



COMUNE DI PISA

INDAGINE GEOLOGICA E GEOTECNICA PER  
VARIANTE  
AL REGOLAMENTO URBANISTICO RELATIVA  
ALLA ZONA PRODUTTIVA DI OSPEDALETTO,  
IN AMBITO PQ3, AI LIMITI AMMINISTRATIVI  
DEI COMUNI DI PISA E CASCINA  
(ART. 17 E SUCC. L.R. 1 DEL 3/01/05)

MARZO 2006

ELABORATO **ADOTTATO**  
CON DELIBERAZIONE  
 Giunta Comunale  
 Consiglio Comunale  
n° 39 ..del...2.5.MAG.2006



**GeoLogica**

*di Marcello Ghigliotti*

Polo Scientifico e Tecnologico  
Via Giuntini 13 - 56023 Navacchio (Pisa)  
Tel 050.754147 Fax 050.754146  
info@geologicaconsulting.it

## INDICE GENERALE

1. Introduzione e finalità dell'atto di pianificazione
2. Quadro normativo di riferimento e Metodologia di lavoro
3. Quadro conoscitivo (sviluppato per il Piano Particolareggiato)
  - 3.1 *Inquadramento geomorfologico e geologico*
  - 3.2 *Inquadramento idrogeologico*
  - 3.3 *Sistema idraulico superficiale*
  - 3.4 *Elementi di criticità del sistema idraulico superficiale e Piano di riassetto idraulico*
  - 3.5 *Caratterizzazione geotecnica*
4. Pericolosità e fattibilità geologica
  - 4.1 *Pericolosità*
  - 4.2 *Fattibilità*
5. Condizioni alle trasformazioni

### Appendici al testo

Appendice 1a	- Comune di Pisa	<i>Carta Geologica (estratto di P.S.)</i>
Appendice 1b	- Comune di Pisa	<i>Carta Idrogeologica (estratto di P.S.)</i>
Appendice 2	- Comune di Pisa	<i>Carta della pericolosità e della fattibilità</i>
Appendice 3a	- P.T.C. provinciale	<i>Pericolosità Geomorfologica</i>
Appendice 3b	- P.T.C. provinciale	<i>Pericolosità Idraulica</i>
Appendice 4	- Autorità di Bacino	<i>Piano assetto idrogeologico - Pericolosità idraulica</i>
Appendice 5	- Comune di Pisa	<i>Carta della Fattibilità per le aree di Variante</i>

## **1 - INTRODUZIONE E FINALITÀ DELL'ATTO DI PIANIFICAZIONE**

I Comuni di Pisa e Cascina hanno siglato un Protocollo di Intesa in data 7 dicembre 2000 finalizzato allo sviluppo di una nuova zona industriale posta a cavallo del confine dei due Comuni, ad Est dell'esistente zona industriale ed artigianale di Ospedaletto. L'atto di pianificazione, denominato "*Piano Particolareggiato di iniziativa pubblica per ampliamento della zona produttiva di Ospedaletto - Comuni di Pisa e Cascina*" disciplina la realizzazione degli interventi all'interno dell'area destinata all'ampliamento della zona produttiva di Ospedaletto individuata nei Regolamenti Urbanistici di Cascina (U.T.O.E. n. 41 ) e del Comune di Pisa (area PQ3).

I lavori di stesura del "Piano" hanno ricondotto alla necessità di ricomprendere, nell'ambito del Comune di Pisa, aree esterne al PQ3, altresì opportune, per una razionale distribuzione in ragione della mobilità congiunta ai due Comuni.

Per consentire l'attuazione del Piano Particolareggiato suddetto, si rende quindi necessario apportare alcune modifiche al Regolamento Urbanistico di Pisa per aspetti e contenuti esclusivamente di infrastrutture viarie, indicate di seguito:

- a) Variante al sistema viario tangente il fosso Vecchio, ricomprendendo nel piano attuativo aree poste a nord di questi, per viabilità di riconnessione (verde attrezzato).
- b) Prolungamento di via G. Ferraris sull'area destinata a verde attrezzato sino al limite amministrativo comunale (fosso Ceria).
- c) Prolungamento di Via Breccia sino al limite amministrativo comunale (Via Dei Medici).
- d) Prolungamento dell'ultimo tratto di strada parallela alle precedenti sino al limite amministrativo comunale (Via Dei Medici).
- e) Prolungamento della Via Bellatalla (traversa A) (parallela a via Monasterio) sino alla via Emilia SR 206 Pisana-Livornese, con formazione di sistema rotatorio sino a coinvolgere i sedimi posti ad ovest (sudovest) della Via Emilia, sempre in adiacenza al fosso Ceria.

In particolare:

- La Variante a) interessa un ambito agricolo ordinario
- La Variante b), c) D) interessa ambiti produttivi e/o verde attrezzato
- La Variante e) interessa ambiti produttivi (PQ3), verde attrezzato ed agricolo ordinario. Con la Variante Parziale al Piano Strutturale (in adozione) l'ambito agricolo ordinario viene ridestinato a funzione di ambito produttivo per beni e servizi.

La Variante è formalizzata oltre che dalla relazione anche dalla Tavola Unica (estratto di R.U.) con lo stato vigente e la proposta di Variante - scala 1:5000.

## **2 - QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO E METODOLOGIA DI LAVORO**

L'indagine geologico-tecnica a supporto della Variante in oggetto è stata impostata partendo dall'analisi del quadro conoscitivo disponibile, costituito dal P.I.T. regionale, dal P.T.C. provinciale, dal P.A.I. dell'Autorità di Bacino dell'Arno e dagli Strumenti Urbanistici generali del Comune, e svolgendo le necessarie indagini geologiche così come previsto dalla DCR 94/85 -comma 3.2- con particolare riferimento all'individuazione delle problematiche a carattere geotecnico ed idraulico.

Si è inoltre tenuto conto che:

- in corrispondenza del fosso di Oratoio è presente un vincolo di ordine idraulico derivante dalla previsione del nuovo scolmatore dell'Arno (Bocchette-Padule di Stagno) previsto dall'Autorità di Bacino del Fiume Arno, indicato nel Piano Stralcio rischio idraulico, (D.P.C.M. 5/11/1999).

Questa fascia di territorio, localizzata tra il margine Ovest del comparto, il fosso di Oratoio e la strada SR 206 (a Sud) misura circa 1300m per una larghezza media di circa 80m.

Il R.U. del Comune di Pisa, all'Art 1.1.1.7 "zona di salvaguardia idraulica", ha disciplinato questa area come segue:

*1. La **zona di salvaguardia idraulica** è suscettibile di essere interessata da interventi strutturali (aree d'espansione, casse e serbatoi per interventi di laminazione, scolmatori di piena, e simili) volti a perseguire la laminazione delle piene, la messa in sicurezza degli insediamenti soggetti ad inondazione e la salvaguardia dell'incolumità delle popolazioni in essi residenti. Relativamente alla **zona di salvaguardia idraulica** trovano pertanto applicazione le disposizioni di cui ai successivi commi del presente articolo (OMISSIS), fino alla data di approvazione delle varianti di adeguamento del presente strumento di pianificazione urbanistica alle definitive determinazioni in merito ai predetti interventi strutturali discendenti dal piano di bacino relativo alla riduzione del rischio idraulico nel bacino dell'Arno.*

- Il Fosso Titignano (PI 802), contiguo all'area ad est, risulta inserito nell'elenco dei corsi classificati per i quali si applicano le direttive della ex D.C.R. 230/94, oggi salvaguardie del P.I.T.

Per quanto attiene l'approfondimento delle problematiche idrauliche, si è fatto riferimento ai risultati dell'indagine svolta a supporto del progetto di Piano Particolareggiato, con la collaborazione del Prof. Ing. S. Pagliara. In quella sede è stata analizzata la consistenza del reticolo idraulico superficiale e sono state verificate le attuali condizioni di deflusso individuandone i punti di criticità. Sono stati altresì individuati alcuni interventi di mitigazione del rischio idraulico a livello di comparto complessivo ed esplicitati nell'Indagine a supporto del Piano Particolareggiato.

Egualemente, per quanto attiene l'approfondimento geotecnico, si è fatto riferimento alle 20 prove penetrometriche statiche effettuate nell'ambito delle indagini per il Piano Particolareggiato, spinte sino al rifiuto incontrato a profondità comprese tra 20 e 25 m dal p.c. (formazione delle "sabbie e limi di Vicarello").

L'insieme dei dati acquisiti (a carattere geologico-geotecnico e idraulico) ha consentito di definire le condizioni alla trasformazione non solo per la Variante ora in esame ma anche per il Piano Particolareggiato.

### **3 - QUADRO CONOSCITIVO (SVILUPPATO PER IL P. PARTICOLAREGGIATO)**

L'area oggetto del Piano Particolareggiato (e della Variante per le infrastrutture viarie a questo collegate) è compresa tra la Via Vecchia di Oratoio ed il Fosso di Oratoio ad Ovest, la Via di Titignano ed il Fosso Titignano a Est, la Strada Regionale 206 Emilia a Sud. Il lato Nord del comparto è delimitato da una viabilità secondaria di collegamento tra le vie di Oratorio e Titignano, posta in fregio al Fosso Vecchio.

#### *3.1. Inquadramento geomorfologico e geologico*

L'indagine ha interessato una vasta area sub-pianeggiante della pianura alluvionale dell'Arno, leggermente degradante da Nord verso Sud, con quote comprese tra 2.2 m s.l.m. nella zona settentrionale, e 1.8 m s.l.m. in quella meridionale.

Da un punto di vista geologico la pianura pisana è parte di un più ampio bacino di sedimentazione generatosi a seguito di uno sprofondamento tettonico (Bacino Pisano-Versiliese) di forma grossolanamente triangolare con vertice settentrionale ubicato presso S.Stefano Magra, la base delimitata dalle Colline Pisane-Terrazzo di Livorno, delimitato ad est dalle faglie di distensione al piede del Monte Pisano e dalle Alpi Apuane e, ad ovest, nel Mare Tirreno, dalle faglie in corrispondenza degli alti morfologici delle secche della Meloria e di Maestra (Della Rocca, Mazzanti e Pranzini, 1987).

Fancelli et Alii, 1986, suddividono il substrato della pianura di Pisa in tre parti distinte:

- substrato profondo comprendente le formazioni litostratigrafiche antiche, al di sotto dei sedimenti del complesso neoautoctono.
- Substrato intermedio, include i sedimenti neoautoctoni, fino a tutto il Pleistocene Inf. la cui deposizione è stata prevalentemente controllata dalla subsidenza di origine tettonica.
- Substrato superiore, costituito da sedimenti di età più recente (post Pleistocene Inf.) la cui deposizione è stata controllata principalmente dalle variazioni eustatiche del livello del mare, dagli apporti fluviali conseguenti alle suddette variazioni e dai cambiamenti climatici.

La descrizione dei principali litotipi viene limitata alla successione di sedimenti del Substrato superiore, ed in particolare alla successione sedimentaria più recente.

Le più dettagliate ricostruzioni del sottosuolo della pianura di Pisa si fanno partire, convenzionalmente, dallo strato di ghiaie (livello guida regionale) dei "Conglomerati dell'Arno e del Serchio da Bientina" attribuito al Wurm II da Trevisan e Tongiorgi (1953).

Questo livello, incontrato da oltre 2000 perforazioni a sud dell'Arno, mostra spessori variabili (compresi tra qualche metro e 10 m) e si caratterizza per una composizione litologica riferibile ai principali litotipi affioranti sul Monte Pisano. La carta delle isobate del letto di tale formazione evidenzia inoltre che questo non è semplicemente un piano degradante verso il mare ma rivela la presenza di importanti canalizzazioni legate ad antichi corsi fluviali (Fancelli et Alii, 1986). In corrispondenza dell'area di studio questo "livello guida" è situato ad una profondità di circa 90-100 m dal p.c.

Le coltri sedimentarie sottostanti sono poco conosciute a causa del limitato numero di perforazioni che le attraversano e risultano essere principalmente costituite da un'alternanza di argille, limi, sabbie prevalentemente in facies di mare basso.

Al di sopra dei "Conglomerati dell'Arno e del Serchio da Bientina" le perforazioni rivelano la presenza di terreni prevalentemente limosi (più o meno argillosi) di origine fluvio-lacustre, sormontati da uno spessore di sabbie attribuite alla formazione delle "Sabbie e limi di Vicarello" che, in affioramento sono state descritte e datate alla fase finale del Wurm II. In corrispondenza dell'area di studio questo "livello guida" è situato ad una profondità di circa 20-25 m dal p.c.

Al di sopra delle sabbie si osservano di nuovo limi fluvio-palustri con lenti di torba. In corrispondenza dell'area urbana di Pisa tali sedimenti mostrano un livello superiore francamente argilloso, di colore grigio azzurro, particolarmente compressibile e localmente noto con il nome di *pancone*. Le argille del *pancone* affiorano estesamente a sud di Pisa e, procedendo verso l'area urbana, sono sormontate da un complesso limo-argilloso-sabbioso prodotto dai depositi dell'Arno che, nel corso degli ultimi secoli era libero di divagare e depositare in un ambiente lacustre retrodunale a bassissima energia.

Un estratto della carta geologica elaborata per il P.S. di Pisa, è riportata nell'appendice 1a.

La carta geologica della pianura di Pisa ("Carta degli elementi naturalistici e storici della pianura di Pisa e rilievi contermini" AA.VV. - Roma, 1994) riporta affioramenti di terreni prevalentemente argillosi (più frequenti a sud) distinti da terreni a dominante limose (verso nord).

#### Litotipi argillosi e limosi

Questi terreni sono costituiti da limi ed argille di colore bruno-giallastro. La componente limosa è generalmente preponderante su quella argillosa. La  $R_p$  del penetrometro statico varia generalmente tra 9 e 15 kg/cmq. La coesione è compresa tra 0,4 e 0,7 kg/cmq, mentre il coefficiente di compressibilità volumetrica  $m_v$  assume valori tra 0,021 e 0,034 cmq/kg con valori medi intorno a 0,25 cmq/t in base a prove edometriche effettuate su campioni indisturbati prelevati negli orizzonti argillosi e limo-argillosi. Questi terreni superficiali sono generalmente preconsolidati. Presentano inoltre valori generalmente elevati dell'indice di consistenza e valori del peso di volume compresi tra 1,7 e 1,9 kg/cmq.

### Litotipi limosi-limoso sabbiosi

Si tratta di terreni prevalentemente limosi di colore nocciola con intercalazioni argillose e talvolta sabbiose.

Di conseguenza i parametri geotecnici di questi terreni sono variabili in relazione al tenore di limo, argilla o sabbia. In via indicativa per quanto riguarda la frazione limo-argillosa è stato riscontrato che la  $R_p$  del penetrometro statico varia generalmente intorno a valori compresi tra 11 e 20 kg/cmq.

La coesione varia tra 0.40 e 0.85 kg/cmq, mentre il coefficiente di compressibilità volumetrica  $m_v$  è compreso tra 12 e 25 cmq/t. L'angolo di attrito interno si mantiene attorno a valori generalmente bassi.

Il contatto geologico (presunto) tra questi due litotipi si ipotizza in corrispondenza del margine settentrionale dell'area oggetto di Piano Particolareggiato. Questo contatto risulta mal definibile nella realtà: i numerosi sondaggi disponibili evidenziano infatti, nei primi 10 metri, frequenti passaggi eteropici fra i limi e le argille limose con una certa prevalenza di queste ultime.

Per la taratura delle prove penetrometriche è stato utilizzato un sondaggio a carotaggio continuo, profondo 30m, ed ubicato a circa 400 m a NE, nell'area artigianale di Ospedaletto.

Il successione litostratigrafica tipo è riportata nella tabella seguente.

<b>Intervallo di profondità (in metri, dal p.c.)</b>	<b>Tipologia di terreno</b>
0 a -0,16 m	suolo vegetale
S -0,16 a -3,20	argilla limosa marrone
u -3,20 a -6,20	argilla turchina poco consistente
l -6,20 a -11,00	argilla limo grigia con intervalli torbosi
e -11,00 a -12,75	argilla turchina
-12,75 a -15,70	argilla limosa grigia passante a marrone
c -15,70 a -17,05	limo argilloso
a -17,05 a -17,60	argilla limosa grigia e marrone
r -17,60 a -19,00	sabbia limosa fine marrone
o -19,00 a -19,50	argilla marrone
t -19,50 a -22,00	sabbia limosa giallastra-marrone
e -22,00 a -25,00	sabbia da fine a media giallastra
d -25,00 a -30,00	sabbia da fine a media grigia-turchina

### 3.2. Inquadramento idrogeologico

Da un punto di vista idrogeologico il substrato della pianura pisana a sud dell'Arno si caratterizza per la presenza discontinua di lenti limoso-sabbiose intercalate a livelli francamente argillosi nella parte più superficiale, che talora ospitano il primo acquifero (falda freatica), e da orizzonti acquiferi confinati in sabbie e ghiaie, separati da spesse coltri argillose impermeabili.

I terreni più superficiali presenti nella zona di Ospedaletto (a SE di Pisa) sono prevalentemente impermeabili o poco permeabili (argille e limi) e privi di falda freatica.

I litotipi argillosi sono caratterizzati però da un elevato grado di saturazione seppur variabile stagionalmente. Nell'analisi svolta a livello di P.S. di Cascina è stato accertato che tale livello, anche nei periodi estivi poco piovosi, è assai prossimo al p.c. (vedi appendice 1 b).

Il primo orizzonte acquifero confinato è localizzato nelle "sabbie e limi di Vicarello". Il suo spessore medio misura 6-10 m, con tetto individuato a circa 22-25 m dal p.c.

Questo acquifero regionale è largamente sfruttato e possiede buone caratteristiche chimiche, soprattutto per un ridotto contenuto in ferro (Rossi e Spandre, 1994), Nell'area pisana il suo sfruttamento intensivo è stato localmente limitato a causa dei fenomeni di subsidenza ritenuti pericolosi per la stabilità della torre pendente.

Un secondo orizzonte acquifero confinato più profondo è situato nelle ghiaie del "Conglomerati dell'Arno e del Serchio da Bientina". Il suo spessore non è noto con precisione, è sicuramente minore del precedente. La profondità del tetto dell'acquifero è a circa 90-100 m dal p.c. e tende ad approfondirsi verso ONO.

Questo acquifero è il più esteso e meglio alimentato della pianura. Il suo sfruttamento ad uso idropotabile è però condizionato dalle scadenti caratteristiche chimiche, in particolare dall'elevata durezza totale 30-50 °F ed alto contenuto in Ferro (Rossi e Spandre, 1994).

La successione stratigrafica dei terreni, desumibile dalle prove eseguite, giustifica l'indicazione di vulnerabilità fornita dal P.T.C. provinciale che inserisce l'area in esame, quasi per intero, nella classe di vulnerabilità 2 - bassa.

### 3.3. Sistema idraulico superficiale

La pianura di Pisa è attraversata da due sistemi idraulici separati, rispettivamente a scolo naturale (acque alte) e meccanico (acque basse), completamente isolati dal fiume Arno.

A nord dell'Arno il sistema a scolo naturale (o di "acque alte") raccoglie le acque meteoriche che provengono da zone morfologicamente più rilevate del bacino (fascia pedemontana).

A sud dell'Arno questo sistema drena la porzione di pianura compresa tra il fiume e la superstrada PI-FI.

Il sistema a scolo meccanico (o di "acque basse") raccoglie invece, mediante un'estesa rete di fossi e canali della bonifica, le acque meteoriche che ristagnano nelle parti del territorio più depresse, comprese le acque di falda. Queste acque sono spinte nei recettori finali (canale scolmatore, canale Navicelli) mediante sollevamento meccanico (idrovara).

L'area in esame, a sud del meandro del Fiume Arno di Riglione-Oratoio, è completamente isolata dal sistema idraulico dell'Arno e risulta idraulicamente inserita nel sottobacino di bonifica dell'Arnaccio realizzato nel 1933.

Questo comprensorio idraulico, delimitato ad Est dall'allineamento Strada Putignano-Le Rene-Fosso Caligi, a Sud dalla Fossa Chiara, a Nord dalla golena sinistra dell'Arno ed ad Ovest dalla bonifica di Coltano e di S. Giusto, ha quote minime inferiori allo zero nella sua parte sud-occidentale, che vanno aumentando verso NE.

E' distinto in due sottobacini:

*sottobacino di bonifica dell'Arnaccio a scolo meccanico.*

Le acque raccolte dalla rete di scoline campestri e fossi sono convogliate all'impianto idrovoro dell'Arnaccio e, di qui, alla Fossa Chiara. Una piccola parte è collegata all'impianto idrovoro di Paludello che scarica nel Fosso Caligi.

*sottobacino di bonifica dell'Arnaccio a scolo naturale.*

Questa rete raccoglie le acque provenienti dalla fascia di territorio compresa tra fiume Arno e superstrada FI-PI-LI. Le principali linee idrauliche sono il Fosso Caligi, F. di Oratoio, F. di Titignano, F. Torale che confluiscono nella Fossa Chiara.

All'interno dell'area in esame si sviluppano:

- Il ramo orientale del Fosso Vecchio, proveniente da Cascina, confluisce nel Fosso di Titignano.
- Il fosso di Titignano che riceve le acque del Fosso Vecchio e quelle provenienti da nord (fosso degli Stecchi).
- Ad ovest del Fosso degli Stecchi, il ramo del fosso Vecchio che si congiunge nel fosso di Oratoio.
- Un ulteriore ramo del fosso Vecchio taglia la zona industriale-artigianale di Ospedaletto e confluisce nel fosso Caligi.
- Il fosso di Oratoio che delimita l'area artigianale ed industriale esistente di Ospedaletto e che a sud sottopassa la statale 205 Emilia.
- A Nord dell'area in esame il sistema delle scoline campestri, di direzione di deflusso Nord-Sud, confluisce principalmente nel Fosso Vecchio (ramo centrale verso l'Oratoio) ed in parte nel sistema di Titignano, attraverso il fosso degli Stecchi (di direzione Nord-Sud).

- Il Fosso di Oratoio e quello di Titignano sottopassano la via Emilia e più avanti la linea ferroviaria e proseguono verso sud convergendo progressivamente verso il fosso Caligi. Il tracciato del Fosso di Oratoio è più tortuoso, si insinua tra l'inceneritore e la discarica di Croce al Marmo e poi devia in corrispondenza della ferrovia. Il tracciato del Fosso di Titignano ha un andamento più regolare: Sottopassa sia la via Emilia che la linea ferroviaria senza curve e prosegue verso sud.
- Il fosso Ceria: il suo tracciato è rettilineo: inizia in corrispondenza del margine nord del comparto, raccoglie le acque dei campi occidentali, attraversa tutto il comparto in posizione mediana e prosegue, superata la via Emilia, verso sud, in direzione della linea ferroviaria.
- Il fosso scolo di Via Maggiore (ad est, parallelo al fosso di Titignano: raccoglie le acque dei campi orientali, Sottopassa la Via Emilia con una stretta botte ed infine confluisce nel Ceria nei pressi della linea ferroviaria.

Allo stato attuale la rete campestre appare in buone condizioni di conservazione e manutenzione.

#### *3.4. Elementi di criticità del sistema idraulico superficiale e Piano di riassetto idraulico*

Gli studi effettuati dall'Ing. Pagliara mettono in evidenza la fragilità del sistema idraulico della rete minore. In ragione di ciò la realizzazione di quanto previsto nel Piano Particolareggiato è subordinata ad un progetto locale di riassetto della rete idraulica che, oltre a risolvere i problemi idraulici del comparto, garantirà il non incremento del rischio nei territori contermini.

In ciò che segue sono riportate le linee essenziali del progetto di bonifica e miglioramento della rete idraulica, elaborato dal Prof Pagliara ed allegato al progetto di Piano Particolareggiato.

##### L'Antifosso di Titignano/Scolo di via Maggiore

L'Antifosso di Titignano (o Scolo di via Maggiore) attualmente è un fosso campestre parallelo al fosso di Titignano, separato da questo dalla strada comunale omonima.

Il progetto di riassetto idraulico prevede l'ampliamento del fosso esistente attraverso l'adeguamento delle sezioni idrauliche per contenere una portata massima di 2.9 m<sup>3</sup>/sec.

La botte esistente, che sottopassa la strada 206 Emilia, dovrà essere opportunamente ripulita e, se del caso, ampliata corredandola di una seconda canna, parallela alla botte attuale.

Il fosso a valle dell'Emilia manterrà il tracciato attuale con confluenza nel fosso Ceria poco a monte della linea ferroviaria Pisa-Collesalveti.

### Il fosso Ceria

Il fosso centrale Ceria sarà adeguatamente potenziato attraverso una sua generale ricalibratura, allargamento delle sezioni idrauliche ed un miglioramento complessivo della pendenza.

Oltre all'allargamento della sezione idraulica è prevista la realizzazione di una nuova opera sotto la strada regionale 206 Emilia, in sostituzione del ponte esistente, in grado di far defluire una portata di progetto di 4.6 m<sup>3</sup>/sec. Nel tratto a valle, compreso tra la 206 Emilia e la ferrovia Pisa-Collesalvetti il corso del Ceria sarà ricalibrato e ripulito.

### L'area di espansione del fosso Ceria

Come indicato dalla relazione Pagliara, complessivamente la realizzazione di nuove superfici impermeabilizzate ed il rialzamento generale del piano campagna determineranno lo spostamento di un volume di acqua (acque basse) pari a circa 180.000 m<sup>3</sup>, che dovrà essere allocato altrove, ma in modo da non aggravare il livello di rischio delle aree circostanti.

Il progetto di riassetto idraulico non prevede per il Ceria fasce golenali interne al comparto ma la realizzazione, a Nord dalla strada 206 Emilia, di un'area di espansione delle acque basse dei due principali sistemi idraulici (fosso Ceria, antifosso Titignano/scolo di Via Maggiore). Questa zona a verde, relativamente più bassa della strada e delle aree contigue viene quindi destinata a zona di laminazione in grado di contenere circa 40.000 m<sup>3</sup> di acqua mediante abbassamento del piano campagna di circa 70-80 cm.

I volumi rimanenti (circa 140.000 m<sup>3</sup>) saranno invece compensati in un'altra cassa posta a valle della ferrovia e a monte della botte a sifone che sottopassa il fosso Caligi e che costituisce un restringimento al deflusso dell'acqua verso Sud. Quest'area, ricadente nel Comune di Pisa, è destinata dal R.U. a "zona di salvaguardia idraulica".

### La fascia golenale dell'Antifosso di Titignano/Scolo di Via Maggiore

La fascia di territorio compresa tra l'antifosso e la strada comunale sarà destinata a laminare eventuali eccessi di acqua meteorica: la fascia golenale, che avrà una lunghezza indicativa di 2000m, una larghezza media di 20 m ed una quota di 1.5 m s.l.m., potrà laminare un volume di acque meteoriche di circa 20.000 m<sup>3</sup>, con un battente d'acqua di 0.5 m.

### Il Fosso di Oratoio

Nelle sue attuali condizioni di deflusso il fosso di Oratoio è risultato complessivamente insufficiente a contenere la portata per una piena centennale  $T_r=100$  anni. In particolare sono risultati insufficienti alcuni ponti, che potrebbero generare profili di rigurgito a monte.

Inoltre il fosso di Oratoio è un sistema idraulico a scolo naturale e le sue eventuali situazioni di crisi idraulica non potranno essere risolte per via meccanica.

Il progetto predisposto dall'Ing. Pagliara prevede di non aggravare ulteriormente la situazione di deflusso del fosso di Oratoio. L'attuale portata massima del fosso di Oratoio calcolata al ponte dell'Emilia è pari a  $5.3 \text{ m}^3/\text{sec}$  e non dovrà subire incrementi ad urbanizzazione realizzata. Non sono quindi previste nuove allacciamenti e verrà predisposta un'azione di miglioramento funzionale delle attuali condizioni di deflusso con alcuni interventi lungo l'asta quali:

- Ricalibratura e rialzamento delle sponde e/o argini
- Rifacimento di alcuni attraversamenti locali

#### Il Fosso di Titignano

La relazione di verifica idraulica dell'ing Pagliara indica una portata di circa  $17 \text{ m}^3/\text{sec}$ , che aumenta a circa  $21 \text{ m}^3/\text{sec}$  in caso di piena duecentennale.

Nelle attuali condizioni di deflusso le sezioni idrauliche del Titignano sono in grado di contenere piene di portata non superiori a  $6-8 \text{ m}^3/\text{sec}$ .

Il progetto prevede l'innalzamento della quota degli attuali coronamenti arginali ed individua un'area esterna al comparto, nella quale invasare i volumi di acqua in esubero in caso di piena duecentennale, stimati in circa  $220.000 \text{ m}^3$ . L'argine destro, corrispondente alla banchina della strada comunale, sarà innalzato fino ad una quota di  $+2,8 \text{ m s.l.m.}$  mentre un nuovo argine sarà realizzato in sinistra, alla stessa quota, ad Est del ciglio di sponda attuale.

Queste opere arginali saranno preferibilmente in terra, ed avranno altezza massima fuori terra di circa  $100 \text{ cm}$ . Saranno inoltre demoliti/adequati i due ponticelli esistenti, per renderli compatibili con le opere idrauliche previste.

#### La cassa di espansione per il fosso di Titignano

Si prevede di impegnare quale zona di espansione preferenziale del Fosso di Titignano un'area individuata ad est dell'area di studio (Località Mattinga) caratterizzata dalla presenza di alcune vasche derivanti dall'attività estrattiva di materiale argilloso per laterizi ed oggi dismesse.

La zona individuata, a circa  $300 \text{ m}$  ad est dal Titignano, è caratterizzata dai seguenti parametri:

- Superficie totale circa  $65.000 \text{ mq}$
- Profondità massima dal p.c =  $3,5 \text{ m}$
- Volume totale invasabile circa  $220.000 \text{ mc}$

I dati disponibili indicano la presenza di falda a partire da circa  $5.0-5.5 \text{ m}$  dal p.c. Limitando gli scavi a  $3.5 \text{ m}$  dal p.c. viene quindi garantito un franco argilloso (impermeabile) adeguato tra fondo dello scavo e primo orizzonte acquifero (inferiore).

Il perimetro della cassa della Mattinga verrà costituito da un nuovo anello arginale esterno per garantirne il suo isolamento idraulico dai terreni contermini. Sarà inoltre predisposto un canale di collegamento (immissario con sfioratoi sul Titignano) tra Titignano e cassa della Mattinga. Questo canale dovrà smaltire una portata massima di circa 10 mc/sec ed avrà una sezione idraulica di circa 10 m. Il canale avrà arginature sulle due sponde con altezza al coronamento di circa +3.3 m s.l.m. Lo stesso canale funzionerà da canale emissario dalla cassa: la tubazione di mandata correrà parallelamente al canale immissario, avrà un diametro di 500-600mm e sarà dimensionata per una portata di circa 1 mc/sec in modo di prevedere un tempo di svuotamento della cassa di circa 2 giorni.

### 3.5 - Caratterizzazione geotecnica

Le 20 prove penetrometriche statiche (C.P.T.) eseguite per gli studi geologici a corredo del Piano Particolareggiato confermano il quadro generale ricavabile dalla bibliografia e relativo alla successione stratigrafica superiore (compresa tra il p.c. ed il livello "sabbie e limi di Vicarello").

Al di sotto di una coltre sub-metrica di terreno agricolo e localmente di riporto, è presente un livello nettamente argilloso di colore variabile dal grigioverde a grigio beige, continuo sino alla profondità di 5.5 m dal p.c., a cui segue un livello di sabbie argillose dello spessore medio di 1.5-2 m (che può essere sede di una circolazione idrica modestissima) e che giace su una bancata di argille grigio-azzurre. Questo strato, noto come "pancone" (argille compressibili con torba), sviluppa spessori plurimetrici e risulta continuo sino allo strato "sabbie e limi di Vicarello" incontrato dalle prove CPT a profondità comprese tra 22 e 25 m dal p.c.

Il substrato dell'area di studio può essere distinto in 6 intervalli, le cui caratteristiche sono riassunte nello schema seguente:

Livello	Rp (Kg/cm <sup>2</sup> )	Ral (Kg/cm <sup>2</sup> )	Litologia
I	5÷20	0.5÷1	argille, argille limose
II	10÷20	0÷1	limi sabbiosi, sabbie limose
III	2÷8	0÷1	argille, argille limose
IV	10÷30	0.2÷1	limi sabbiosi, sabbie limose
V	10÷40	0.5÷2	limi sabbiosi, sabbie limose
VI	>40	1÷2	sabbie, sabbie limose

#### **4- PERICOLOSITA' E FATTIBILITA' GEOLOGICA**

##### **4.1 Pericolosità**

La maggior parte del territorio oggetto della Variante è classificata dal Piano Strutturale del Comune di Pisa a pericolosità geologica media bassa: classe 3A.

Si discosta da questo una porzione di territorio a nord, classificata a pericolosità 3B (pericolosità media) ed una porzione di area a sud, interessata dal sedime della nuova rotatoria dell'Emilia (classificata a pericolosità 3C, medio alta).

Nell'appendice 2 viene riportato un estratto della carta di pericolosità geologica del P.S. con indicate le aree di Variante.

Il P.T.C. provinciale fornisce indicazioni di pericolosità analoghe: inserisce infatti la zona di studio nella classe 3 di pericolosità: sottoclasse 3b (media) per la pericolosità geomorfologica e sottoclasse 3a (media) per la pericolosità draulica, cioè tra le aree con sottosuolo eterogeneo e tra le aree non direttamente coinvolte da eventi alluvionali e comunque passibili di alluvioni conseguenti a piene critiche con tempo di ritorno superiore a 200 anni (vedere appendice 3a e 3b).

Queste indicazioni di pericolosità sono in linea con il P.A.I. dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno secondo il quale l'area ricade nella Classe P.I.2. con una porzione R (aree di ristagno) a sud della SR 206 (vedasi Appendice 4).

##### **4.2 Fattibilità**

In base agli approfondimenti realizzati, vengono confermate, per le aree oggetto di Variante, le classi di pericolosità assegnate dallo strumento generale del Comune di Pisa.

A seguito delle analisi sopra descritte ed accertata la delicatezza del sistema idraulico con cui le trasformazioni in esame vanno ad interfacciarsi, si ritiene congruo un giudizio di fattibilità corrispondente alla Classe III (condizionata) della D.C.R. 94/85 (vedasi Appendice 5).

## **5 - CONDIZIONI ALLE TRASFORMAZIONI**

Si rileva la necessità di condizionare il progetto degli interventi consentiti dalla Variante in esame al rispetto di alcune prescrizioni che vengono indicate di seguito, distinte per aree:

### **Realizzazione dell'asse viario nord (tangente al fosso vecchio) e di parte di rotatoria sulla viabilità di collegamento a via Volpe**

L'intervento in esame è localizzato a cavallo del fosso Ceria, che rappresenta l'asse centrale di drenaggio dell'area produttiva di nuova previsione.

L'attraversamento del corso d'acqua dovrà essere adeguato alla portata di progetto del fosso Ceria, prevista di 3.1 m<sup>3</sup>/sec, nonché dovrà essere garantito il corretto funzionamento del reticolo idraulico minore, interrotto dalle opere in progetto, attraverso opportune ricuciture ed adeguamenti delle linee di scolo.

L'attuale portata massima del fosso di Oratoio calcolata al ponte dell'Emilia è pari a 5.3 m<sup>3</sup>/sec. Il nuovo ponte sull'Oratoio dovrà conformarsi a questa indicazione e dovrà essere dimensionato in maniera proporzionale e coerente.

### **Realizzazione del prolungamento di via G Ferraris sull'area destinata a verde attrezzato sino al limite amministrativo comunale (fosso Ceria)**

La previsione di asse viario scavalca il fosso di Oratoio ed attraversa la fascia di salvaguardia idraulica ad est di questo.

L'attuale portata massima del fosso di Oratoio calcolata al ponte dell'Emilia è pari a 5.3 m<sup>3</sup>/sec. Il ponte sull'Oratoio dovrà conformarsi a questa indicazione e dovrà essere dimensionato in maniera proporzionale e coerente.

Dovrà essere inoltre garantito il corretto funzionamento del reticolo idraulico minore, interrotto dalle opere in progetto, attraverso opportune ricuciture ed adeguamenti delle linee di scolo.

### **Realizzazione dei tratti di prolungamenti interni al comparto sino al limite amministrativo comunale (Via de Medici) sull'area destinata a verde attrezzato sino al limite amministrativo comunale (fosso Ceria)**

Si tratta di interventi minori per i quali dovrà però essere garantito il corretto funzionamento del reticolo idraulico minore, interrotto dalle opere in progetto, attraverso opportune ricuciture ed adeguamenti delle linee di scolo.

Realizzazione del prolungamento della Via Bellatalla (traversa A) sino alla via Emilia SR206 con formazione di sistema rotatorio sino a coinvolgere i sedimi posti ad ovest della via Emilia, sempre in adiacenza al fosso Ceria

L'intervento in esame ricade in parte in fregio al Ceria ed in parte a cavallo del fosso Ceria, che rappresenta l'asse centrale di drenaggio dell'area produttiva di nuova previsione.

L'attraversamento del corso d'acqua dovrà essere adeguato alla portata di progetto del fosso Ceria, prevista di 4.6 m<sup>3</sup>/sec, nonché dovrà essere garantito il corretto funzionamento del reticolo idraulico minore ed il corretto deflusso dall'area depressa, contigua all'Emilia, che costituisce la zona di laminazione interna prevista dal piano di riassetto idraulico del Piano Particolareggiato.

\*\*\*

Marzo 2006

Dr. Geol. Marcello Ghigliotti



**APPENDICE 1a**

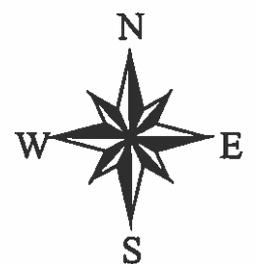
**CARTA GEOLOGICA (Estratto da P.S.)**  
**Scala 1 : 10.000**



Area di variante

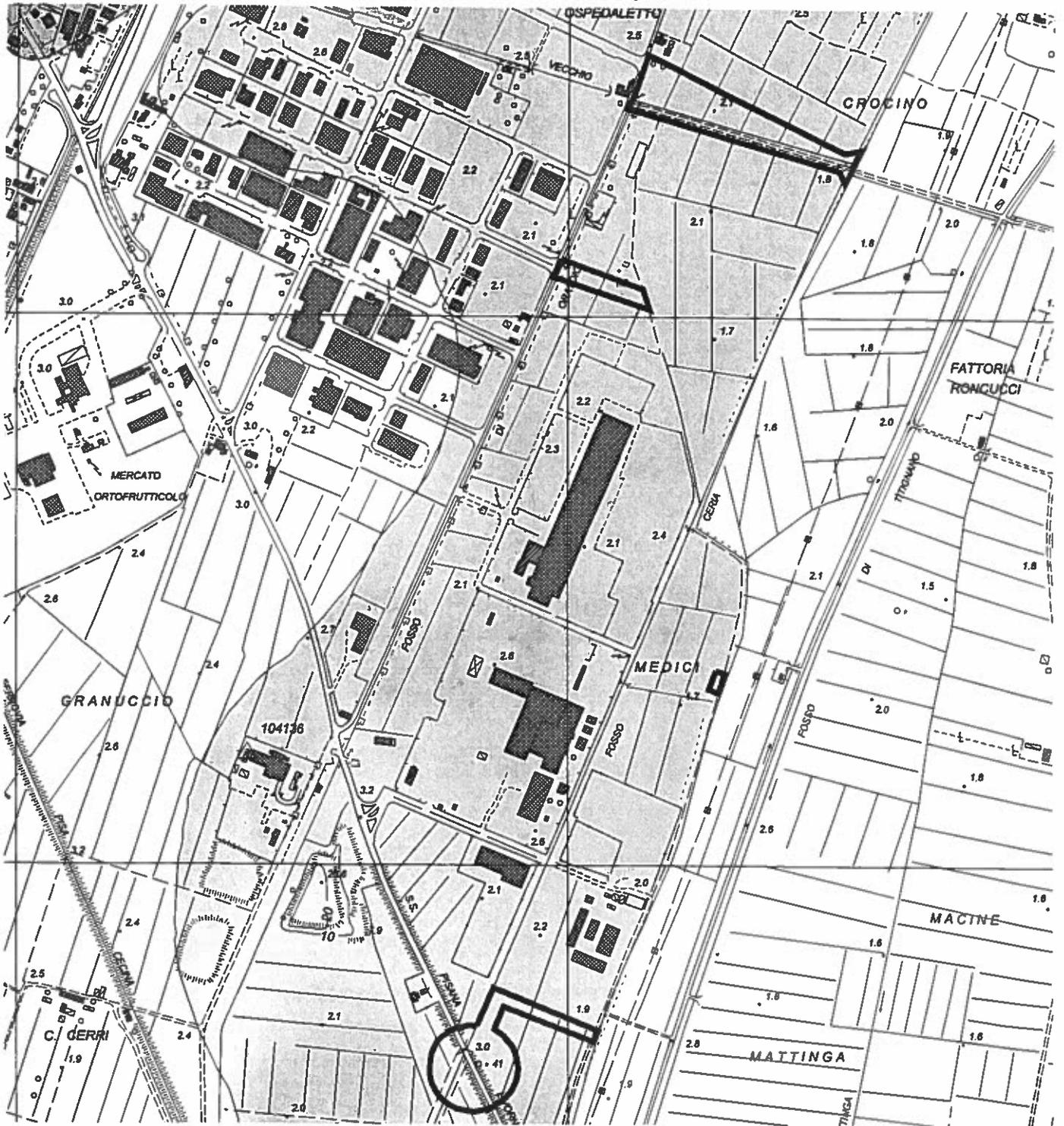
**Geologia**

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



**APPENDICE 1b**

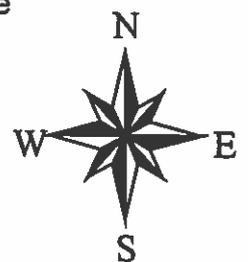
**CARTA IDROGEOLOGICA (Estratto da P.S.)**  
**Scala 1 : 10.000**



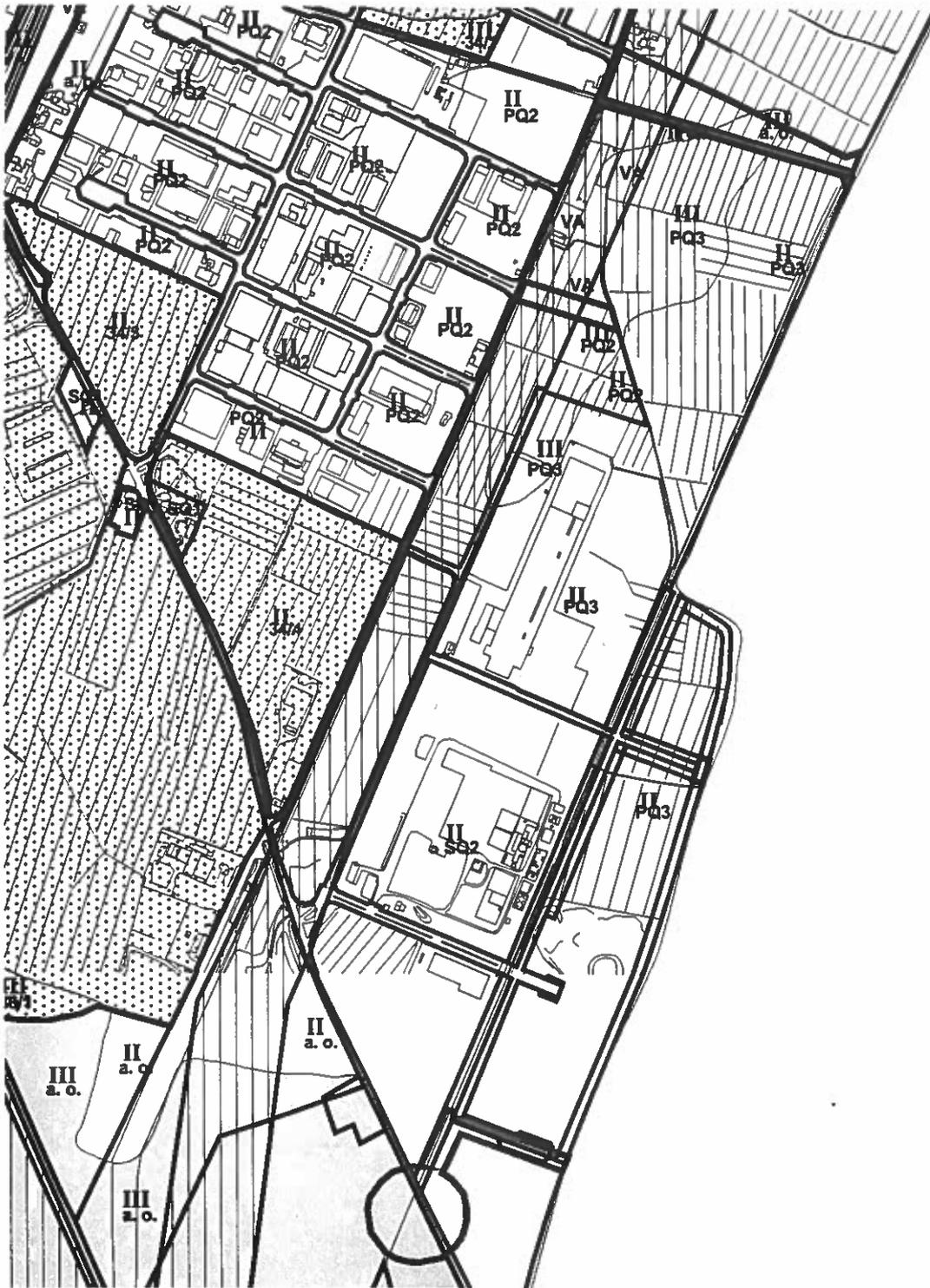
**Permeabilità**

- Sedimenti a permeabilità primaria generalmente medio-bassa, sono presenti livelli più o meno continui a permeabilità leggermente maggiore in corrispondenza delle intercalazioni sabbiose
- Sedimenti a permeabilità primaria media
- Sedimenti a permeabilità primaria molto bassa, contengono livelli praticamente impermeabili in corrispondenza delle intercalazioni torbose

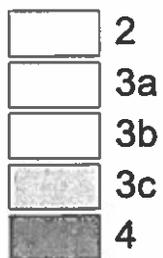
Area di variante



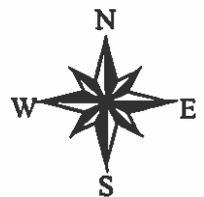
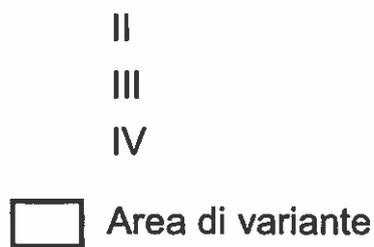
Carta della Pericolosità e della Fattibilità  
Estratto di P.S. - Scala 1: 10.000



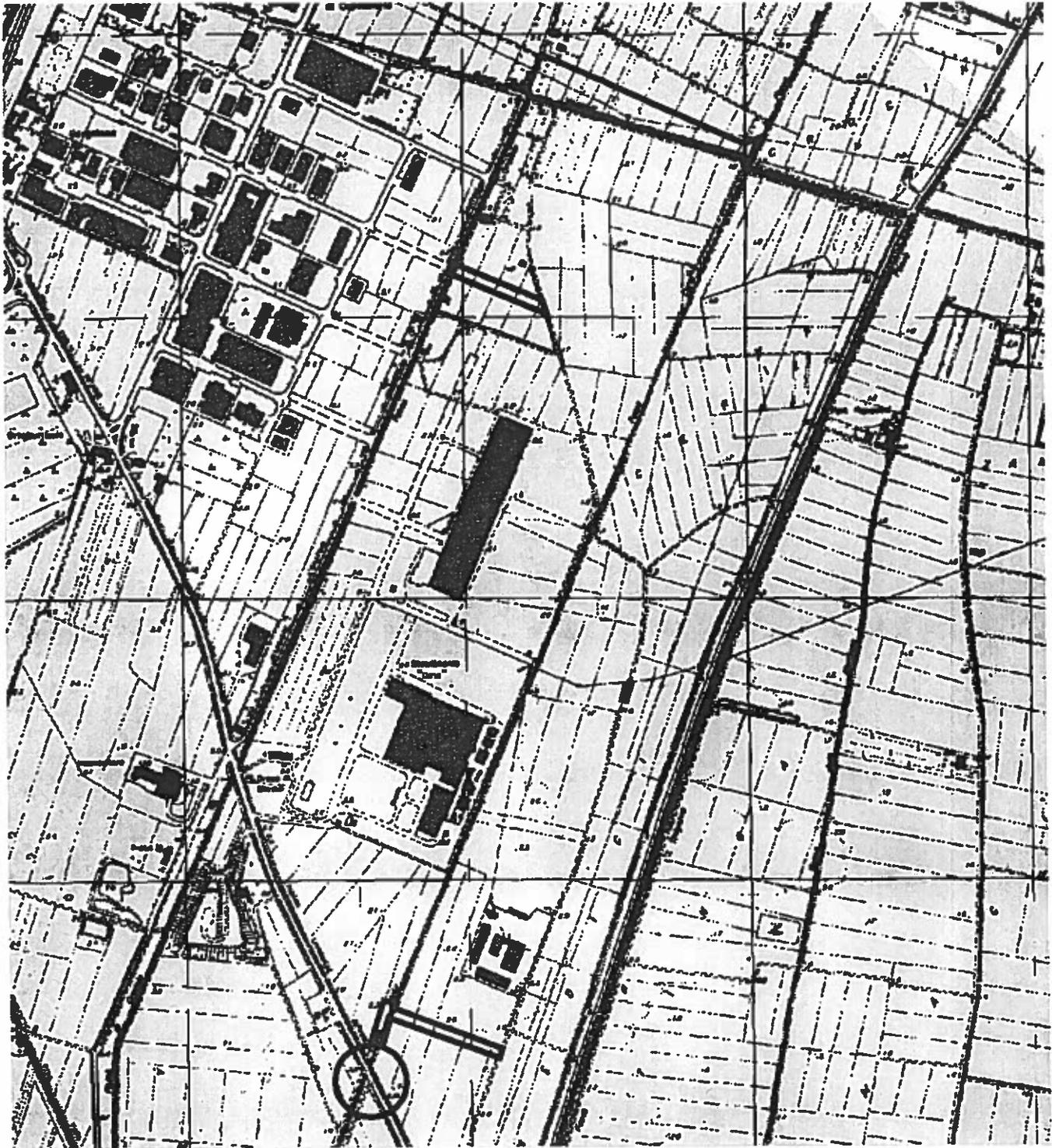
Pericolosità geologica



Fattibilità



Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Pisa  
scala 1:10.000



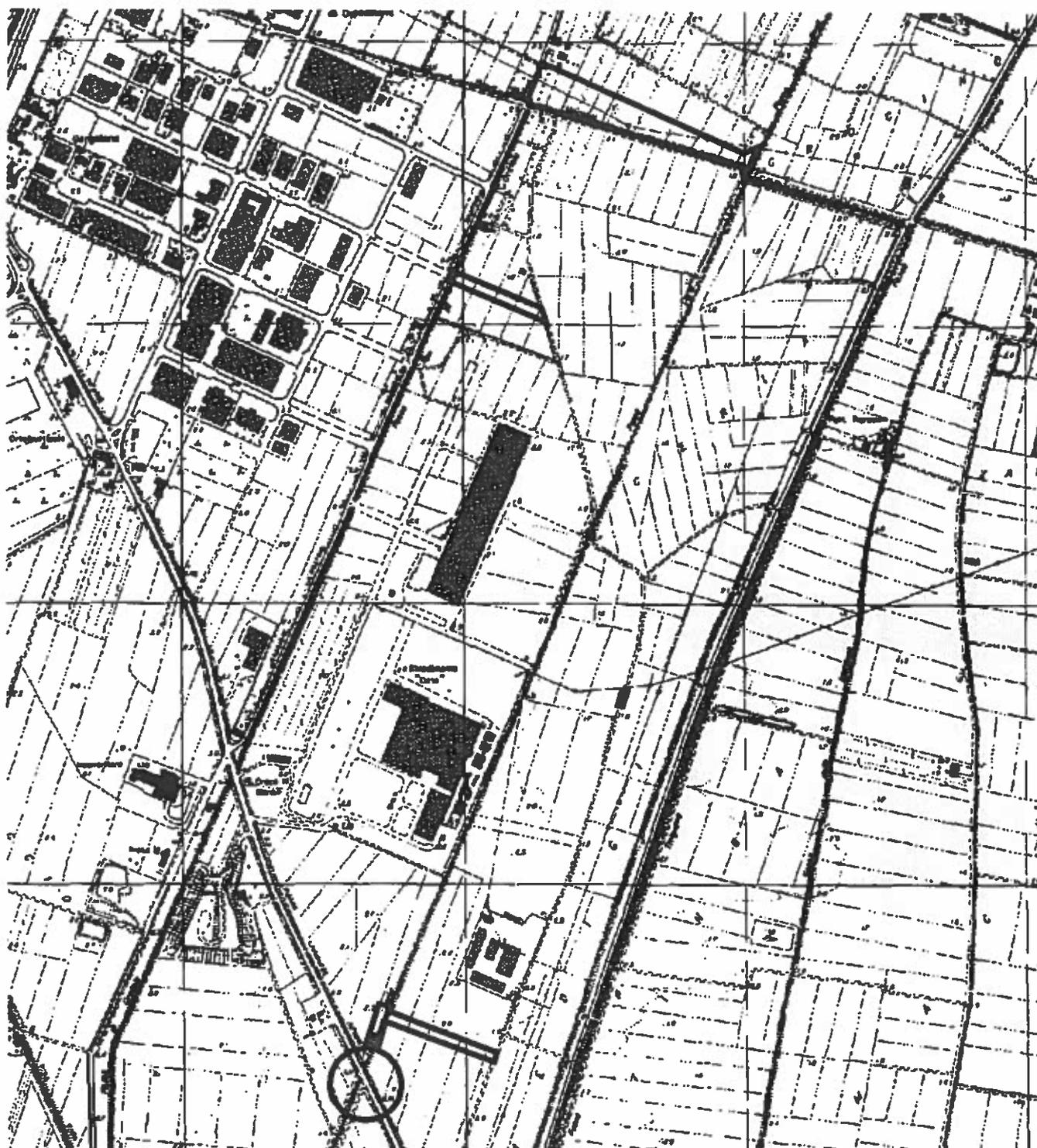
Pericolosità Geomorfologica

-  1 - irrilevante
-  2 - bassa
-  3a - media
-  3b - media
-  4a - elevata
-  4b - elevata

 Aree di variante



Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Pisa  
scala 1:10.000



Pericolosità Idraulica

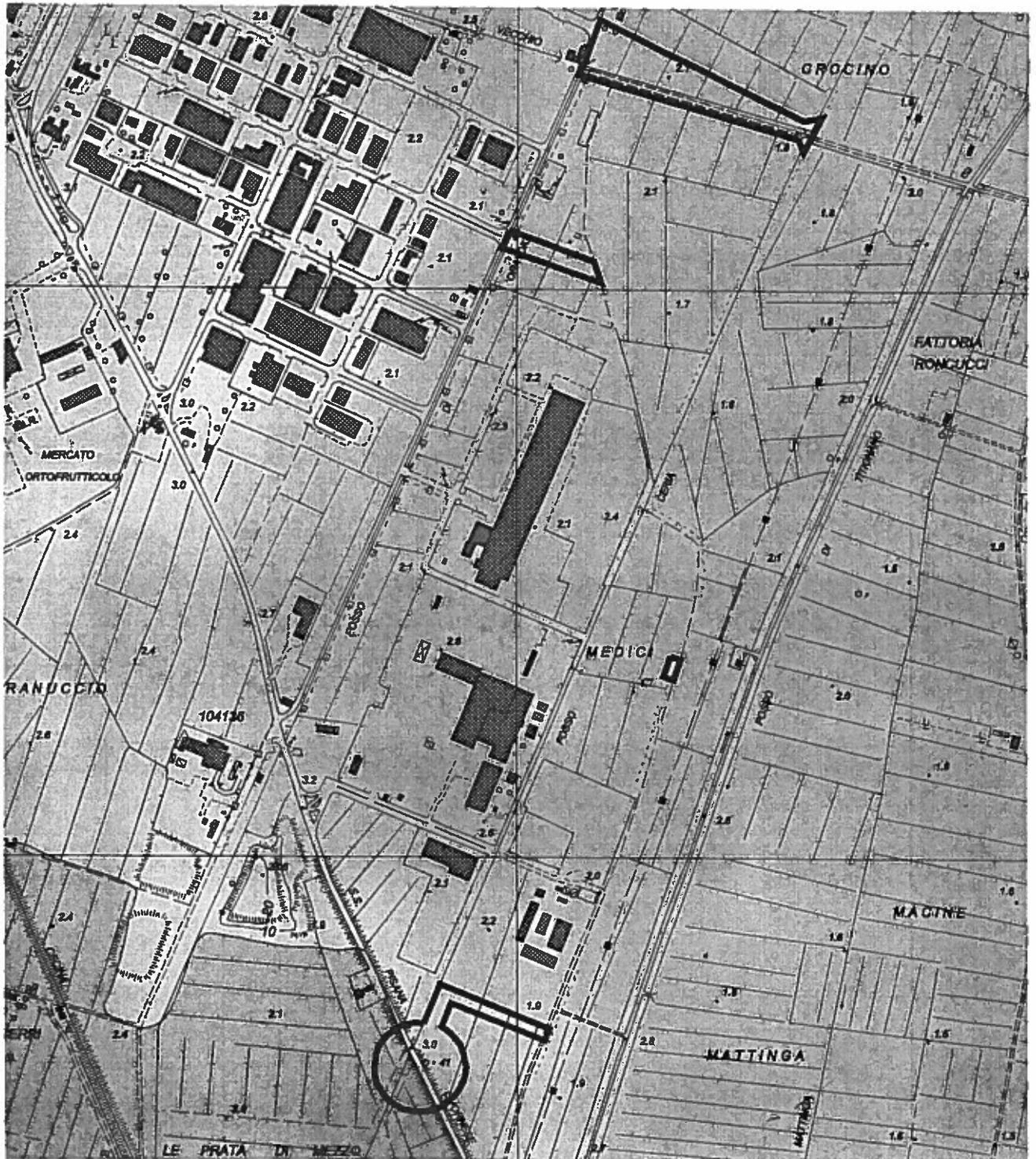
-  1 - irrilevante
-  2 - bassa
-  3a - media
-  3b - media
-  4a - elevata
-  4b - elevata

 Aree di variante



# APPENDICE 4

## Autorità di Bacino del Fiume Arno Piano Assetto Idrogeologico Scala 1 : 10.000

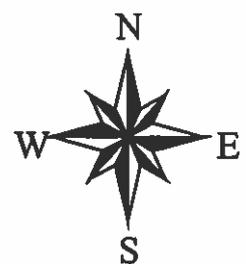


 Area di variante

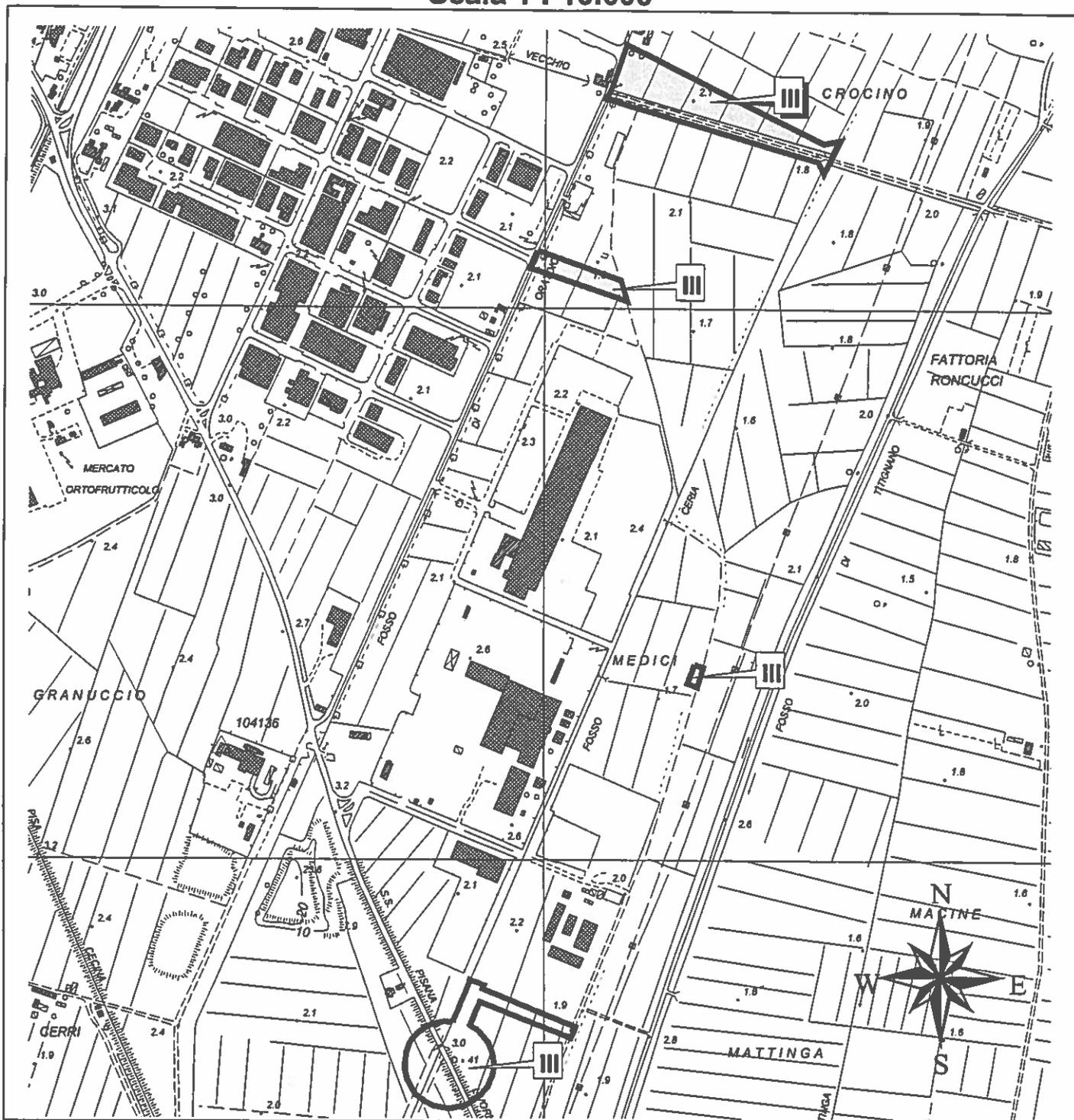
Classi di pericolosità

 P.I.2 Aree a pericolosità media

 R Aree di ristagno



# APPENDICE 5 CARTA DELLA FATTIBILITA' GEOLOGICA DELLE AREE DI VARIANTE Scala 1 : 10.000



## CLASSE III - Fattibilità Condizionata:

Sono richieste indagini di dettaglio a livello di "Area complessiva" sia come supporto alla redazione di strumenti urbanistici attuativi che nel caso sia ipotizzato un intervento diretto.

L'esecuzione di quanto previsto dai risultati di tali indagini in termini di interventi di bonifica, miglioramento dei terreni, opere di messa in sicurezza idraulica e/o tecniche fondazionali particolari costituiscono un vincolo specifico per il rilascio della concessione edilizia.

Relativamente al rischio idraulico, per le aree risultanti a fattibilità condizionata, la messa in sicurezza idraulica può ottenersi con interventi di rimodellamento morfologico attraverso modesti rialzamenti e corrispondenti scavi per una compensazione dei volumi, sempre che venga superato il rischio per la piena duecentennale e, contestualmente, l'intervento di rimodellamento risulti compatibile con l'assetto idraulico delle aree adiacenti.