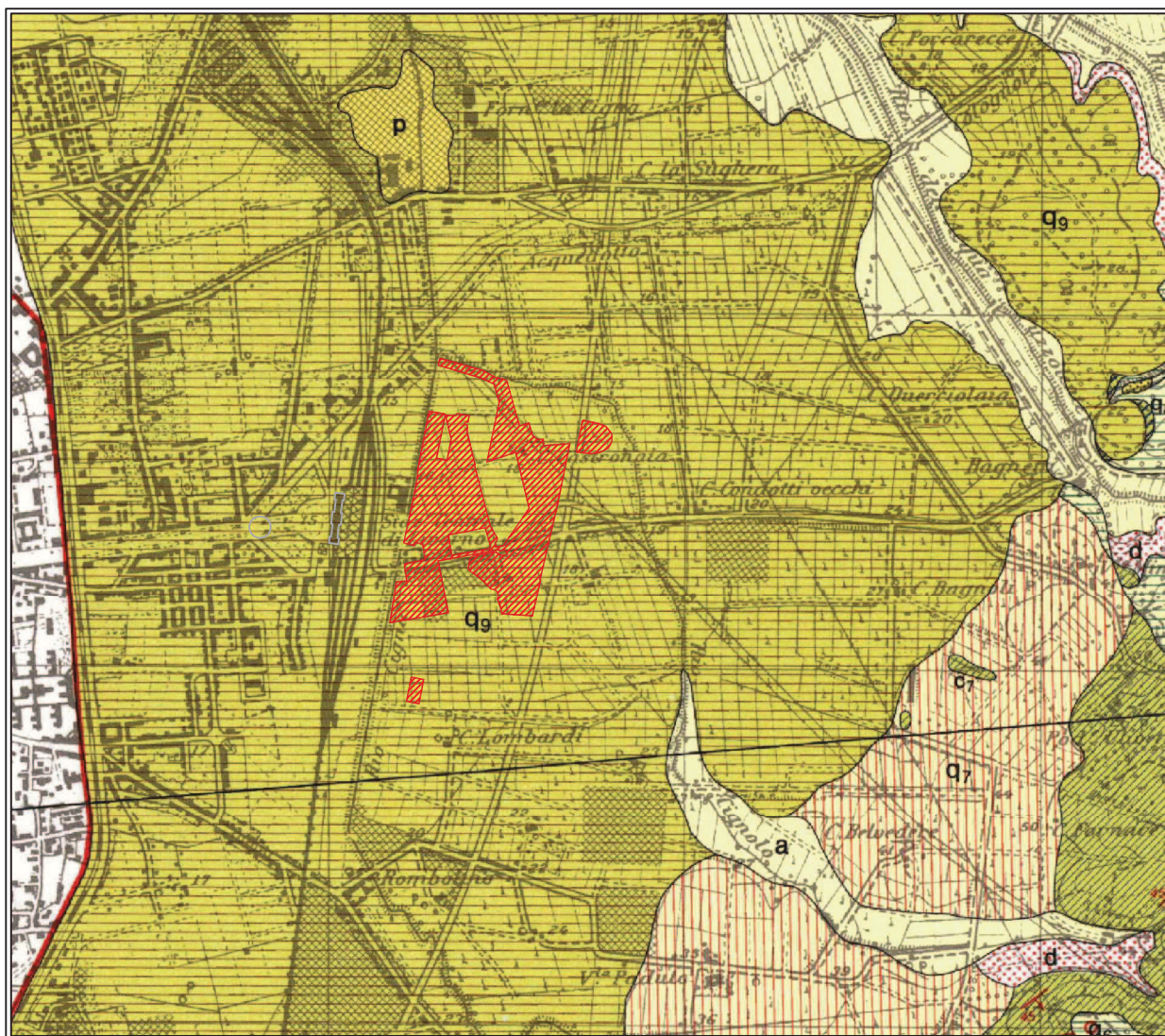
Scala 1:10.000

Legenda



Area oggetto di studio

Geologia dell'area



Legenda

Scala 1:20.000



Ubicazione dell'area di studio



q₉ - Sabbie di Ardenza

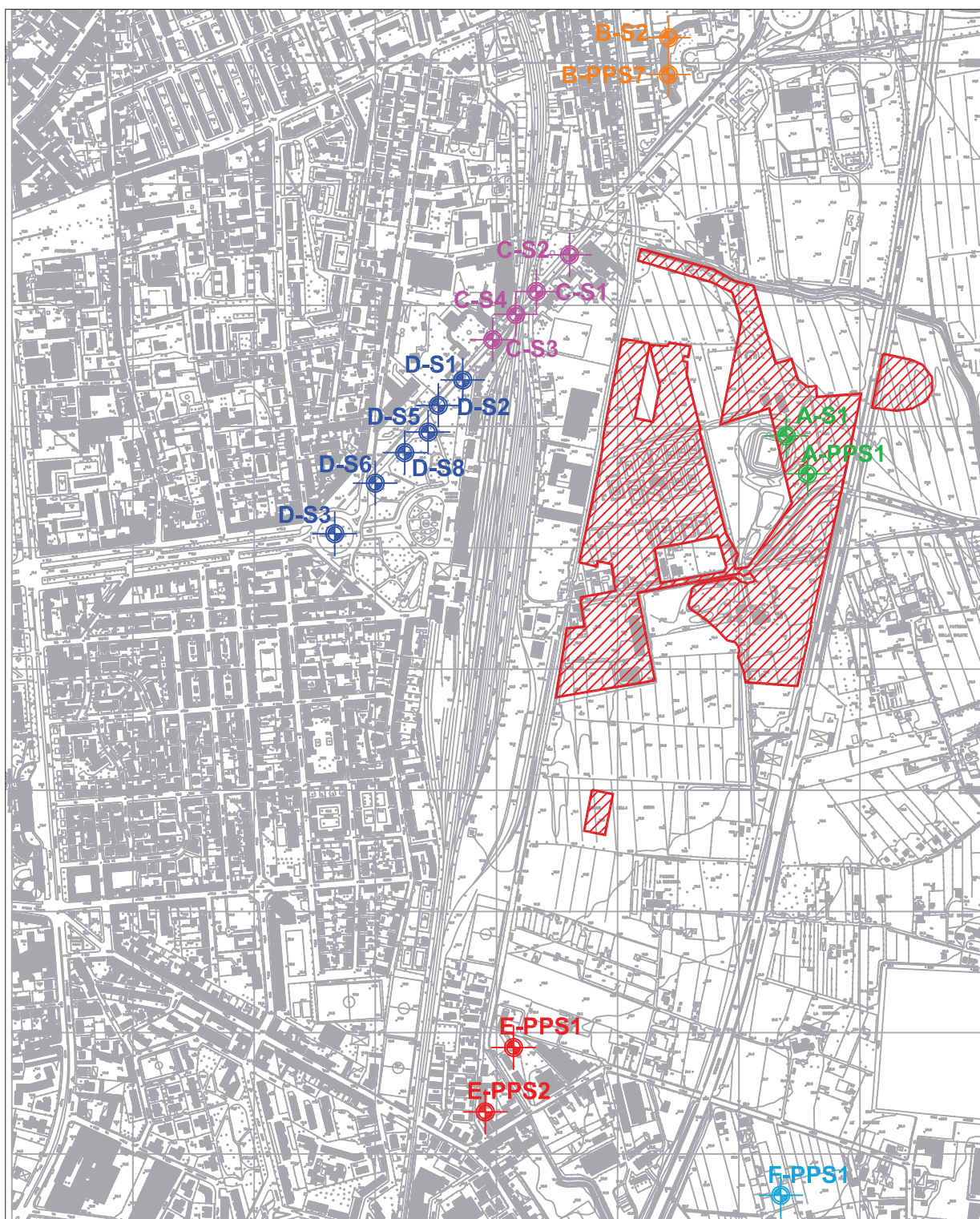


- Conglomerati, calcareniti sabbiose e sabbie limose di Rio Maggiore



p - Argille azzurre

Ubicazione indagini di riferimento



Scala 1:10.000

Legenda

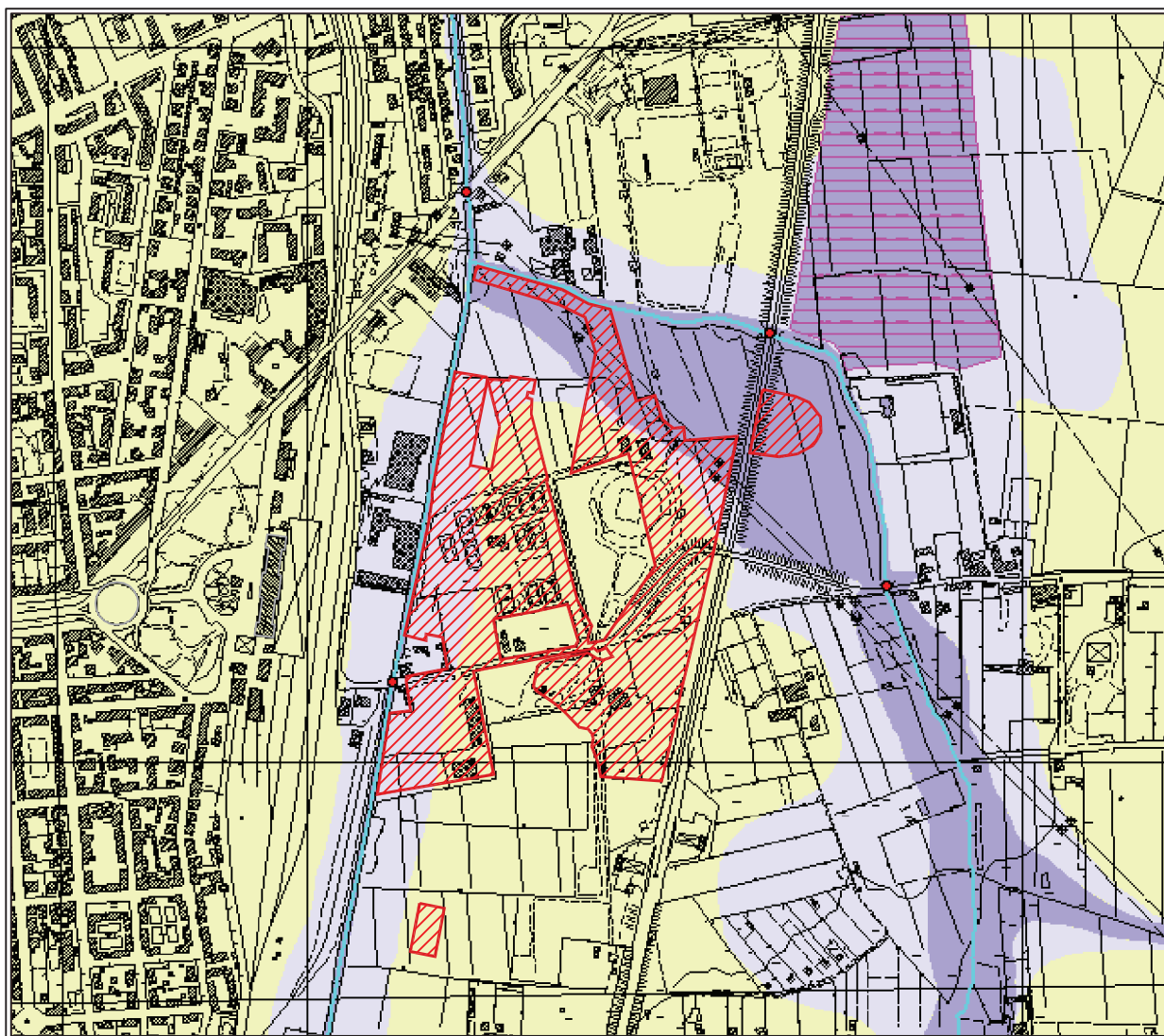
- Sn —●— Sondaggi a carotaggio continuo
- PPSn —●— Prove Penetrometriche statiche
- A,B,C,D,E,F Diversificazione delle varie campagne geognostiche



Area oggetto di studio



Piano di Assetto Idrogeologico (PAI, 2005)




Legenda


Scala 1:10.000


— Reticolo significativo ai fini della difesa del suolo


Pericolosità idraulica

 Molto elevata (P.I.M.E.)

 Elevata (P.I.E.)

 Aree di particolare attenzione per la prevenzione da allagamenti

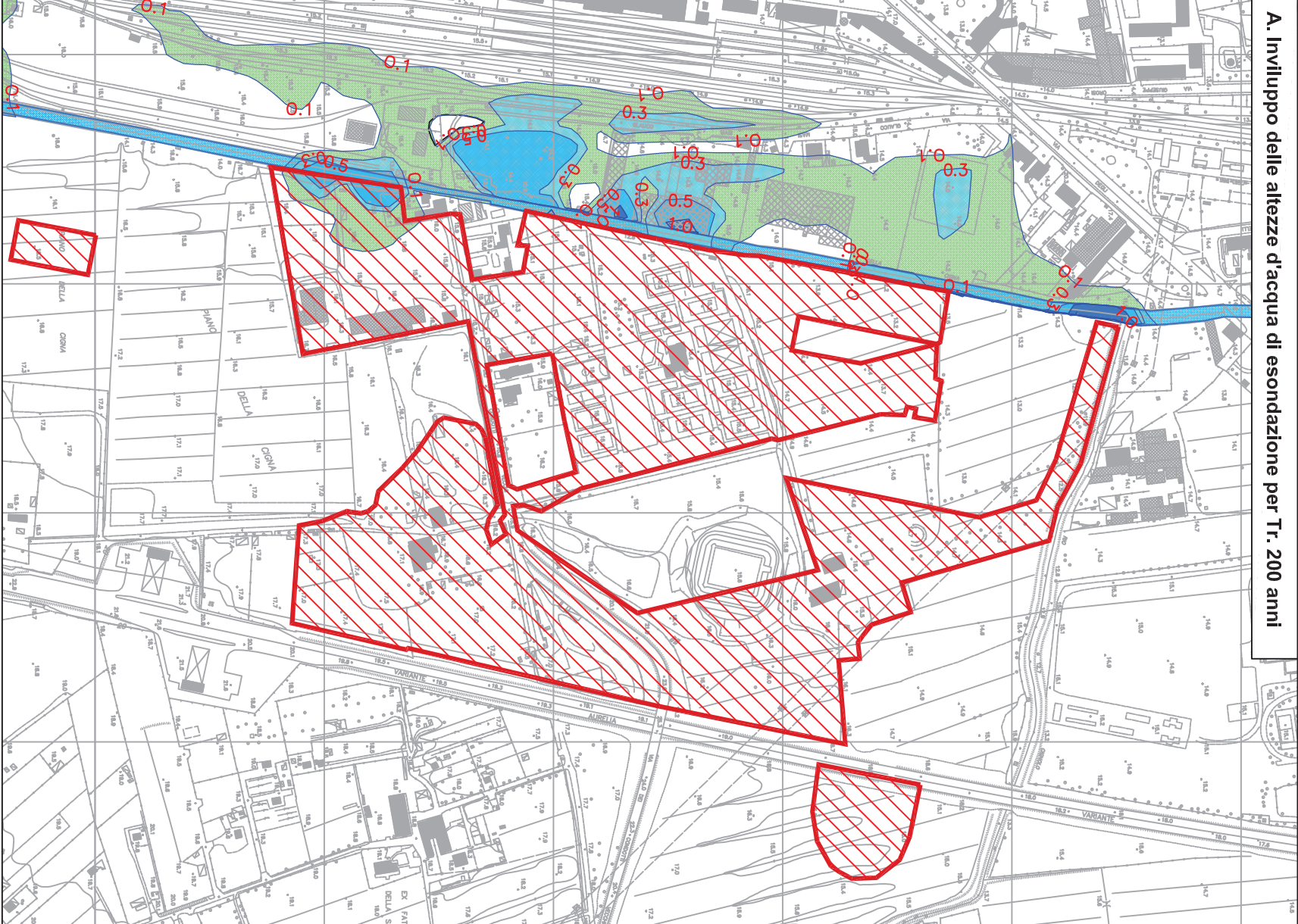
 ASIP (Aree Strategiche per Interventi di Prevenzione)

 Punti critici (ponti e tombamenti)

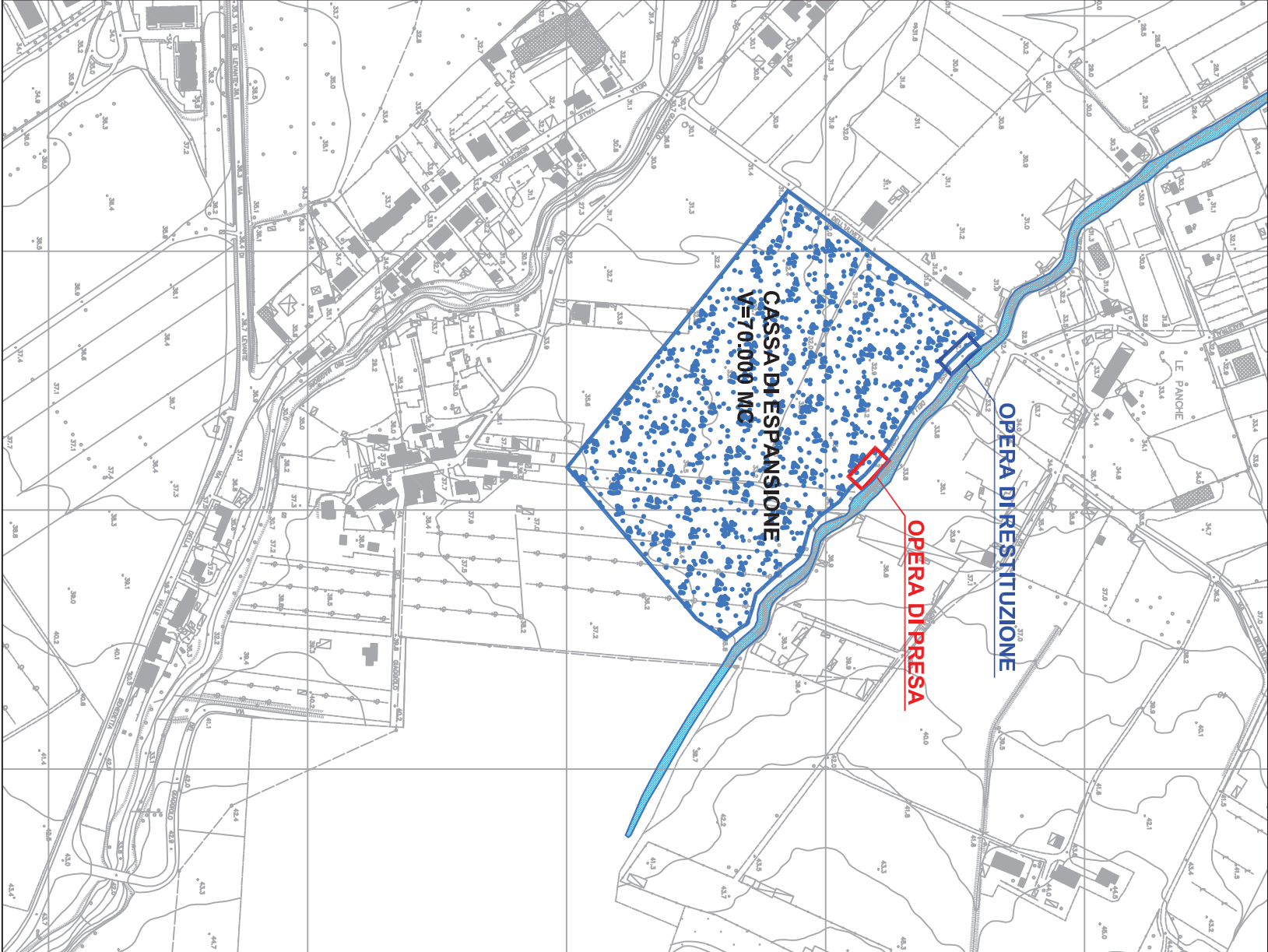


Area oggetto di studio

A. Inviuppo delle altezze d'acqua di esondazione per Tr. 200 anni








B. Cassa di espansione sita circa 1,7 km a monte dell'area di intervento ed attualmente in fase di ultimazione



Legenda

 Area oggetto di studio

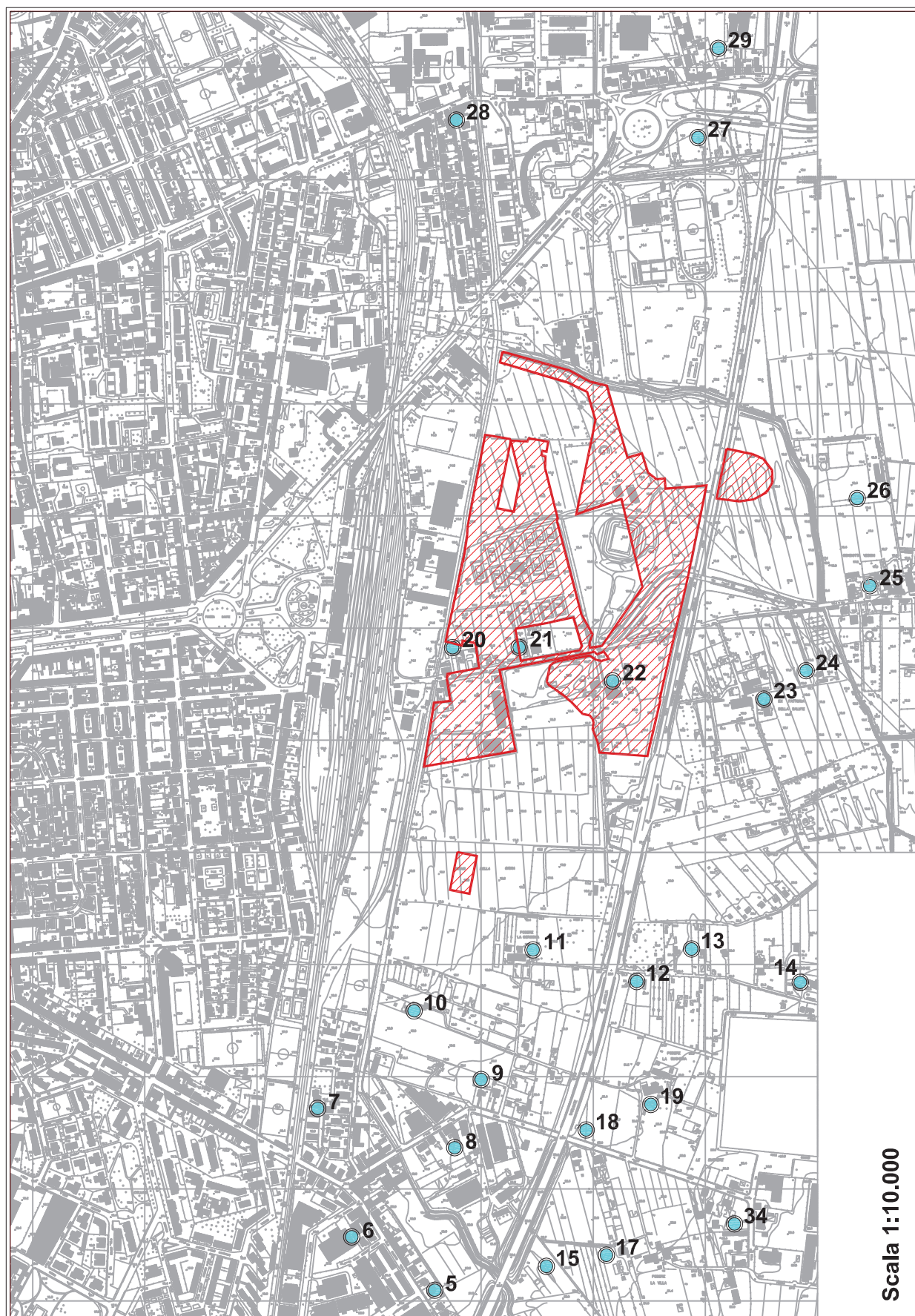
Inviuppo delle altezze d'acqua di esondazione per tempi di ritorno Tr di 200 anni.
Stato di progetto con cassa Salviano in funzione

-  0.1 < h < 0.3
-  0.3 < h < 0.5
-  0.5 < h < 1.0
-  1.0 < h < 2.0
-  h > 2.0

(Pagliara Stefano, 2012)



Ubicazione pozzi censiti



Legenda

n
● Pozzi censiti



Comune di Livorno
Ufficio Strategie Ambientali
Piazza del Municipio, 1

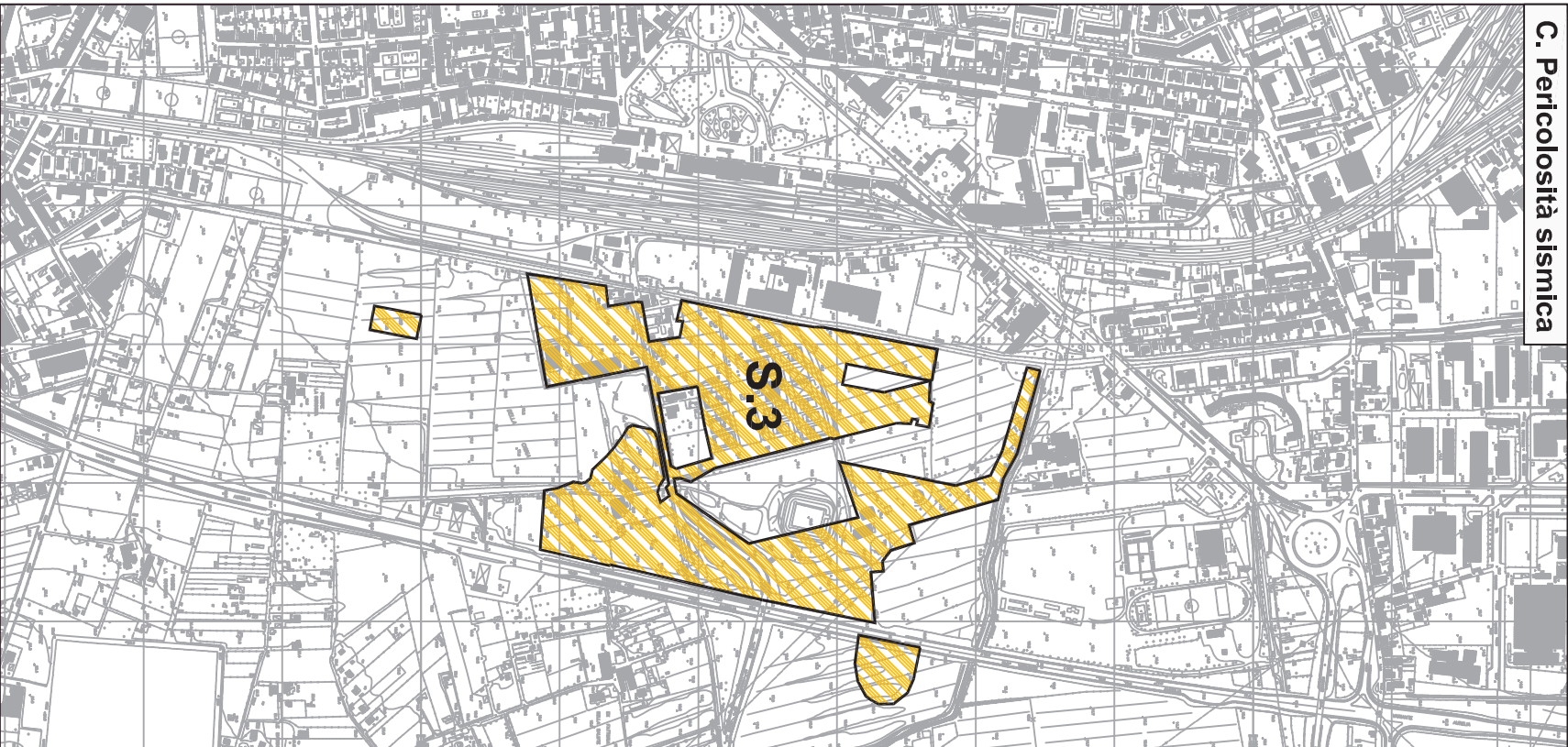
A. Pericolosità geologica




B. Pericolosità idraulica




C. Pericolosità sismica




Legenda


 Area oggetto di studio

Classi di Pericolosità geologica


 G.4: Classe 4 - Molto Elevata


 G.3: Classe 3 - Elevata


 G.2: Classe 2 - Media


 G.1: Classe 1 - Bassa

Classi di Pericolosità idraulica


 I.4: Classe 4 - Molto Elevata

 I.3: Classe 3 - Elevata


 I.2: Classe 2 - Media


 I.1: Classe 1 - Bassa

Classi di Pericolosità sismica

 S.4: Classe 4 - Molto Elevata

 S.3: Classe 3 - Elevata

 S.2: Classe 2 - Media

 S.1: Classe 1 - Bassa



