

Dott. Geol. Andrea Marottini

C.F. MRTNDR77E04B950A

Via Palandri 27B - Limite sull'Arno (FI)

Tel 339.8767846

E-mail: andream77@tiscali.it



COMMITTENTE: CASALP CASA LIVORNO E PROVINCIA

S.P.A.

RELAZIONE PER PROSPERAZIONE GEOGNOSTICA E INDAGINE
GEOLOGICO-TECNICA PER REALIZZAZIONE EDIFICI ERP
- 9 ALLOGGI - SOTTOSISTEMA I4 UTOE 4 C12
LOC. PALAZZACCIO - CECINA (LI)

RELAZIONE GEOLOGICA -
TECNICA

COMUNE DI CECINA - (LI)

MAGGIO 2012

INDICE

PAG 1	PREMESSA
PAG 2	1. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E CARTOGRAFICO
PAG 3	2. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO E SISMICO
PAG 3	3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO
PAG 4	4. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO
PAG 5	5. STUDI DI SUPPORTO A S.U.G.: CONSIDERAZIONI SULLA PERICOLOSITÀ DELL'AREA E SULLA FATTIBILITÀ DELL'INTERVENTO IN PROGETTO
PAG 5	6. INDAGINI GEOGNOSTICHE E CARATTERIZZAZIONE FISICO MECCANICA DEI TERRENI
PAG 15	7. DESCRIZIONE DEL TIPO DI INTERVENTO
PAG 15	8. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

FIGURE IN ALLEGATO:

1. UBICAZIONE AREA C.T.R. REGIONE TOSCANA SC. 1:10.000
2. ESTRATTO R.U. COMUNE DI CECINA SCHEDA C14
3. ESTRATTO CARTA GEOLOGICA P.S. SC. 1:10.000
4. ESTRATTO CARTA IDROGEOLOGICA (PIEZOMETRICA PERIODO MORBIDA) P.S. SC. 1:10.000
5. ESTRATTO CARTA IDROGEOLOGICA (PIEZOMETRICA PERIODO MAGRA) P.S. SC. 1:10.000
6. ESTRATTO CARTA PENDENZA P.S. SC. 1:10.000
7. ESTRATTO CARTA DEI DATI DI BASE P.S. SC. 1:10.000
8. ESTRATTO CARTA PERICOLOSITÀ GEOLOGICA P.S. SC. 1:5.000
9. ESTRATTO CARTA DELLA PERICOLOSITÀ IDRAULICA P.S. SC. 1:10.000
10. ESTRATTO CARTA PREVISIONI E INTERVENTI MESSA IN SICUREZZA P.S. SC. 1:10.000

CERTIFICATI ALLEGATI:

- UBICAZIONI INDAGINI GEOGNOSTICHE
- SEZIONE LITOSTRATIGRAFICA
- CERTIFICATI SONDAGGIO GEOGNOSTICO
- CERTIFICATI PROVE PENETROMETRICHE
- CERTIFICATI INDAGINE SISMICA MASW
- CERTIFICATI LABORATORIO ANALISI CAMPIONE

PREMESSA

Su incarico della Casalp Casa Livorno e Provincia S.p.A. si è proceduto, dopo sopralluogo sul posto e dopo aver effettuato le opportune indagini geognostiche, alla stesura della presente relazione geologico-technica per la realizzazione delle strutture relative alla costruzione di nuovi edifici ERP per un totale di 9 alloggi, sulla via Aurelia in località "Palazzaccio", nel comune di Cecina (LI) – sottosistema I4 UTOE 4 C12.

Il progetto prevede la costruzione di due edifici di civile abitazione adiacenti l'uno all'altro di dimensioni di circa 32,0m x 7,50m per uno e di 19m x 7,50m per l'altro per un volume totale di circa inferiore ai 3000 mc. La profondità raggiunta dall'intervento si attesta intorno ai 30cm.

La presente a corredo della pratica edilizia, L.R. 01/05 s.m.i., del R.E. del Comune di Cecina e ai sensi del D.M. LL.PP. 11/03/1988, L. 64/74, D.M. 19/03/1982, O.P.C.M. 3274/03 s.m.i., D.G.R.T. 431/06, D.M. 14/01/2008 (Norme Tecniche per le Costruzioni) ed è finalizzato alla caratterizzazione e modellazione geologica e geotecnica del sito ed a fornire un contributo, in relazione ai suddetti modelli, alle verifiche della sicurezza e delle prestazioni attese (SLU e SLE del D.M. 14/01/2008). Le verifiche finali della sicurezza e delle prestazioni attese, ai sensi del D.M. 14/01/2008, dovranno essere eseguite, tenendo in considerazione i dati della presente relazione, da specifica professionalità (ingegnere strutturale), che esula da quella dello scrivente.

Ai sensi del D.M. 19/03/1982 il Comune di Cecina è classificato sismico di 2^a categoria; la O.P.C.M. 3274/03 pone il Comune di Cecina in zona sismica 2 per la quale la stessa O.P.C.M. prevede un valore dell'accelerazione: $0,15 \leq a_g < 0,25$ g; la D.G.R.T. 431/06 declassa il Comune di Cecina in zona 3s, per la quale valgono le azioni sismiche di progettazione della zona 2.

La zona in esame non è sottoposta al Vincolo Idrogeologico ai sensi del R.D. 3267/33, L.R. 39/00, D.P.G.R. 48/R/03.

Per la stesura della presente ci siamo avvalsi dell'ausilio delle indagini geologico-techniche di supporto al P.S. (approvato nel 2002) e del R.U. e sue integrazioni (approvati rispettivamente nel 2005 e nel 2006) di cui è dotato il Comune di Cecina. La Relazione Geologico - Technica di Supporto alla Pianificazione Urbanistica sul territorio comunale di Cecina classifica la zona in esame con grado di pericolosità geologica 2 (pericolosità bassa) (fig.8).

La presente nota è stata redatta in ottemperanza alla normativa vigente di seguito specificata:

D. M. 14.01.2008: T. U. - Norme Tecniche per le Costruzioni.

Consiglio Superiore Lavori Pubblici:

- Istruzioni per l'applicazione delle "Norme Tecniche per le Costruzioni" di cui al D.M. 14/01/2008 – Circolare 2 febbraio 2009.
- Pericolosità sismica e criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale. – Allegato al voto n. 36 del 27/07/2007.

- Eurocodice 8 (1998) Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture - Parte 5: fondazioni, strutture, di contenimento ed aspetti geotecnici

- Eurocodice 7.1 (1997) Progettazione geotecnica – Parte I:Regole generali - UNI

- Eurocodice 7.2 (2002) Progettazione geotecnica – Parte II:Progettazione assistita da prove laboratorio-UNI
- Eurocodice 7.3 (2002) Progettazione geotecnica – Parte II:Progettazione assistita con prove in sito - UNI

- Piano Strutturale e Regolamento Urbanistico comunale

1. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E CARTOGRAFICO

I terreni oggetto della presente relazione sono ubicati sulla strada Vecchia Provinciale Aurelia in località "Palazzaccio" a ridosso del Fosso Poggio d'Oro, nella periferia sud dell'abitato di Cecina (LI) al confine con la località "Vallescaia".

L'area in esame si può facilmente individuare nella C.T.R. Regione Toscana sc. 1:10.000 (fig. 1), precisamente identificata dal toponimo di "Palazzaccio", e nell'estratto al R.U. del Comune di Cecina – sottosistema 14 UTOE 4 scheda C12 (fig. 2).

Dalle Indagini Geologico-Tecniche di supporto al P.S. del comune di Cecina reperite dal sito del comune l'area in esame viene inquadrata come di seguito:

Carta Geologica-Geomorfologica-Litotecnica: q9 - Sabbie rosso arancio di Donoratico (fig. 3).

Carta Piezometrica: isofreatiche medie di morbida: livello a 2 m s.l.m..

Carta Piezometrica: isofreatiche medie di magra: livello a 2 m s.l.m..

Carta delle Pendenze: classe 1 – pendenze tra 0 - 2%.

Carta dei Dati di Base: niente da rilevare.

Carta della Pericolosità Geologica: classe 2 – pericolosità bassa (fig. 8).

Carta delle Previsioni e degli Interventi di Messa in Sicurezza Idraulica dei Corsi d'acqua: niente da rilevare.

2. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO E SISMICO

L'area oggetto d'indagine è situata in una zona pianeggiante nel comune di Cecina; ci troviamo ad una quota di circa 8-10 metri s.l.m. sul sistema pianeggiante che si sviluppa nella periferia meridionale di Cecina. Nei dintorni l'area si presenta subpianeggiante con pendenze tra lo 0% e il 2%. Le quote variano intorno ai 8 - 10 m s.l.m. determinando così una pendenza tale che pone la zona in classe 1 di acclività (0%-2%).

L'area in esame è situata in destra idrografica del Fosso della Vallascaia, dal cui argine dista più di 2 metri ed in destra idrografica del Fosso del Poggio d'Oro, ad una distanza maggiore di 2 m, il quale confluisce nel primo in prossimità dell'area stessa. Entrambi i torrenti non sono inseriti nell'elenco dei corsi d'acqua allegato al P.I.T. (D.C.R.T.: 45/07).

Dal punto di vista geomorfologico l'area è situata nei terreni pianeggianti a granulometria fine. In particolare per l'area in esame non viene cartografato alcun fenomeno geomorfologico. Allo stato attuale, sia dalla cartografia che dal sopralluogo effettuato, non si rilevano segni di dissesti geomorfologici attivi. La zona interessata dalla progettazione si presenta pianeggiante.

In sintesi, non si rilevano particolari problematiche di carattere geomorfologico in grado di compromettere la realizzazione di quanto specificato in premessa.

La O.P.C.M. 3274 del 20/03/03 pone il comune di Cecina in zona sismica 2, per la quale la stessa O.P.C.M. prevede un valore dell'accelerazione: $0,15 g < ag < 0,25 g$. La D.G.R.T. 431/06 declassa il comune di Cecina in zona 3S, per la quale valgono comunque le azioni sismiche di progettazione della zona 2.

Non è presente la carta degli aspetti particolari per le zone sismiche, comunque per l'area indagata non si sono rilevate forme in grado di amplificare la risposta sismica.

3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Nell'area indagata e zone limitrofe si rileva un'unità litologica costituita da depositi marini neogenici a tessitura variabile e in prossimità dei corsi d'acqua i depositi alluvionali di origine fluviale più attuali. I terreni pliocenici si presentano estremamente eterogenei dal punto di vista granulometrico, testimonianza delle variazioni degli ambienti di sedimentazione.

La successione stratigrafica dell'area in esame è geometricamente costituita dall'alto verso il basso dalle seguenti unità litologiche:

Più in dettaglio, la situazione geologica dell'area indagata si può desumere a grandi linee dalla Carta Geologico-Geomorfologico-Litotecnica allegata al P.S. del comune di Cecina: l'area in esame ricade nelle sabbie rosso – arancio di Donoratico (q9); lungo i corsi d'acqua si rinvencono i "depositi alluvionali". Per quanto riguarda gli alluvionali si tratta di depositi di origine fluviale a composizione eterogenea; per le sabbie rosso-arancio di Donoratico presentano ciottoli intercalati al loro interno. Si tratta di depositi ricadenti nel Bacino Castiglioncello-San Vincenzo che si estende in direzione NW-SSE al Pleistocene e risulta priva di strutture interne e di fossili; si tratta di sabbie continentali e di ambiente variabile tra eolico, colluviale e di piana di esondazione fluviale (infatti contengono livelli ghiaiosi e ciottolosi al loro interno).

Anche dal sopralluogo e dalle indagini effettuate sulla proprietà della committenza i terreni si presentano di composizione sabbioso con intercalati depositi ciottolosi e ghiaiosi.

4 – INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO.

Per quanto concerne le caratteristiche idrogeologiche dell'area, ci troviamo in depositi pleistocenici di buona permeabilità variabile: le sabbie con intercalate ghiaie e ciottoli, presenti nell'area indagata, presentano una buona permeabilità che aumenta nelle frazioni in matrice più sabbiose e diminuisce in quelle limose-argillose.

Il drenaggio superficiale, regolato da una rete di fossetti campestri e di impluvi che seguono il pendio collinare, risulta quindi influenzato dalle caratteristiche di medio-buona permeabilità dei terreni affioranti nella zona di intervento oltre che dalla copertura vegetale locale, dalla pendenza e dalle caratteristiche climatiche generali. Nella parte più a valle è presente un corpo recettore finale, il Fosso della Vallescaia, di tutti gli scoli e deflussi superficiali che li raccoglie e trasporta in direzione mare. Per la zona interessata dagli interventi non si evidenziano particolari fenomeni idrogeologici.

Inoltre dalle prove penetrometriche dinamiche realizzate, che hanno raggiunto la profondità di -1,40 e di -1,80 m da p.c., non è stata rilevata la presenza di eventuali livelli acquiferi. Dal sondaggio geognostico effettuato che ha raggiunto la profondità di -12,00 m si è constatato la presenza di acqua nell'intervallo di profondità 8,80-9,40 m dal p.c. in corrispondenza delle ghiaie in matrice sabbiosa (dove sono rinvenuti dei ciottoli rotondeggianti di origine fluviale).

In relazione a quanto analizzato e alle disposizioni di legge, in particolare modo a quanto sancito dal D.L. n. 152/06 e s.m.i., vengono rispettati i parametri di legge concernenti le zone di rispetto e di tutela assoluta delle acque destinate al consumo umano e per la tutela delle acque dall'inquinamento.

Si ritiene inoltre che la realizzazione dell'intervento previsto non produca significative alterazioni

della circolazione idrica superficiale, ipodermica e profonda dell'area.

5 - STUDI DI SUPPORTO A S.U.G.: CONSIDERAZIONI SULLA PERICOLOSITÀ DELL'AREA E SULLA FATTIBILITÀ

DELL'INTERVENTO IN PROGETTO

Per quanto concerne la pericolosità geologica dell'area in studio, secondo quanto indicato nelle Indagini Geologiche Tecniche di supporto al P.S. vigente, redatte ai sensi della Del. C.R. 94/85, l'area d'intervento ricade nella seguente classe di pericolosità geologica (fig. 8):

CLASSE 2 - PERICOLOSITÀ BASSA.

Alla classe bassa corrispondono le aree apparentemente stabili; si tratta di aree con situazioni geologico tecniche apparentemente stabili sulle quali permangono dubbi che potranno essere chiariti a livello di indagine geognostica di supporto alla progettazione edilizia. Si tratta inoltre di terreni con caratteristiche fisico-meccaniche tali da escludere problemi e limitazioni relative alla capacità portante ed ai cedimenti delle strutture.

Dalla Carta della Pericolosità Idraulica delle indagini geologico tecniche di supporto al Piano Strutturale del comune di Cecina, in corrispondenza del sito d'intervento si rileva la seguente classe di pericolosità:

CLASSE 2- PERICOLOSITÀ IDRAULICA BASSA

Alla questa classe corrispondono le aree di fondovalle per le quali non vi sono notizie storiche di precedenti inondazioni.

In considerazione di quanto riportato nella Norme Geologiche allegate al R.U. del Comune di Cecina (Abachi di Fattibilità per il tipo di intervento in progetto in funzione del grado di pericolosità) è stata individuata una classe di fattibilità 2 – con normali vincoli di progetto; equivale a livelli di rischio basso in cui gli interventi previsti sono attuabili senza particolari condizioni.

Le opere previste dal progetto risultano quindi fattibili senza particolari condizionamenti e conformi, dal punto di vista geologico, idraulico ed idrogeologico a quanto indicato nelle NTA del Regolamento Urbanistico comunale ed alle normative vigenti in materia.

6.INDAGINI GEOGNOSTICHE E CARATTERIZZAZIONE FISICO MECCANICA DEI TERRENI

Visto lo schema progettuale, tenendo in considerazione le condizioni geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche del luogo di intervento, nonché tutte le prescrizioni della normativa e quelle derivate da strumenti sovraordinati di gestione del territorio, ai fini della definizione del modello geologico di sintesi per la progettazione, è stata realizzata una campagna geognostica comprendente due prove penetrometriche

profondità (cm)	stratigrafia	γ g/cm ³	ϕ	m_v cm ² /kg	c_u kg/cm ²
0 - 20	Terreno vegetale	1.85	-	-	-
20 - 120	Sabbie limoso-argillose e Limi sabbioso-argillosi	1.85	38°	$9.0 \cdot 10^{-3}$	0.9
120 - 280	Argille sabbioso-limose	1.85	-	$2.1 \cdot 10^{-3}$	0.61
280 - 480	Limi sabbioso-argillosi con intercalazioni di ghiaietto	1.85	32°	$2.0 \cdot 10^{-3}$	0.7
480 – 560	Argille limoso-sabbiose consistenti	1.85	-	$4.6 \cdot 10^{-3}$	2.6
560 - 740	Alternanza sabbie limose e Sabbie da addensate a molto addensate con intercalazioni di ghiaietto	1.85	32°	$9.0 \cdot 10^{-3}$	-
	Sabbie da mediamente addensate a addensate	1.85	30°	$1.2 \cdot 10^{-2}$	-

P1

I fori penetrometrici P1 e P2 sono stati spinti fino alla profondità rispettivamente di circa -1,40 m e -1,80 m da p.c., ovvero fino al rifiuto dello strumento. Sulla base dei dati scaturiti dalle indagini eseguite, si riporta di seguito l'assetto stratigrafico e litologico, verosimilmente ricostruito, dei terreni di pertinenza dell'intervento in oggetto. In sintesi le unità litologico stratigrafiche riscontrate vanno dal terreno vegetale per i primi 10-20 cm a terreni granulari a granulometria variabile e con diverso grado di addensamento: si passa dai limi sabbioso-argillosi a sabbie con diverso grado di addensamento ed con intercalazioni ghiaiose e ciottolose fino a livelli di ghiaie e di sabbie sciolte. Il grado di addensamento aumenta anche con la profondità. I risultati vengono schematizzati nelle tabelle seguenti con i parametri geomeccanici (valori caratteristici) per ogni orizzonte (NTC - punto 6.2.2):

Elaborando le letture di campagna, è possibile risalire alle principali caratteristiche dei terreni attraversati. In particolare ci fornisce una indicazione della granulometria e consente quindi di distinguere i terreni coesivi dai terreni incoerenti.

L'apparecchio utilizzato per l'esecuzione delle prove penetrometriche statiche è un penetrometro statico/dinamico TG 63-100/200 Pagani semovente e auto ancorante fornito di punta conica meccanica tipo "Begemann". L'operazione eseguita consiste nell'infiiggere nel terreno le aste provviste di punta conica, misurando il numero di colpi necessari N_{20} per l'infissione delle aste in tratti consecutivi di 20 cm. Dalla prova abbiamo le letture ogni 20 cm delle resistenze alla punta e resistenze per attrito laterale lungo le aste (entrambe in Kg/cmq), da utilizzare per la caratterizzazione stratigrafica e geotecnica del sottosuolo con abachi e formule esistenti in letteratura.

alle NTC 2008.

stache, un sondaggio geognostico con prelievo di campione indisturbato per risalire alle caratteristiche stratigrafiche geotecniche e geomeccaniche, e un'indagine geofisica di tipo MASW per determinare il tipo di sottosuolo presente in relazione alle velocità di propagazione delle onde superficiali. Le indagini sono state realizzate in prossimità dell'area soggetta alla costruzione degli edifici, al fine di ottenere una parametrizzazione geotecnica e geomeccanica dei terreni, nonché per definire il tipo di suolo in relazione

740 - 840					
860 – 1100	Sabbie con intercalazioni ghiaie e ciottoli	1.85	29°	$1.5 * 10^{-2}$	-
1100 - 1140	Ghiaie e sabbie addensate	1.85	37°	$2.3 * 10^{-3}$	-

P2

profondità (cm)	stratigrafia	γ g/cm ³	ϕ	m_v cm ² /kg	c_u kg/cm ²
0 - 40	Terreno vegetale	1.85	-	-	-
40 – 180	Limi sabbioso e Sabbie limoso-argillose	1.85	35°	$1.7 * 10^{-2}$	0.7
180 - 420	Argille e Argille sabbioso-limose	1.85	-	$2.4 * 10^{-2}$	0.49
420 - 580	Sabbie da mediammente addensate a addensate	1.85	33°	$8.1 * 10^{-3}$	-
580 – 700	Sabbie addensate e ghiaie	1.85	33°	$1.0 * 10^{-2}$	-
700 – 900	Sabbie da addensate a molto addensate con ghiaietto	1.85	31°	$1.0 * 10^{-2}$	-
900 – 1120	Sabbie e Sabbie limose con intercalato ghiaietto	1.85	32°	$1.3 * 10^{-2}$	0.65
1120 - 1180	Ghiaie e sabbie addensate	1.85	29°	$2.0 * 10^{-2}$	-

ϕ =angolo di attrito interno Cu=coesione non drenata Ed=modulo edometrico

m_v =coefficiente di compressione volumetrica ($1/E_d$) γ = peso di volume del terreno

Per l'indagine geofisica è stata utilizzato il metodo MASW al fine di caratterizzare la velocità delle onde sismiche trasversali S_h dei terreni presenti, per determinare il parametro V_{s30} , necessario per classificare il suolo per la definizione dell'azione sismica di progetto (NTC 14/01/2008). La tecnica MASW consiste in energizzazione con sorgente attiva e registrazione simultanea su 12 o più canali, utilizzando uno standimento di geofoni a componente verticale proporzionale alla profondità di indagine. In particolare per l'area in esame è stata utilizzata attrezzatura con 24 canali e i geofoni spazati di 2,0m. Con i dati acquisiti dall'indagine stessa viene elaborata una sequenza sismo-stratigrafica con la suddivisione degli strati con le

categoria	descrizione
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di V_{s30} superiori a 800 m/s eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione con spessore massimo pari a 3 m.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{spt, 30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $Cu, 30 > 250$ kPa nei terreni a grana fina)

Le categorie di sottosuolo di riferimento vengono definite seguendo la tabella riportata di seguito, come indicato dal D.M. 14/01/2008 punto 3.2.2 (Categorie di sottosuolo e condizioni topografiche); viene caratterizzato dal punto di vista geofisico e geotecnico il profilo stratigrafico del sottosuolo, suddiviso in cinque tipi di suolo più due speciali, stimando i valori della velocità media delle onde sismiche di taglio mediate, ovvero sul numero di colpi N_{spt} ottenuti in una prova penetrometrica dinamica, ovvero sulla coesione non drenata media Cu :

6.1 CATEGORIE DI SOTTOSUOLO

analogue caratteristiche di velocità di propagazione della onde sismiche trasversali. I risultati dell'indagine stessa sono riportati in allegato alla presente relazione.

Inoltre è stato effettuato un sondaggio geognostico tramite Sonda IPC Drill 650 a rotazione con carotaggio continuo; il diametro di perforazione risulta di 101 mm, quello del rivestimento di 126 mm e la profondità investigata risulta di -12,00 m dal p.c.. Il sondaggio è stato effettuato in porzione intermedia rispetto la progettazione dei due edifici in modo da risalire alla stratigrafia del sottosuolo, dunque per la ricostruzione di sezione stratigrafica tramite le due prove penetrometriche, realizzate ai lati dello stesso sondaggio. Dal sondaggio è stata ricostruita una stratigrafia a grandi linee del sottosuolo (come riportato in allegato alla presente relazione), dalla quale si evince che il terreno passa da limi sabbiosi a sabbie più o meno addensate; poi si ha uno strato di limi sabbiosi argillosi per passare a maggiori profondità ad alternanza di sabbie con ghiaia, sabbie sciolte e ghiaie. Il grado di addensamento dei terreni aumenta con la profondità. In corrispondenza dei livelli ghiaiosi a maggiori profondità, durante il carotaggio è stata rilevata la presenza di acqua e di ciottoli di provenienza fluviale visto il loro grado di arrotondamento. Dal sondaggio è stato prelevato un campione indisturbato alla profondità che va da -1,90m dal p.c. a -2,40m dal p.c., e inviato in laboratorio per la caratterizzazione e parametrizzazione geotecnica del terreno, i cui risultati sono riportati nel certificato in allegato alla presente relazione.

C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{spt, 30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 \text{ kPa} < C_u < 250 \text{ kPa}$ nei terreni a grana fina)	
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{spt, 30} < 15$ nei terreni a grana grossa e C_u , $30 < 70 \text{ kPa}$ nei terreni a grana fina)	
E	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_{s30} > 800 \text{ m/s}$).	
S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di V_{s30} inferiori a 100 m/s (ovvero $10 \text{ kPa} < C_u < 20 \text{ kPa}$), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche	
S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.	

In base alla interpretazione dei risultati dell'indagine eseguita (conforme a quanto indicato nella recente Del. G.R. n.387 del 11/05/2009), in riferimento al D.M. 14/01/2008, per il terreno indagato è stato stimato un sottosuolo di categoria "B", ovvero si tratta di "Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 30 m/s e 800 m/s.

6.2 CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE SISMICA

La O.P.C.M. 3274 del 20/03/03, che individua 4 zone (le prime 3 coincidenti con quella della Legge n 64/1974), pone il Comune di Cecina in zona sismica 2, per la quale la stessa O.P.C.M. prevede un valore dell'accelerazione: $0,15 \text{ g} < a_g < 0,25 \text{ g}$. La D.G.R.T. 431/2006 (Riclassificazione sismica del territorio regionale in attuazione del D.M. 14/09/2005 e O.P.C.M. 3519/2006) declassa il Comune di Cecina in zona 3S, per la quale non viene diminuito il livello di protezione precedente e valgono comunque le azioni sismiche di progettazione della zona 2. Tale zona è stata istituita per quei comuni appartenenti alla zona 2 che cambiano zona al variare delle sottozone (classi mobili).

Con il D.M. 14/01/08, la stima della pericolosità sismica viene inoltre definita mediante un approccio "sito dipendente" e non più tramite un criterio "zona dipendente". L'azione sismica di progetto in base alla quale valutare il rispetto dei diversi stati limite viene definita partendo dalla "pericolosità di base" del sito di costruzione, che è l'elemento essenziale per la determinazione dell'azione sismica. In particolare, i caratteri del moto sismico sul sito di riferimento rigido orizzontale sono descritti dalla distribuzione sul territorio nazionale del valore dell'accelerazione massima a_g al sito e dei parametri (F_0 e T_c^*), che permettono di definire gli spettri di riposta elastici per la generica probabilità di eccedenza nel periodo di riferimento. Per la

determinazione dei parametri spettrali relativi al sito di intervento ci si riferisce alle informazioni disponibili nel reticolo di riferimento riportato nella tab. 1 dell'allegato B del suddetto decreto. In tale modo viene individuato lo scuotimento al suolo che deve essere corretto per tener conto delle modifiche prodotte dalle condizioni locali del sottosuolo effettivamente presente nel sito di costruzione e dalla morfologia della superficie:

- Categoria di sottosuolo B

- Coefficiente di amplificazione stratigrafica $SS = 1,5$ (tabella 3.2.V - NTC)

- Coefficiente di amplificazione topografica $ST = 1,0$ (tabella 3.2.VI - NTC)

Tipo di costruzione	2
Vita nominale VN	≥ 50 anni
Classe d'uso	II
Coefficiente d'uso Cu	1,0
Vita o periodo di riferimento VR=VN x Cu	50 anni

Considerando i dati per l'intervento sul sito di interesse sono stati ricavati mediante l'utilizzo del programma di calcolo della GeoStru, i seguenti parametri sismici:

Sito in esame: Latitudine:43.300121 - Longitudine:10.526044

Classe: 2

Vita nominale: 50

Siti di riferimento:

	ID	Latitudine [°]	Longitudine [°]	Distanza [m]
Sito 1	22045	43,295630	10,467170	4790,6
Sito 2	22046	43,297390	10,535770	843,7
Sito 3	21824	43,347360	10,533360	5286,0
Sito 4	21823	43,345600	10,464690	7085,7

Parametri sismici
 Categoria sottosuolo: B
 Categoria topografica: T1
 Periodo di riferimento: 50 anni
 Coefficiente cu: 1

	Prob. o superament [%]	Tr [anni]	ag [g]	Fo [-]	Tc* [s]
Operatività (SLO)	81	30	0,034	2,555	0,204
Danno (SLD)	63	50	0,042	2,549	0,223
Salvaguardi	10	475	0,100	2,549	0,272

a della vita (SLV)					
Prevenzion e dal collasso (SLC)	5	975	0,126	2,554	0,280

Coefficienti Sismici

	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	Kh [-]	Kv [-]	Amax [m/s²]	Beta [-]
SLO	1,200	1,510	1,000	0,008	0,004	0,401	0,200
SLD	1,200	1,490	1,000	0,010	0,005	0,496	0,200
SLV	1,200	1,430	1,000	0,024	0,012	1,171	0,200
SLC	1,200	1,420	1,000	0,036	0,018	1,481	0,240

6.3 CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA

PARAMETRI CARATTERISTICI E CONTRIBUTO ALLE VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO (SLU)

In relazione alle caratteristiche progettuali dell'intervento, per la tipologia di fondazione sono state prese in considerazione due fondazioni a platea per i due edifici di lunghezza circa di 3200cm x 750cm per la prima e di 1900cm x 750cm per la seconda posta alla profondità di circa -0,40 m da p.c.. In tal modo, l'unità litotecnica di fondazione è costituita dall'orizzonte costituito da sabbie limoso-argillose e limi sabbioso-argillosi; su tale unità saranno calcolate le resistenze di progetto necessarie per le verifiche della sicurezza (SLU) con i seguenti parametri caratteristici.

$$C_u = 0.9 \text{ Kg/cm}^2, \phi = 37^\circ; \gamma = 1.95 \text{ gr/cm}^3$$

Va ricordato che per i valori di progetto da adottare nel calcolo per Combinazioni contenenti M2 si ottengono dividendo i valori caratteristici per un coefficiente riduttivo parziale, secondo quanto indicato nelle NTC (Tabella 6.2.11 del T.U. 14/01/2008).

Per una stima del calcolo del valore di progetto della resistenza del terreno Rd viene utilizzata la formula di Terzaghi:

$$R_d = Q_{lim} = (1 + 0.2B/L) C_u N_c + \gamma D N_q + (1 - 0.2B/L) \gamma B/2 N_\gamma$$

dove:

q_r = carico di rottura

D = prof. Piano fondazione

γ = peso specifico terreno fondazione

C_u = coesione non drenata

B = larghezza fondazione

Σ = sommatoria

N_c, N_q, N_γ = coefficienti di capacità portante (fattori adimensionali)

Il valore di calcolo della resistenza del terreno Rd deve essere maggiore del valore di progetto dell'azione o degli effetti delle azioni Ed.

$$R_d \geq E_d$$

Secondo le nuove NTC, per le fondazioni superficiali, le verifiche agli SLU devono essere effettuate nei confronti dei seguenti stati limite:

- SLU di tipo geotecnico (GEO)

Collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno

Collasso per scorrimento sul piano di posa

Stabilità globale

- SLU di tipo strutturale (STR)

Raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali

Nel presente elaborato viene calcolato il valore delle resistenze del terreno nelle condizioni di progetto, come contributo esclusivamente alla verifica allo SLU per collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno. La verifica finale dovrà essere eseguita, tenendo in considerazione tutte le azioni, da parte del progettista strutturale.

La verifica alla stabilità globale deve essere effettuata secondo:

Approccio 1 – Combinazione 2: DA1.2 = (A2+M2+R2)

Le altre verifiche devono essere effettuate con almeno uno dei due approcci:

Approccio 1 – Combinazione 1 = (A1+M1+R1)

Approccio 1 – Combinazione 2 = (A2+M2+R2)

Approccio 2 – Combinazione 2 = (A1+M1+R3),

e considerando i coefficienti parziali riportati nelle seguenti tabelle (Tab.6.2.I,6.2.II e 6.4.I):

Tabella 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni.

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente Parziale γ_f (o γ_R)	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole				
Permanenti non strutturali (1)	Favorevole	γ_{G2}	0,0	1,3	1,0
	Sfavorevole				
Variabili	Favorevole	γ_{Q1}	1,5	1,5	1,3
	Sfavorevole				

(1) Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. i carichi permanenti portati) siano computativamente definiti, si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

Tabella 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE γ_m	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'$	γ_ϕ	1,0	1,25
Coesione efficace	c'	γ_c	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{uh}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ	γ_γ	1,0	1,0

VERIFICA	Capacità portante	Scorrimento
COEFFICIENTE PARZIALE (R1)	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,0$
COEFFICIENTE PARZIALE (R2)	$\gamma_R = 1,8$	$\gamma_R = 1,1$
COEFFICIENTE PARZIALE (R3)	$\gamma_R = 2,3$	$\gamma_R = 1,1$

Tabella 6.4.1 - Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi di fondazioni superficiali.

Di seguito si riportano in sintesi i risultati del calcolo delle resistenze di progetto (nella verifica allo SLU di collasso per carico limite dell'insieme terreno-fondazione) nei vari approcci e combinazioni:

per la platea edificio 1

	γ_R	γ_ϕ	ϕ	Rd (kN/m ²)	A (m ²)	Rd (kN)
A1+M1+R1	1	1	38°	1818,07	264	479972,24
A2+M2+R2	1,8	1,25	38°	3030,13	264	799954,32
A1+M1+R3	2,3	1	38°	2371,40	264	626050,75

per la platea edificio 2

	γ_R	γ_ϕ	ϕ	Rd (kN/m ²)	A (m ²)	Rd (kN)
A1+M1+R1	1	1	35°	1178,22	160	188515,20
A2+M2+R2	1,8	1,25	35°	1963,71	160	314193,60
A1+M1+R3	2,3	1	35°	1536,81	160	245889,60

Si ricorda che nella presente relazione viene calcolato il valore delle resistenze del terreno nelle condizioni di progetto, come contributo esclusivamente alla verifica allo SLU per collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno. Le verifiche finali dovranno essere eseguite, tenendo in considerazione tutte le azioni, da parte del progettista strutturale.

E' preferibile comunque: eseguire lo scavo a setti e non a tutto fronte, l'esecuzione degli scavi in periodi non piovosi e la realizzazione a breve termine delle strutture stesse. Particolare attenzione andrà posta nell'esame dei terreni messi in luce dallo sbanramento al fine di adottare le opportune misure di sicurezza nel caso in cui si rilevassero lenti costituite da materiali con caratteristiche meccaniche peggiori di quelle risultanti dall'indagine eseguita. Lo stoccaggio definitivo e/o lo smaltimento del materiale di risulta degli scavi dovrà essere gestito nel rispetto della normativa vigente ed in particolare del D.L. 152/06 e s.m.i..

7. DESCRIZIONE DEL TIPO DI INTERVENTO

L'intervento in progetto prevede la realizzazione di due complessi residenziali adiacenti, per un totale di 9 edifici. Non si ritiene che vi sia possibilità di interferenza tra la profondità di scavo e la falda superficiale. Inoltre la regimazione delle acque superficiali non viene interessata dall'intervento. Pur non prevedendo durante lo scavo la presenza di acqua, si consiglia comunque di eseguire lo stesso nel periodo a basso rischio di plogge. I lavori dovranno essere eseguiti assicurando che il normale deflusso delle acque superficiali non determini fenomeni di ristagno o di erosione superficiale mantenendo l'attuale assetto delle acque superficiali nell'area di lavoro e nei terreni limitrofi. Il materiale di risulta dello scavo verrà riutilizzato per la sistemazione della zona sottoposta all'intervento, in conformità alle previsioni di progetto, assicurandone così il compattamento ed evitando eventuali fenomeni di ristagno d'acqua. In nessun caso il materiale in eccesso dovrà essere collocato in prossimità dei fronti di scavo o all'interno di impluvi, fossi o altre linee di sgrondo.

Dal sopralluogo sulla proprietà della committenza non è stata rilevata la presenza di zone di ristagno o linee di drenaggio preferenziali. Il recettore finale non risulta essere stato modificato. Dal sopralluogo si è potuto constatare che le acque superficiali scorrono prive di ostacoli verso valle.

Comunque l'area presenta una situazione geomorfologica ed idrogeologica stabile e dotata di buona regimazione delle acque superficiali che non determinano alcun ristagno di acqua e fenomeni di erosione nella zona oggetto dell'intervento. Si può dunque ritenere che la realizzazione di quanto in progetto non altererà la situazione geomorfologica, né l'assetto idrogeologico dei luoghi.

9. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE SULLA IDONEITÀ DELL'AREA

La zona in esame viene classificata dalle indagini geologico-tecniche a supporto del P.S. e del R.U.; le condizioni messe in evidenza dalle carte del P.S. del Comune di Cecina rispecchiano la situazione di stabilità che è stata riscontrata.

Nella Carta di pericolosità allegata al P.S. del comune di Cecina, la zona in esame ricade nel grado di pericolosità geologica 2 (pericolosità bassa). Come già accennato l'area indagata si presenta stabile, dotata di una buona regimazione delle acque superficiali e non si evidenziano fenomeni di erosione e di ristagno.

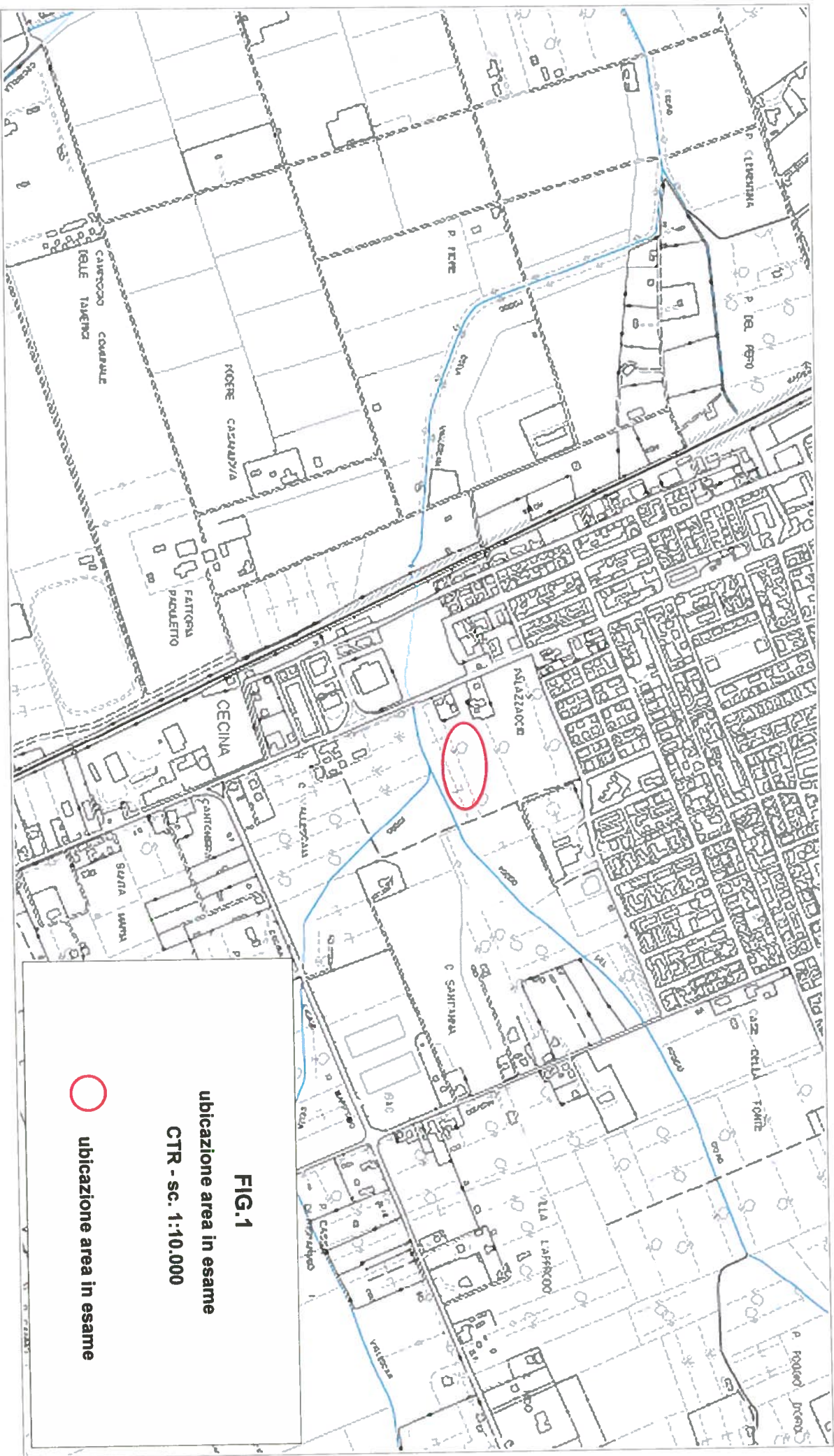
Non si sono rilevate forme in grado di amplificare la risposta sismica e la situazione morfologica non fa prevedere effetti di amplificazione della risposta sismica per instabilità dinamica dovuta a effetti litologici, frane, cedimenti.

Si rimane comunque a disposizione per chiarimenti ed informazioni necessari.

Limite sull'Arno, 14 maggio 2012

Dott. Geol. Andrea Mariottini





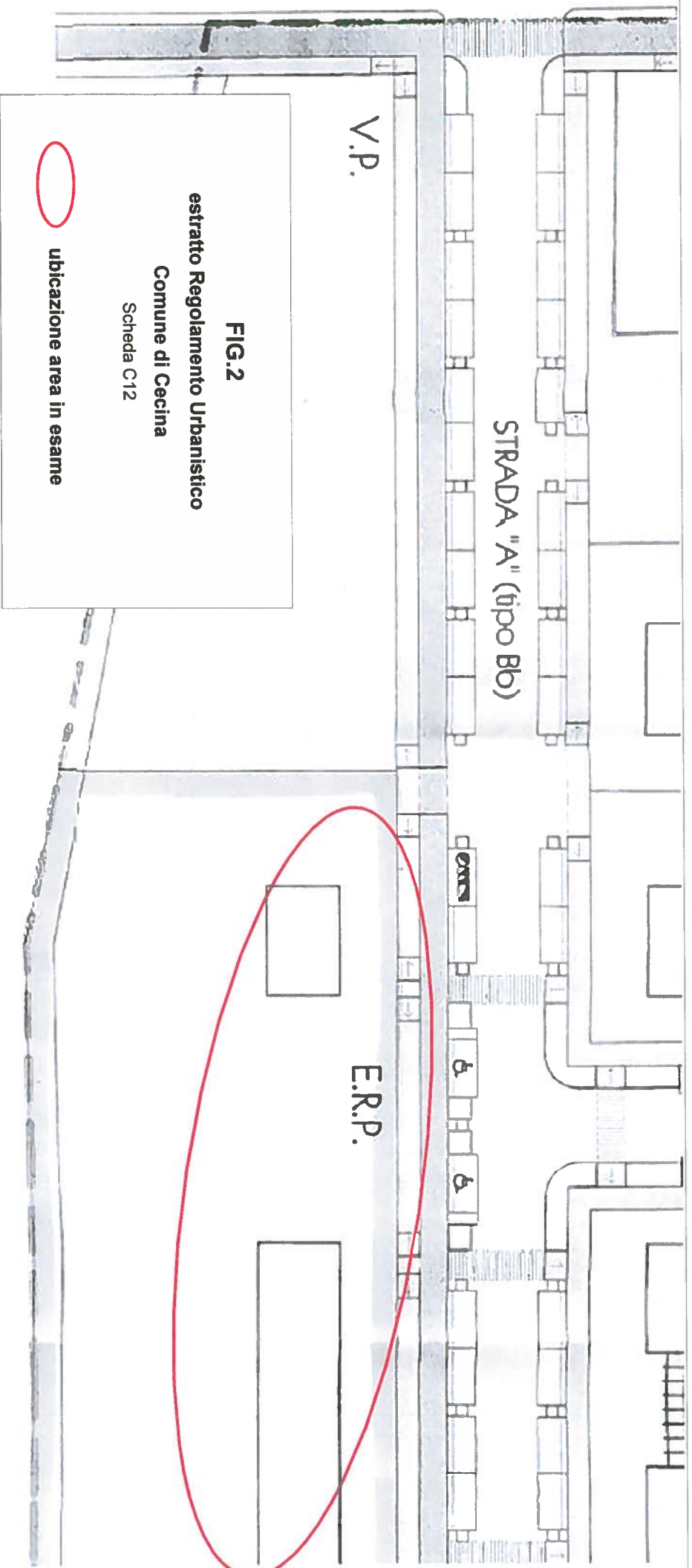
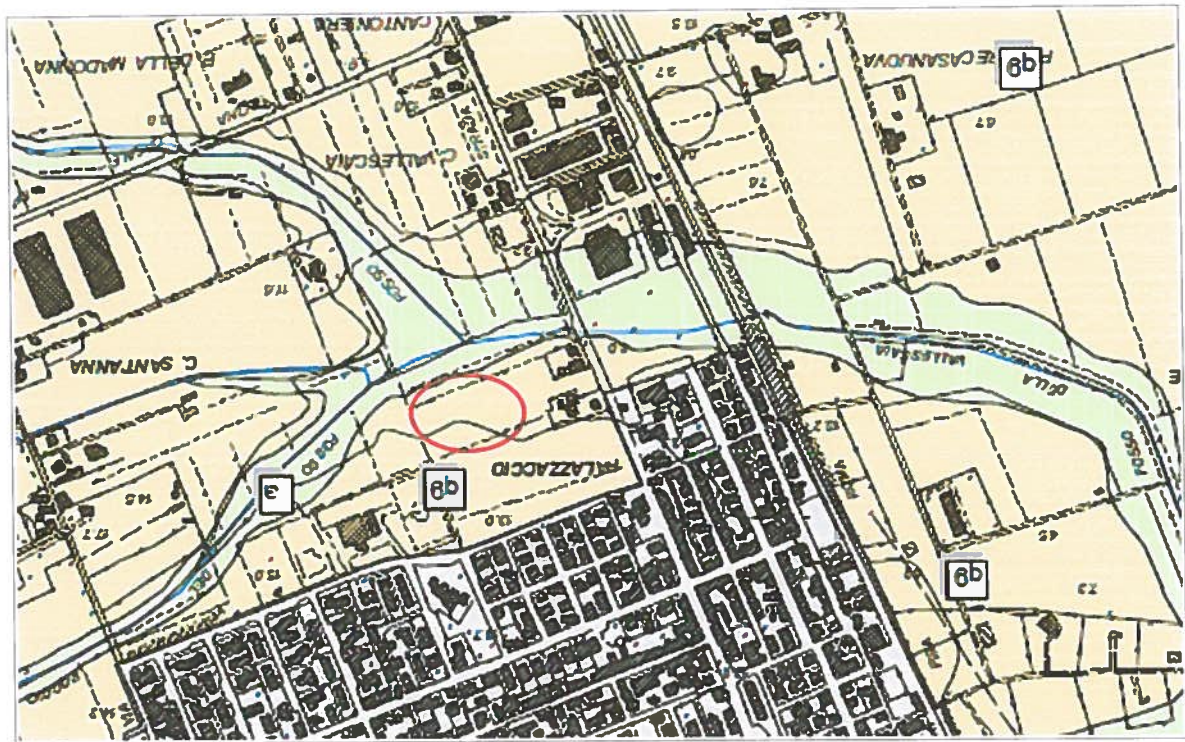


FIG. 3
 ESTRATTO CARTA GEOLOGICA - GEOMORFOLOGICA E LITOTECNICA
 P.S. COMUNE CECINA - 2002
 SC. 1:10.000



AREA IN ESAME

u - urbanizzato

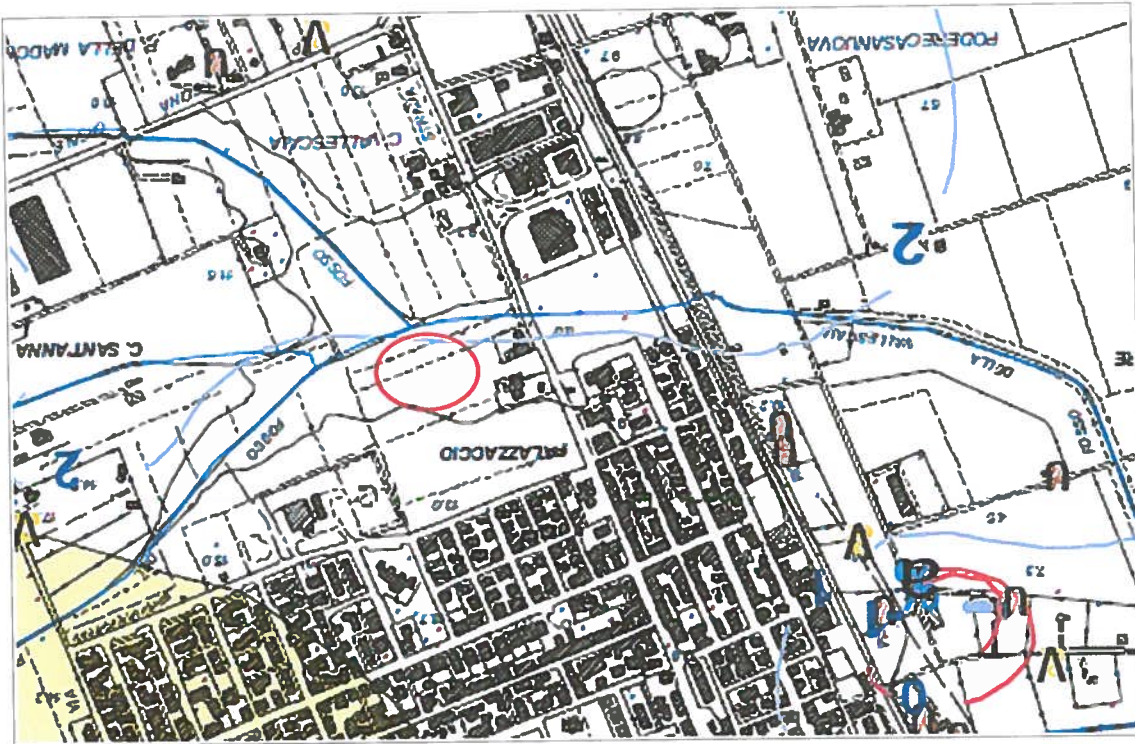
a - depositi alluvionali

q9 - Sabbie rosso arancio di Donoratico

FIG. 4

ESTRATTO CARTA PIEZOMETRICA
ISOPNEUMICHE MEDIE DI MORBIDA
P.S. COMUNE CECINA 2002
SC. 1:10.000

N



AREA IN ESAME

LEGENDA

Isopneumiche magra (m s.l.m.)
(Provincia di Livorno)
Isopneumica 0 m s.l.m.)

Pozzi civili acquedotto (ASA)

Punti di monitoraggio acque marine

Pozzi (profondità in m dal p.c.)

0 - 20
20 - 50
50 - 120

zone di alto piezometrico relativo
zone di basso piezometrico relativo

FIG. 5

ESTRATTO CARTA PIEZOMETRICA

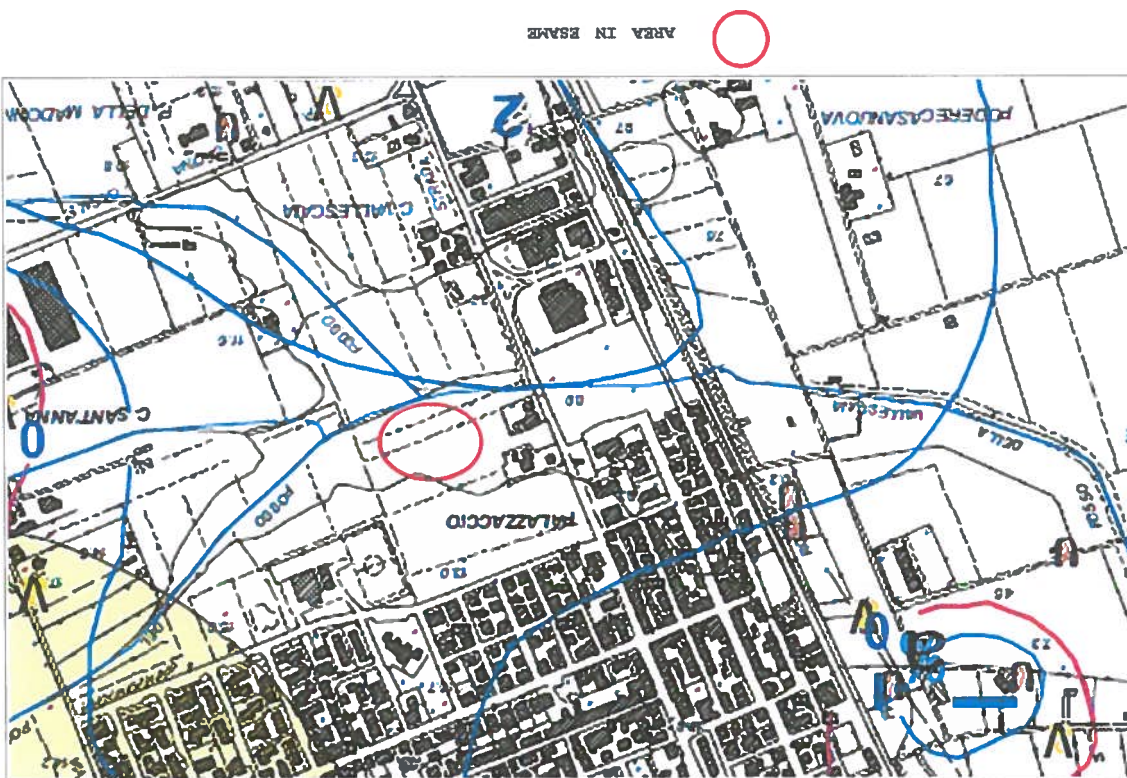
ISOFREATICHE MEDIE DI MAGRA

P.S. COMUNE CECINA 2002

sc. 1:10.000



N



LEGENDA

Isofreatiche magra (m s.l.m.)
(Provincia di Livorno)
Isofreatica 0 m s.l.m.)

Pozzi civili acquedotto (ASA)

Punti di monitoraggio acque marine

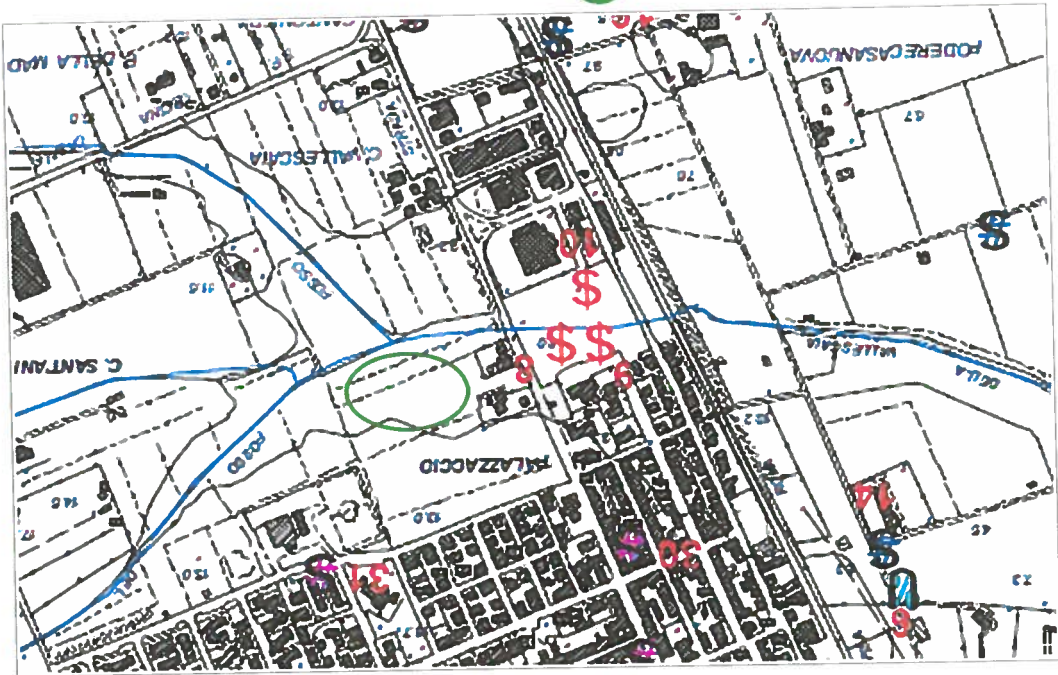
Pozzi (profondità in m dal p.c.)

0 - 20

20 - 50

50 - 120

+ zone di alto piezometrico relativo
- zone di basso piezometrico relativo



AREA IN ESAME

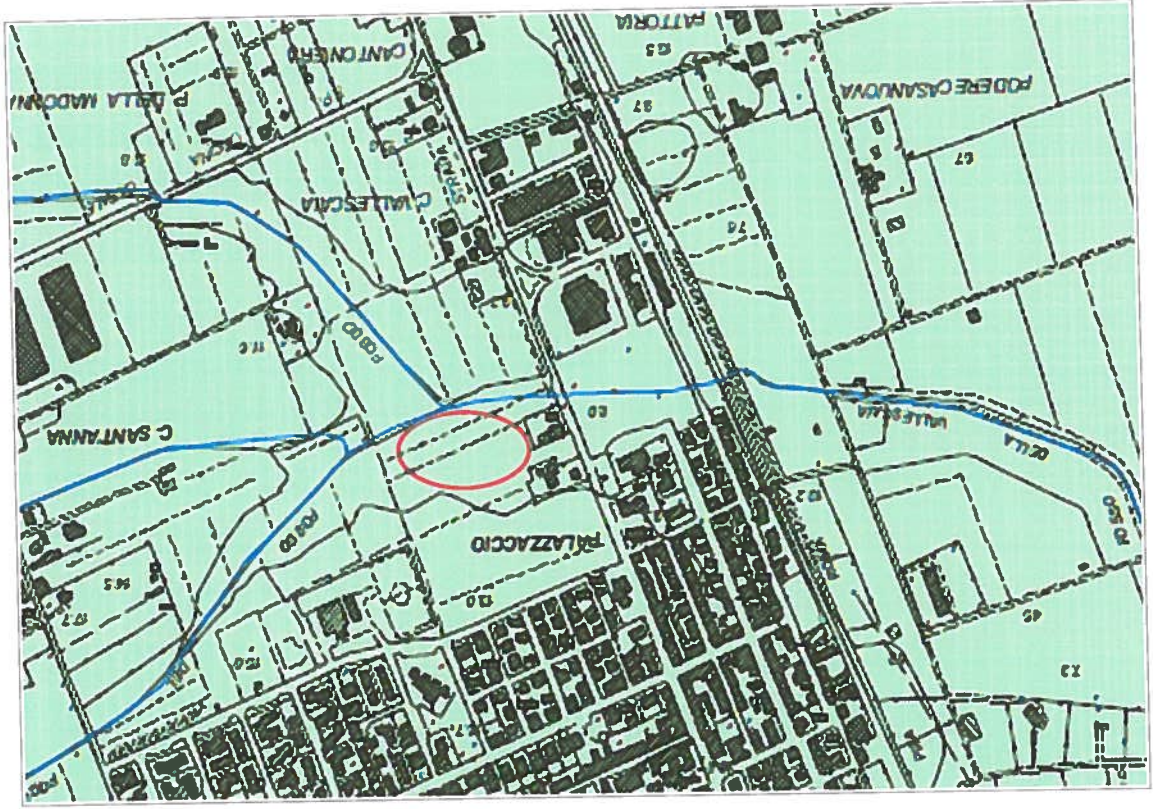
LEGENDA

- sondaggio geognostico
- prova penetrometrica dinamica
- prova penetrometrica statica
- pozzo a stratigrafia nota



N

FIG. 7
 CARTA DEI DATI DI BASE
 P.S. COMUNE CRECINA - 2002
 SC. 1:10.000



BASSA
2

UBICAZIONE AREA IN ESAME



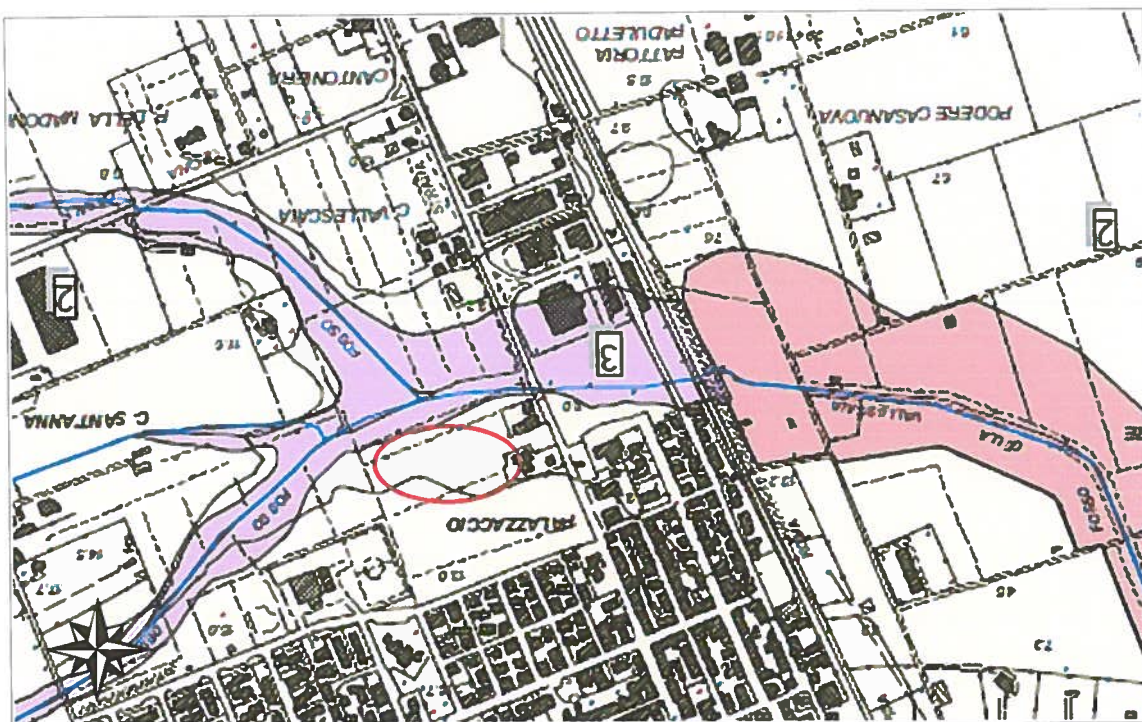
N

STRATTO CARTA PERICOLOSITÀ GEOLOGICA
P.S. COMUNE DI CECINA - 2002
sc. 1:10.000

FIG. 8

- | | | |
|---|---------|---|
| 4 | ELEVATA |  |
| 3 | MEDIA |  |
| 2 | BASSA |  |

UBICAZIONE AREA IN ESAME



N

STRATTO CARTA PERICOLOSITÀ IDRAULICA
P.S. COMUNE DI CECINA – 2002
sc. 1:10.000

FIG. 9

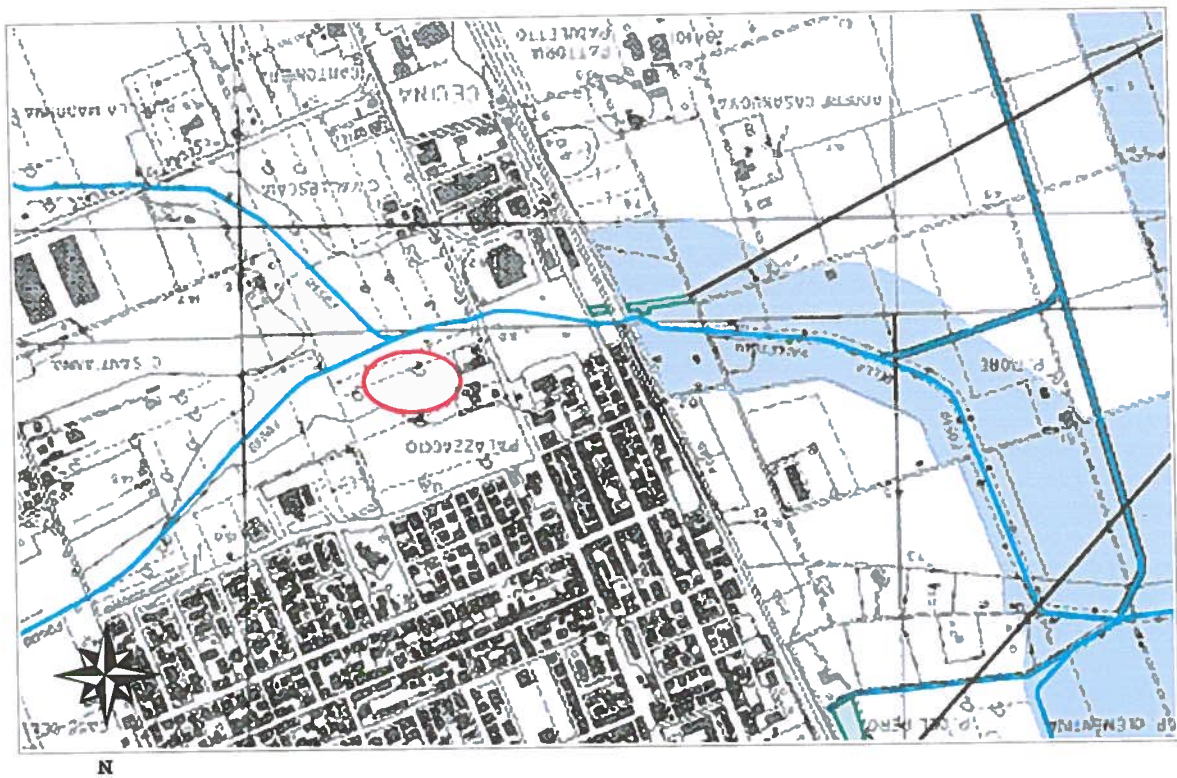
ESTRATTO CARTA PREVISIONI E INTERVENTI MESSA IN SICUREZZA IDRAULICA CORSI D'ACQUA

AUTORITÀ DI BACINO TOSCANA COSTA

P.A.I. - PIANO ASSETTO IDROGEOLOGICO

sc. 1:17.500

FIG. 10



UBICAZIONE AREA IN ESAME



Pericolosità idraulica

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

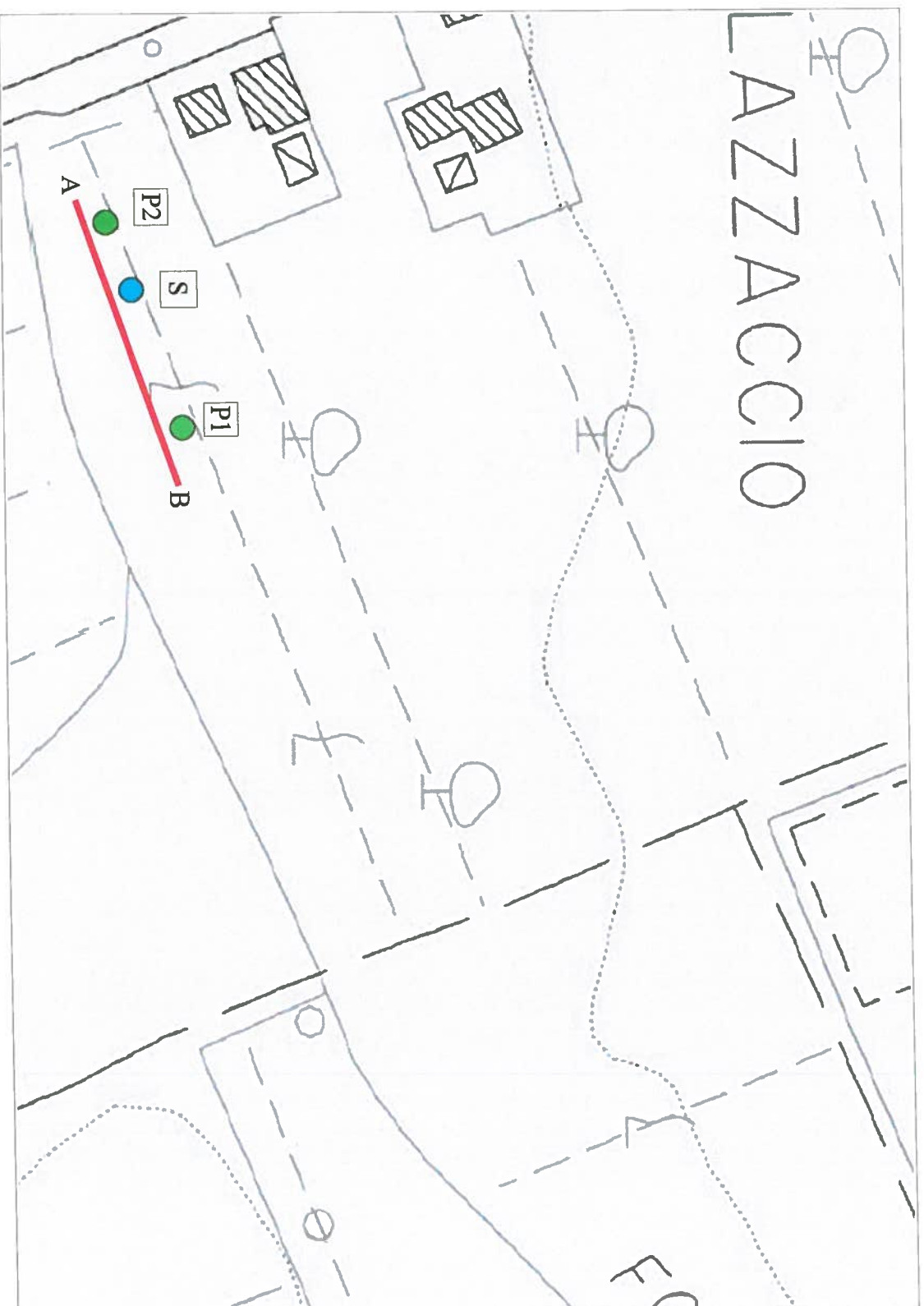


Elevata (P.I.E.)











Reticolo idrografico significativo





- ubicazione indagini 1:2000
- A-B sezione litostратigrafica
- P1, P2 prove penetrometriche
- S sondaggio

SEZIONE LITOSTRATIGRAFICA A-B

	TERRENO VEGETALE		SABBIE LIMOSE CON CIOTOLI
	LIMI SABBIOSO ARGILLOSI E/O SABBIE LIMOSO ARGILLOSE	P1 P2	UBICAZIONE PROVE PENETROMETRICHE
	ARGILLE LIMOSO-SABBIOSE	S	UBICAZIONE SONDAGGIO
	SABBIE DA MEDIAMENTE ADDENSATE A MOLTO ADDENSATE		
	SABBIE ADDENSATE E GHIAIE		
	GHIAIE		
	SABBIE CON INTERCALATE GHIAIE E CIOTOLI		
P2		S	
			P1

