

**GEOLOGI DOTT.
SERGIO MESSINEO E
PAOLO MESSINA**

STUDIO: VIA ADRAGNA 47 – TRAPANI, TEL.:/FAX: 092325113;
CELL.: 3358356184. ABIT.: VIA MONZA 4 – ERICE, TEL.:0923562304



**RELAZIONE GEOLOGICA RELATIVA AL PROGETTO
PER LA REALIZZAZIONE DI UN CENTRO SERVIZI,
UFFICI, ATTIVITÀ COMMERCIALI, MOSTRE,
ESPOSIZIONI, ATTIVITÀ RICREATIVE E DI SVAGO,
ZONE DA ADIBIRE A VERDE PUBBLICO, PIAZZE E
VIABILITÀ, SITO IN C/DA OSPEDALETTO NEL
COMUNE DI PISA**

COMMITTENTE:
Ditta EDIL CENTRO S.R.L.

Per Presa Visione:
Arch. MARCO SERENI

I GEOLOGI

Dott. Geol. Paolo Messina

Dott. Geol. Sergio Messineo



SCHEDA DI CERTIFICAZIONE INDAGINI GEOLOGICO-TECNICHE

Il sottoscritto Geologo Dott. Messineo Sergio iscritto..... all'Ordine Professionale dei geologi della Sicilia al N. 1356 avendo conseguito l'abilitazione professionale all'attività di Geologo, avente il proprio studio in Via Monza, n. 5 del Comune di Erice - Casa Santa (TP) Codice Fiscale n. MSSSRG68S06E974P in seguito a incarico ricevuto da EDILCENTRO S.r.l.
Ai sensi del comma 5 dell'art.32 della L.R. 16.1.95 n. 5 modificata con L.R. 3.11.95 n.96;

CERTIFICA

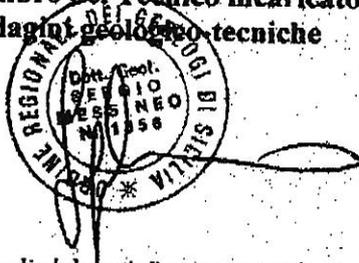
che le indagini geologico-tecniche previste all'art.1 della L.R. 17.4.84 n.21 e dalle direttive regionali approvate con D.C.R. n. 94 del 12.2.85, integrate sulle problematiche idrauliche dal P.I.T. e, ove contengano norme più restrittive, dal P.T.C.P. e/o dal P.S., oltrechè da eventuali norme emanate per i bacini nazionali, interregionali e regionali, relative all'atto di pianificazione urbanistica del Comune di Pisa (Provincia di Pisa), denominato Centro Direzionale Ospedaletto Pisa posto in via Emilia

SONO ADEGUATE ALLE DISPOSIZIONI VIGENTI

Tali indagini sono costituite dai seguenti elaborati:

- 1) Carta della pericolosità;
- 2) Carta della fattibilità riferita ai perimetri della zonazione urbanistica dell'atto di pianificazione da adottare;
- 3)
- 4)
- 5)
- 6)
- 7)
- 8)

Firma e timbro del Tecnico incaricato per le indagini geologico-tecniche



30 APR. 2004 data

Si ricorda che gli elaborati di cui ai precedenti punti 1) e 2) sono obbligatori.

GEOLOGI DOTT. SERGIO MESSINEO E PAOLO MESSINA

STUDIO: VIA ADRAGNA 47 – TRAPANI, TEL.:/FAX: 092325113;
CELL.: 3358356184. ABIT.: VIA MONZA 4 – ERICE, TEL.:0923562304

RELAZIONE GEOLOGICA RELATIVA AL PROGETTO
PER LA REALIZZAZIONE DI UN CENTRO SERVIZI,
UFFICI, ATTIVITÀ COMMERCIALI, MOSTRE,
ESPOSIZIONI, ATTIVITÀ RICREATIVE E DI SVAGO,
ZONE DA ADIBIRE A VERDE PUBBLICO, PIAZZE E
VIABILITÀ, SITO IN C/DA OSPEDALETTO NEL
COMUNE DI PISA

COMMITTENTE:
Ditta EDIL CENTRO S.R.L.



Per Presa Visione:
Arch. MARCO SERENI



I GEOLOGI

Dott. Geol. Paolo Messina

Dott. Geol. Sergio Messineo



INDICE

Premessa	pag. 2
1 - Inquadramento geologico e geotecnico	pag. 3
1.1 – Pericolosità geologico – morfologica	pag. 6
2 – Inquadramento idrogeologico e idraulico	pag. 7
2.1 – Rischio idraulico	pag. 9
Conclusioni	pag. 11
Allegati	
Ubicazione lotto. Scala 1:2000.	pag. 13
Estratto carta perimetrazione delle aree con pericolosità idraulica (PAI). Scala 1:25.000	pag.14
Estratto carta delle aree allagate (PAI). Scala 1:25.000	pag.15



Premessa

Il seguente studio, commissionato dalla EDIL CENTRO s.r.l., è finalizzato ad una valutazione preliminare delle caratteristiche geologico – tecniche, idrogeologiche e geomorfologiche di un'area che si colloca a margine dell'insediamento produttivo di Ospedaletto, nel territorio comunale di Pisa.

Su una superficie territoriale di 60.840 mq. è prevista la realizzazione di quindici edifici, con piani fuori terra e piani interrati, che costituiranno un centro per servizi, uffici, attività commerciali, mostre, esposizioni, attività ricreative e di svago, e di zone da adibire a verde pubblico, piazze e viabilità.

L'area oggetto dell'intervento è delimitata a sud dalla Via Emilia, e risulta compresa tra Via Pontecorvo e Via Meucci.

Nella presente relazione verranno presi in considerazione i vincoli di fattibilità legati alle condizioni geologico-idrauliche e alle corrispondenti classi di pericolosità a cui appartiene l'intero territorio oggetto di studio.



1 – Inquadramento geologico e geotecnico

Nell'area in oggetto, pressoché pianeggiante (quota media di circa 2 m s.l.m.) e posta a sud del Fiume Arno, affiorano terreni di età relativamente recente datati dal Pleistocene superiore all'Olocene che proseguono in profondità per circa 30 metri.

L'attuale situazione geologica e stratigrafica degli strati superficiali di terreno è legata principalmente alle attività di trasporto ed esondazione dell'Arno, nonché alle variazioni del suo corso fluviale, ed è il risultato delle variazioni eustatiche del livello marino e dei variabili equilibri della dinamica costiera. In tale contesto geologico - deposizionale ci si aspettano dei depositi non sempre omogenei nella loro distribuzione, improvvise variazioni laterali e livelli a giacitura lenticolare di materiale con caratteristiche meccaniche diverse dal circostante.

Allo scopo di effettuare una ricostruzione della porzione di sottosuolo della zona di Ospedaletto sia dal punto di vista stratigrafico sia da quello geotecnico, interessante ai fini della progettazione edilizia, sono stati utilizzati i risultati di due prove C.P.T. eseguite in un lotto di terreno limitrofo a quello oggetto dello studio. Le prove sono state effettuate, sino ad una quota di 10 m dal p.c., con un penetrometro statico tipo Pagani IG 63/100 KN che permette la rilevazione ogni 20 cm dei dati di resistenza alla penetrazione (resistenza di punta Q_C , laterale F_S , totale Q_{TOT}).



Dalle due prove si può mediamente ricavare la seguente stratigrafia:

▶ dal p.c. a 0.4 m	<u>Terreno vegetale</u>
▶ da 0.4 m a 2.4 m	<u>Limo sabbioso – argilloso</u>
▶ da 2.4 m a 5.6 m	<u>Argilla compatta</u>
▶ da 5.6 m a 8 m	<u>Argilla tenera, plastica</u>
▶ da 8m a 10m	<u>Limo palustre</u>

Grazie ad un *software* di elaborazione, tarato su terreni alluvionali analoghi a quelli oggetto dell'indagine, è stato possibile effettuare una correlazione tra i parametri registrati, le caratteristiche litotecniche e le proprietà fisico – meccaniche più importanti dei terreni indagati, quali il peso per unità di volume (γ), la coesione (c_u), l'angolo di resistenza al taglio (Φ) e il coefficiente di densità volumetrica (m_v).

Il primo strato di terreno è da considerarsi **terreno vegetale**, eterogeneo, rimaneggiato dalla pratica agraria, che necessita di completa asportazione in caso di costruzione di manufatti.

Il secondo strato è costituito da **limo sabbioso – argilloso** di colore bruno – giallastro ha un peso per unità di volume $\gamma = 1.75 \text{ kg/cm}^3$, una modesta coesione non drenata $c_u = 0.2 \text{ kg/cm}^2$ ed un angolo di resistenza al taglio $\Phi = 25^\circ$. Sotto l'aspetto deformativo il coefficiente di compressibilità volumetrica m_v è pari a circa $0.018 \text{ cm}^3/\text{kg}$.

Il terzo strato di **argilla compatta**, che può presentare modesti livelletti (circa 20 cm) di argilla plastica, ha un peso per unità di volume $\gamma = 1.95 \text{ kg/cm}^3$, un valore medio di coesione non drenata $c_u = 0.6\text{0.7} \text{ kg/cm}^2$ e un coefficiente di compressibilità

volumetrica medio $m_v = 0.025$ cmq/kg. In base a prove edometriche effettuate su campioni indisturbati prelevati in orizzonti analoghi, è risultato che questo litotipo sia preconsolidato e caratterizzato quindi da una compressibilità ridotta. Tali terreni offrono buone garanzie sia dal punto di vista della capacità portante che dei cedimenti del terreno stesso.

Il quarto orizzonte individuato è costituito dalle **argille plastiche** di origine palustre che contraddistinguono il complesso dei sedimenti ad elevata compressibilità.

Queste argille possono contenere al loro interno lenti sabbiose più o meno spesse e, diversamente dalle sovrastanti, sono normalmente consolidate e quindi più suscettibili ai cedimenti. La compressibilità è, infatti, dell'ordine di $m_v = 0.04$ cmq /kg, il peso per unità di volume è $\gamma = 1.8$ kg/cmq e la coesione non drenata $c_u = 0.3$ kg/cmq.

Spesso, all'interno di queste argille, si trovano degli strati torbosi la cui frequenza e spessore influenzano ancora negativamente il comportamento meccanico di questi terreni.

Dopo gli 8 metri di profondità è stato individuato un orizzonte costituito da **limo palustre** che presenta scadenti caratteristiche meccaniche, con parametri fisico – meccanici spesso non ricavabili direttamente da prove di laboratorio. I valori, noti in letteratura, di questi terreni sono: $c_u < 0.1$ kg/cmq, $\gamma = 1.7$ kg/cmq ed $m_v < 0.04$ cmq/kg.

1.1 - Pericolosità geologico – morfologica

Nella carta della pericolosità geologico – morfologica (integrata da analisi di tipo idraulico), appartenente allo studio geologico del Piano Strutturale del Comune di Pisa, l'area in oggetto è inserita in classe **3a – pericolosità medio bassa**.

In questa classe sono comprese aree in cui sono assenti fenomeni attivi, sono protette da opere idrauliche ed esistono notizie storiche di esondazioni dell'Arno. In questa classe rientrano, inoltre, tutte le zone in cui il tetto delle argille compressibili è posto a profondità maggiori di 2 m dal piano di campagna.

Un territorio pianeggiante, quale quello oggetto d'indagine, è soggetto a problemi di instabilità legati principalmente alle scadenti caratteristiche geotecniche dei terreni intereressati 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 insorgere fenomeni di consolidazione di entità non trascurabile con conseguenti cedimenti e cedimenti differenziali. Nell'area indagata, oltre a non essere riscontrabili fenomeni morfologici né in atto né potenziali, l'assegnazione della classe di pericolosità è supportata dalle prove penetrometriche che confermano la posizione del tetto delle argille plastiche a profondità variabile tra i 5 m e gli 8 m dal p.c. Dal punto di vista geotecnico la situazione è da considerarsi non preoccupante.



2 – Inquadramento idrogeologico e idraulico

I litotipi presenti, sia in affioramento sia in sottosuolo, mostrano diversità litologiche e tessiturali che determinano sostanziali differenze nel comportamento idrogeologico e in particolare dal punto di vista della permeabilità.

Il terreno superficiale ed il successivo (limo sabbioso) sono caratterizzati, fino a circa 3m di profondità, da una permeabilità primaria; essi costituiscono un sistema acquifero di tipo freatico che comprende alcune limitate falde sospese scarsamente utilizzate per le scarse quantità e qualità delle acque.

Gli orizzonti più profondi risultano impermeabili fino ad una profondità di circa 6m. Il grado di umidità dei terreni successivi è tale da renderli saturi.

Le acque che condizionano l'idrologia dell'area oggetto di studio non sono quelle dell'Arno che, essendo totalmente arginato, costituisce un sistema idraulico a se stante (Sistema Idraulico dell'Arno), ma quelle di fossi e canali che costituiscono i sistemi di bonifica estesi per gran parte dell'intero territorio comunale (Sistemi di bonifica a scolo naturale e meccanico), e, in particolare, del sistema di bonifica dell'Arnaccio, unite alle acque meteoriche.

Il comprensorio della bonifica si estende oltre il territorio comunale, e racchiude la zona compresa ad Est dell'allineamento Strada Putignano – Le Rene – “Fosso Caligi”. Il limite Sud è la “Fossa Chiara”, il limite Nord è la golenata sinistra dell'Arno, il limite Ovest è la bonifica di Coltano e di S.Giusto, il limite Est è la “Fossa Chiara”.

Si distinguono due sottobacini:

- ✓ Sottobacino di bonifica a scolo meccanico: limitato a Nord dall'allineamento circa Est – Ovest “Fosso Vecchio di Oratoio – Fosso

Vecchio di Titignano”, a Nord – Ovest dal “Fosso Vecchio di Oratoio” e dalla Via Emilia, a Ovest dal “Fosso Caligi”, a Sud dalla “Fossa Chiara”.

I vari antifossi convogliano le acque all'idrovora dell'Arnaccio, la quale le immette nella “Fossa Chiara”. Un piccolo sottobacino a scolo meccanico nella porzione occidentale del comprensorio di bonifica convoglia le acque, attraverso l'impianto idrovoro di “Paludello”, nel “Fosso Caligi”.

- ✓ Sottobacino di bonifica a scolo naturale: scola le acque che provengono dal territorio a Sud dell'Arno, limitato a Sud dal sottobacino di bonifica a scolo meccanico dell'Arnaccio, a Ovest della Bonifica di S. Giusto e di Coltano, attraverso una serie di linee idrauliche principali che sono (nel territorio comunale): “Fosso Caligi”, “Fosso di Oratoio”, “Fosso di Titignano” che confluiscono nella “Fossa Chiara”.

La zona industriale di Ospedaletto, essendo invece a fognatura mista, scarica le acque nel “Fosso Caligi”. In quest'area i problemi di allagamento sono causati dalle acque alte, poiché il “Fosso Caligi” e il “Fosso di Titignano” hanno problemi di tracimazione delle sponde per insufficiente sezione idraulica in caso di eventi piovosi intensi. Questo causa frequenti allagamenti nelle zone più depresse.

Il lotto fa parte del sottobacino a scolo naturale; le acque che provengono dall'area in esame confluiscono nel “Fosso Caligi” che sfocia a sua volta nella “Fossa Chiara”.

2.1 – *Rischio idraulico*

Le fonti del rischio idrogeologico sono molteplici e legate ad una pluralità di fattori causali. In particolare, il *rischio idraulico* scaturisce dalla possibilità di danno a persone, beni o infrastrutture in conseguenza al trasporto di acqua e solidi trasportati nei corpi idrici superficiali. Può essere a sua volta suddiviso in *rischio da esondazione*, connesso al trasporto di massa liquida, e rischio *da dinamica d'alveo*, connesso al trasporto di sedimenti al fondo o in sospensione. Il rischio idraulico da *esondazione* trae origine dalla eventualità che una determinata area sia invasa dalle acque fuoriuscite da reti di drenaggio naturali e/o artificiali per insufficiente capacità di smaltimento delle portate in transito nella stessa rete, oppure per collasso di opere di contenimento.

Nel “ Progetto di Piano Stralcio per l’Assetto Idrogeologico (PAI) ”, redatto dall’autorità di Bacino Fiume Arno, l’area in oggetto è presente in cartografia in scala 1:25.000. In tale carta, prodotta nel febbraio 2002, è rappresentata la perimetrazione delle aree secondo classi di pericolosità idraulica, studiate a livello di sintesi secondo criteri geomorfologici e storico – inventariali; il lotto di terreno studiato è classificato “ P.I.2 – **aree a pericolosità media** ”. Con tale classe si indicano aree storicamente inondate dall’evento del 1966 e per le quali il PAI persegue l’obiettivo di integrare il livello di sicurezza alle popolazioni, mediante la predisposizione prioritaria da parte degli enti competenti ai sensi della legge 24 febbraio 1992, n. 225 – Regioni o Province – di programmi di previsione e prevenzione.

La zona è inoltre classificata come “area interessata da inondazioni eccezionali” nella “carta guida delle aree allagate redatta sulla base degli eventi alluvionali significativi (1966 – 1999), in scala 1:25.000.



La fase di prevenzione del rischio idraulico e geomorfologico comprende tutte quelle attività mirate alla sua mitigazione e si può articolare in due tipologie di intervento: gli interventi *strutturali*, che hanno come scopo la riduzione della pericolosità, e quelli *non strutturali*, finalizzati alla riduzione del danno che il verificarsi dell'evento calamitoso potrebbe causare.

Relativamente al rischio idraulico gli interventi strutturali *localizzati* comprendono le opere di *regimazione*, di *sistemazione* e quelle di *manutenzione*. Rientrano tra le prime gli interventi mirati all'abbattimento e al contenimento dei picchi di piena quali gli invasi, le casse di espansione, gli scolmatori, i diversivi e le opere di arginatura.

Le *casse di espansione* vengono generalmente posizionate nella parte bassa del reticolo idrografico, in zone pianeggianti dove è possibile individuare aree estese da destinare alla laminazione delle piene.

Conclusioni

Dagli studi effettuati e con l'ausilio dei dati meccanici a disposizione è stato possibile definire una stratigrafia media del sottosuolo indagato.

La presenza, entro i primi 5m dal p.c., di terreni con discreta resistenza a rottura e media compressibilità, consentirà alle fondazioni superficiali di scaricare le pressioni di esercizio nei maggiori incrementi tensionali. L'individuazione del tetto delle **argille compressibili** a circa 5.6m di profondità dovrà essere presa in considerazione per la valutazione del bulbo delle tensioni indotte da ogni particolare tipologia fondazionale.

Considerando la notevole estensione planimetrica del lotto e la natura eterogenea delle successioni geologiche presenti, si giudica indispensabile la predisposizione di indagini geognostiche di dettaglio estese ai manufatti in progetto. Tali indagini consentiranno una verifica della stratigrafia in corrispondenza dei manufatti e una corretta valutazione dei parametri geotecnici. Tale valutazione permetterà di stimare l'ammissibilità dei carichi applicati sia nei confronti dei cedimenti assoluti che dei cedimenti differenziali, fondamentale ai fini della corretta progettazione della struttura fondazionale più idonea.

Il piano di posa delle fondazioni dovrà superare la prima porzione di terreno maggiormente sensibile alle variazioni di umidità stagionale (circa 1m) e si dovranno, altresì, salvaguardare i locali interrati per la presenza della falda freatica entro i primi 3m dal p.c.



In atto non si sono riscontrati fenomeni di potenziale instabilità idraulica e geomorfologica, la situazione potrà essere mantenuta tale prevedendo la progettazione delle normali regimazioni delle acque pluviali e di ruscellamento.

I GEOLOGI

(Dott. Geol. Paolo Messina)



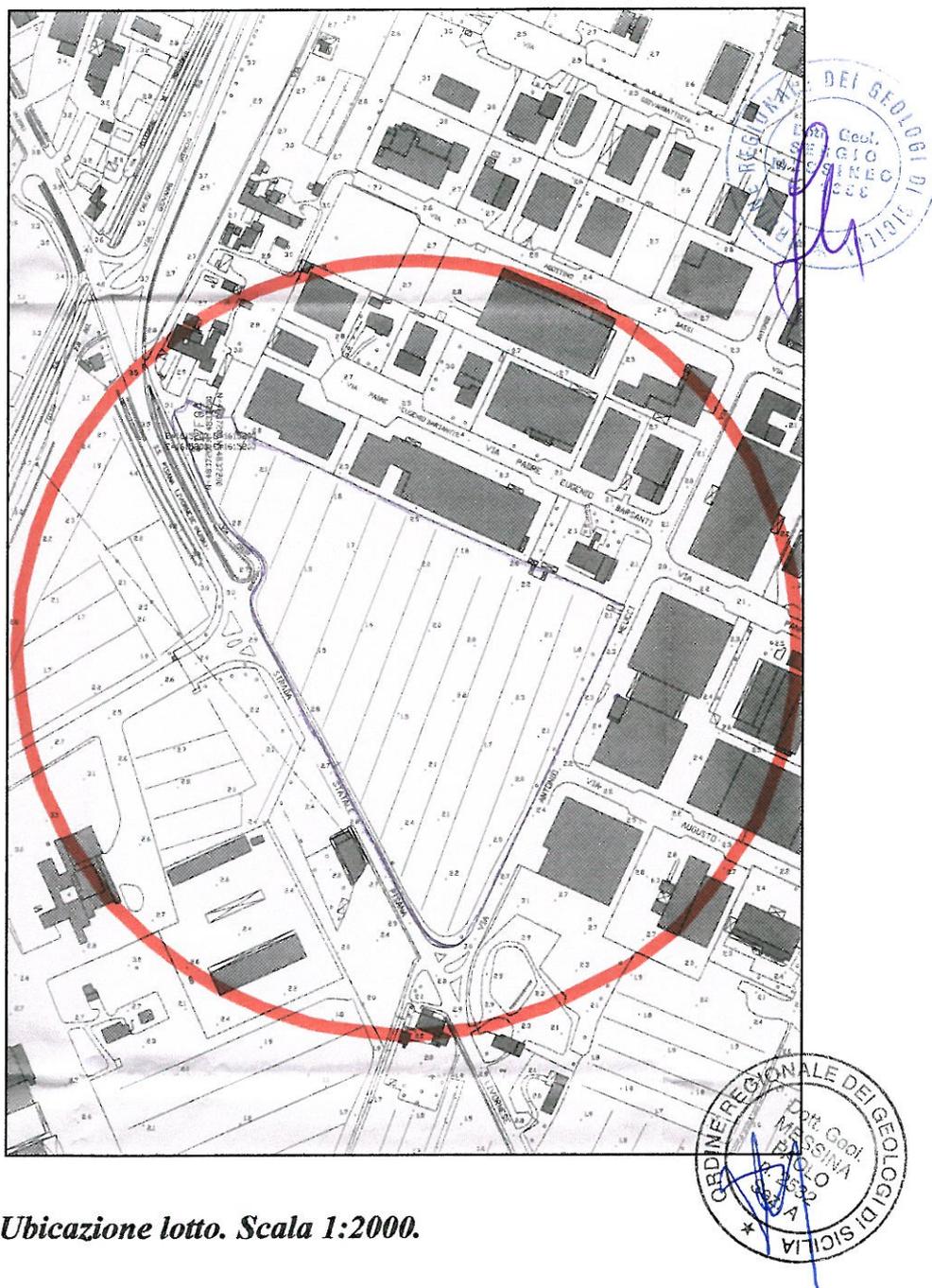
The stamp is circular with the text "ORDINE REGIONALE DEI GEOLOGI DELLA SICILIA" around the perimeter. In the center, it reads "Dott. Geol. MESSINA PAOLO", "N. 2532", and "SEZ. A". A blue ink signature is written over the stamp.

(Dott. Geol. Sergio Messineo)



The stamp is circular with the text "ORDINE REGIONALE DEI GEOLOGI DELLA SICILIA" around the perimeter. In the center, it reads "Dott. Geol. MESSINEO SERGIO", "N. 2532", and "SEZ. A". A blue ink signature is written over the stamp.

Allegati



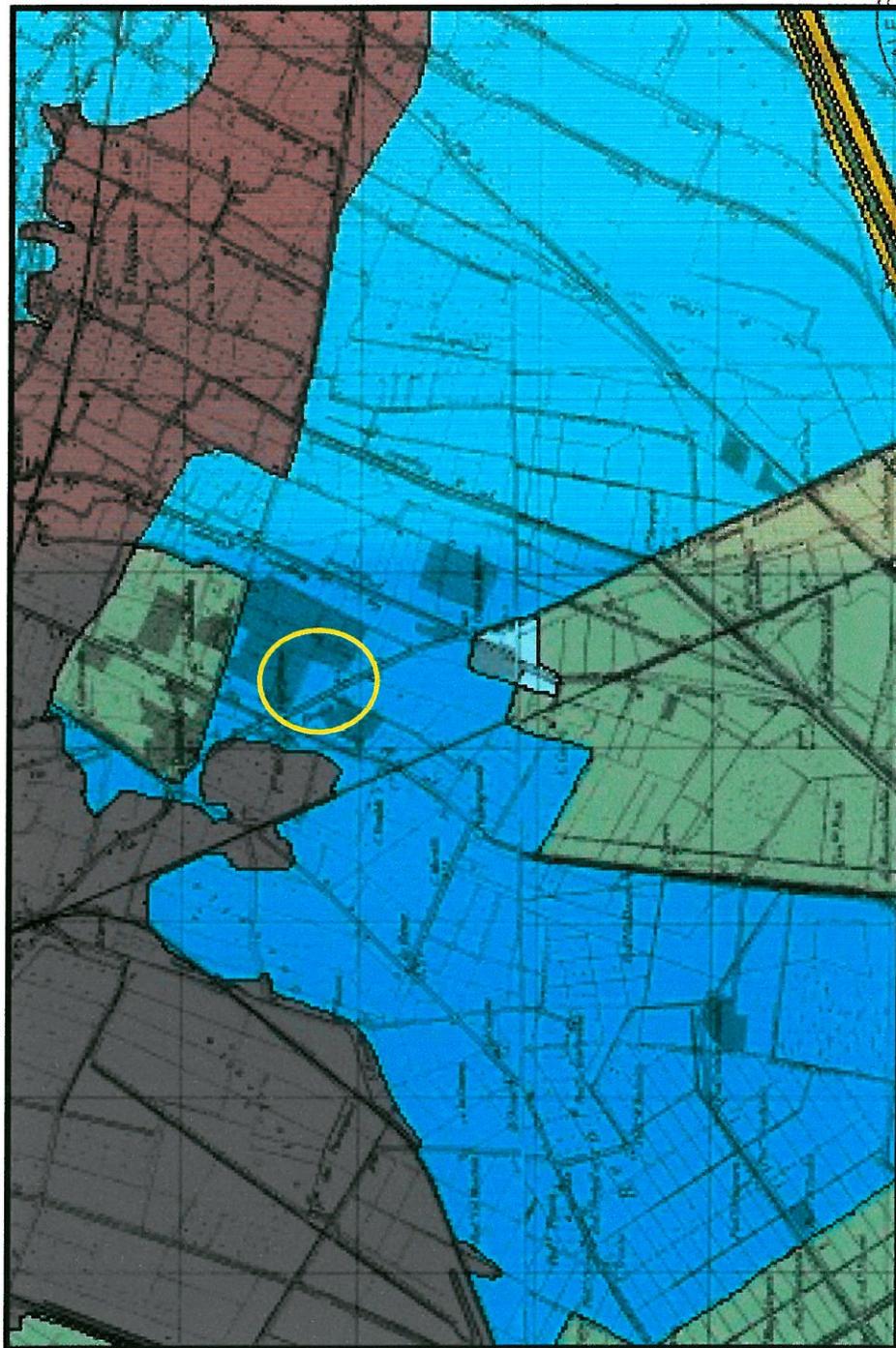
Ubicazione lotto. Scala 1:2000.



LEGENDA

-  Aree interessate da inondazioni ricorrenti.
-  Aree interessate da inondazioni eccezionali.
-  Aree interessate da inondazioni di natura gli eventi straordinari degli anni 1981 - 1982 - 1983.

Estratto della carta di "Perimetrazione delle aree con pericolosità idraulica (PAI)".



Scala 1:25.000

LEGENDA

- P.I.4 Aree a pericolosità molto elevata
- P.I.3 Aree a pericolosità elevata
- P.I.2 Aree a pericolosità media
- P.I.1 Aree a pericolosità moderata
- R. Aree di rifugio *

ORDINE REGIONALE DEI GEOLOGI DI SICILIA
 GIUGIO
 MESSINA
 C. CECI
 12/08/2014

Estratto della "Carta guida delle aree allagate redatta sulla base degli eventi alluvionali significativi" (1966 – 1999) (PAI).