



# COMUNE DI PRATO

## SISTEMAZIONE IDRAULICA DEL TORRENTE FIGARELLO VARIANTE AL REGOLAMENTO URBANISTICO

### RELAZIONE GEOLOGICA DI FATTIBILITÀ



D.R.E.A.m. Italia Soc. Coop. Agr. For.

**D.R.E.A.m. Italia**  
AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE  
PER LA QUALITÀ CERTIFICATO DA DNV  
= **UNI EN ISO 9001:2008** =

Dott. Geologo Leonardo Moretti

**MAGGIO 2013**

## **SOMMARIO**

PREMESSA .....	1
1. DATI DI PROGETTO E STUDIO IDROLOGICO E IDRAULICO .....	2
2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO, IDROGEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO.....	5
2.1 Inquadramento geomorfologico .....	5
2.2 Inquadramento geologico e idrogeologico.....	5
3. RISCHIO GEOMORFOLOGICO.....	6
4. RISCHIO IDRAULICO .....	6
5. LE CARTOGRAFIE DI INQUADRAMENTO GENERALE .....	6
6. LE CONDIZIONI DI FATTIBILITÀ GEOLOGICA, SISMICA E IDRAULICA .....	7
CONCLUSIONI .....	8

## **ALLEGATI**

1. ALLEGATO 1: CARTOGRAFIE DI PERICOLOSITÀ E FATTIBILITÀ
2. ALLEGATO 2: REPERTORIO DEI DATI DI BASE GEOLOGICI

## PREMESSA

La presente relazione, redatta per conto della Amministrazione Comunale di Prato, riguarda la definizione delle fattibilità per fattori geomorfologici, sismici e idraulici della *Proposta di Variante al Regolamento Urbanistico di Prato per la sistemazione idraulica del T. Ficarello* con riferimento al Progetto di "Intervento di manutenzione straordinaria relativo alla sistemazione idraulica del Torrente Ficarello nei comuni di Prato e Montemurlo" redatto dal Consorzio di Bonifica Ombrone Pistoiese – Bisenzio. Per la localizzazione degli interventi si veda la Figura 1.

La variante allo strumento urbanistico vigente (2001 e successive varianti) si rende necessaria in quanto una porzione di territorio ora a destinazione agricola viene destinata ad accogliere opere idrauliche e si impongono quindi condizionamenti all'uso del territorio.

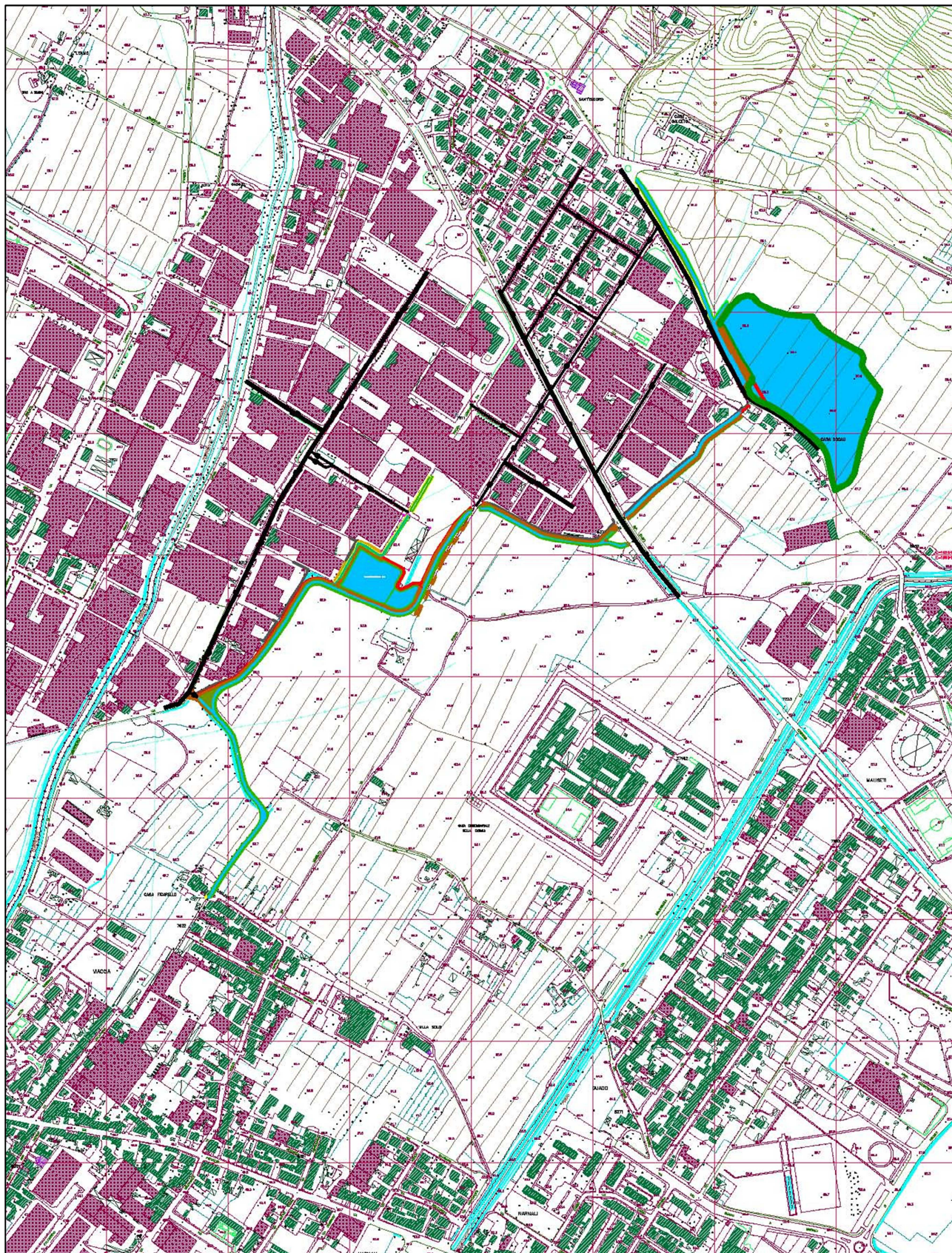
L'area di variante è individuata in Figura 1 e nelle cartografie di pericolosità e fattibilità in Allegato 1.

Gli studi vengono eseguiti ai sensi L.R.T. 1/2005 e suoi decreti attuativi in materia di indagini geologiche; in particolare, hanno lo scopo di descrivere le caratteristiche geomorfologiche, geologico – tecniche, idrogeologiche e idrauliche dei luoghi e acquisire dati litostratigrafici e idrogeologici del sottosuolo ed inoltre ottemperare a quanto previsto dalle normative comunali e sovracomunali vigenti con particolare riferimento a:

- PAI - D.P.C.M. 6 maggio 2005: "Approvazione del Piano di Bacino del Fiume Arno, Stralcio Assetto Idrogeologico" (GU n. 230 del 3 ottobre 2005).
- Legge Regionale 03/01/2005 (Norme per il Governo del Territorio).
- PIT - D.P.R.T. n.45 04/04/2007 Piano di Indirizzo Territoriale, approvato con Delibera 72/07 del 24/07/07, pubblicato sul BURT n.42 del 17/10/07.
- DPGR n. 53/R del 25 ottobre 2011 – Regolamento di Attuazione dell'Art. 62 della Legge Regionale 03/01/2005 (Norme per il Governo del Territorio) in materia di indagini geologiche.
- PTC - Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale di Prato.
- Regolamento Urbanistico comunale.
- Piano Strutturale comunale.

I rilievi geologici si basano sull'analisi e reinterpretazione di dati già descritti dagli elaborati di Piano Strutturale dei comuni di Prato e Montemurlo, segnando il corso d'acqua il confine amministrativo fra i due comuni, si è inquadrata l'area di variante considerando anche il territorio del comune di Montemurlo.

Fig.1 – Corografia e inquadramento del progetto scala 1:10.000.



## 1. DATI DI PROGETTO E STUDIO IDROLOGICO E IDRAULICO

Il progetto riguarda la realizzazione di un complesso di opere finalizzate alla riduzione del rischio idraulico gravante su una porzione di bacino del T. Ficarello, le cui problematiche contribuiscono a classificare una vasta porzione di territorio a cavallo dei comuni di Prato e Montemurlo ricadenti in pericolosità idraulica elevata e molto elevata. L'obiettivo generale, nelle intenzioni dei progettisti del Consorzio di Bonifica Ombrone – Bisenzio, può essere conseguito incrementando la capacità di invaso del sistema senza aggravare le condizioni nel comparto di valle nella zona dell'abitato di Narnali, oggetto di altri progetti di messa in sicurezza.

Gli obiettivi specifici nelle intenzioni dei progettisti:

- Lo scolmamento dell'onda di piena mediante realizzazione di opere di laminazione;
- L'aumento della capacità di deflusso e di invaso dell'alveo mediante sua ricalibratura;
- L'adeguamento e consolidamento della capacità di deflusso delle opere d'arte mediante loro ampliamento/ricostruzione;
- Il miglioramento delle condizioni di accesso e manutenzione all'alveo mediante spostamento dello stesso ad opportuna distanza dai fabbricati limitrofi.

Gli interventi di maggiore importanza riguardano la realizzazione di una cassa di laminazione a servizio delle porzioni di corso d'acqua situato a monte della Via Montalese e la realizzazione di una cassa di espansione nella porzione mediana dell'area interessata dal progetto. La quasi totalità del nuovo corso d'acqua presenta nuove arginature in luogo delle attuali sponde. Le dimensioni delle arginature delle casse di laminazione sono descritte sommariamente nelle sezioni delle pagine seguenti.

L'intervento prevede l'escavazione di una volumetria di terreno complessiva pari a circa 17.600 mc. (di cui 4.102 mc per scotico superficiale e 13.345 mc. per scavi di sbancamento e a larga sezione), ricavata dalla realizzazione della nuova sede del fosso e dallo scotico dell'area della cassa di valle, dalla realizzazione di fosse, piani di campagna e quant'altro. La cassa a monte della Via Vecchia Montalese prevede lavori e scavi significativi solo a ridosso della via vecchia Montalese in quanto area di espansione naturale.

Tabella 1 - Volumi di terre movimentate come da tabella inserita nella relazione di progetto definitivo.

Scavo complessivo	13345	Argini e piste	13863
Scotico complessivo	4102	Terreno contamin. a smaltim.	849
Volume scoline	150		
<b>SOMMA RINVENIMENTI</b>	<b>17596</b>	<b>SOMMA IMPIEGHI</b>	<b>14712</b>
		<b>TERRENO IN ESUBERO</b>	<b>2884</b>

Nell'ambito dello studio descritto nella Relazione Idraulica di Progetto definitivo del novembre 2012, a firma dell'Ing. Andrea Benvenuti, integrata nell'aprile 2013 con ulteriori documenti, sono stati analizzati diversi scenari di progetto caratterizzati da differenti tempi di ritorno (30, 100 e 200 anni) e durate di pioggia: in particolar modo la durata 3 ore (180 minuti) massimizza il picco di portate e risulta critica per quanto riguarda il reticolo di acque alte, mentre la durata 6 ore (360 minuti) tende a mettere in crisi la rete di acque basse.

Il Fosso Ficarello in questo tratto è configurabile essenzialmente come fosso di acque alte ma poco più a valle entra a far parte del reticolo di acque basse assieme ad altri corsi d'acqua. Gli idrogrammi sono stati applicati nelle sezioni di chiusura dei relativi sottobacini.

La modellazione del sistema idraulico è stata effettuata a moto vario, mediante il software HEC-RAS inserendo le sezioni trasversali appositamente rilevate, i manufatti presenti (sottopassi o tombini), le aree di esondazione e le strutture arginali.

Come condizioni al contorno sono stati inseriti gli idrogrammi effluenti da ciascun sottobacino ed inseriti nelle sezioni di chiusura degli stessi. Il modello HEC-RAS parte dalla sezione 300 fino alla sezione 60.

Dalle elaborazioni effettuate per gli scenari indicati si rileva, allo stato attuale, una generale insufficienza del corso d'acqua a contenere le portate all'interno dell'alveo, come del resto ben noto e documentato dalle tracimazioni verificatesi negli anni passati, specie a ridosso della Via Vecchia Montalese con interessamento dell'area industriale di Montemurlo.

Il progetto, nella sua versione del novembre 2012, integrata nell'aprile 2013 a seguito delle osservazioni portate dall'Ufficio del Genio Civile e dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno in sede di conferenza, prevede una generale riduzione dei volumi esondati sul territorio rispetto alla situazione attuale per tutti gli scenari trattati ed un aumento della capacità di invaso dell'alveo e delle strutture di espansione trattate. Si riportano di seguito le informazioni principali riguardanti le casse di espansione.

Tabella 2 - Dati dimensionali delle casse di laminazione.

Caratteristica	Cassa di monte	Cassa di valle
Superficie cassa	40 000 mq	5 000 mq
Quota fondo	55,50 m s.l.m.	51,40 m s.l.m.
Quota max. invaso	57,40 m s.l.m.	53,10 m s.l.m.
Volume max. invasabile	34 900 mc	8 500 mc
Quota media soglia di sfioro	57,65 m s.l.m.	52,40 m s.l.m.
Lunghezza soglia di sfioro	80,00 m	28,00 m
Diametro tubazione di uscita	0,40 m	0,50 m

## CASSA DI MONTE

La cassa di espansione di monte viene ubicata in una depressione naturale del terreno posta in sinistra idraulica a monte della via Vecchia Montalese.

Il massimo invaso della cassa negli scenari esaminati raggiunge una quota di 57,42 m s.l.m. (Evento duecentennale per piogge di 3 ore) con una superficie sottesa pari a circa 40.000 mq. ed un volume invasato di poco inferiore ai 35.000 mc.

Il riempimento della cassa avviene mediante una soglia sfiorante posta in sinistra idraulica al fosso Ficarello costituita essenzialmente dalla arginatura sinistra rivestita in scogliera fluviale, la quale, sul lato esterno del fosso, degrada verso i campi per accompagnare la vena stramazzante evitando il pericolo di erosioni del terreno. La soglia ha quindi una lunghezza di circa 80 m. e quota variabile con valore medio pari a 57,66. Lo svuotamento della cassa avverrà mediante la tubazione esistente sotto la via Vecchia Montalese.

Attualmente la tubazione presenta un diametro di 70 cm., è prevista la realizzazione di un manufatto sgrigliatore in testa alla stessa in grado di intercettare eventuale materiale trasportato dalla corrente che potrebbe ostruire la tubazione. Detto manufatto funzionerà anche da regolatore mediante installazione di una opportuna portella così da avere una luce netta di scarico corrispondente ad una tubazione di diametro 40 cm.

Questo manufatto non necessita di sorveglianza o intervento in occasione di eventi di piena ma è di utilità nel caso si effettuino operazioni di manutenzione sulla tubazione che necessitino di scollegare la stessa.

Così operando la portata in uscita dalla tubazione non viene incrementata negli scenari di progetto a causa dei maggiori livelli presenti nella cassa.

La rete di scolo posta a valle della tubazione, nel terreno compreso tra la Via Montalese Vecchia e Nuova, viene ripulita e ne viene migliorata la capacità di deflusso. Un ulteriore regolazione viene realizzata nella immissione del reticolo di fosse nel fosso Ficarello in corrispondenza del traversante sotto la Nuova Montalese. La nuova portella munita di paratoia, consentirà, in caso di necessità, di scollegare la rete campestre dal Fosso Ficarello e di regolare le portate immesse nello stesso, prevenendo allo stesso tempo fenomeni di rigurgito del fosso nei campi.

### CASSA DI VALLE

La cassa di espansione di valle viene realizzata scavando il piano di campagna in un'area leggermente depressa posta in destra idraulica vicino all'area industriale nei pressi dell'impianto di recupero della carta da raccolta differenziata dei rifiuti.

A causa della presenza superficiale della tubazione del metano SNAM non tutta l'area può essere scavata ma solo fino a distanza di sicurezza, per cui una porzione di terreno (quella che ricade sopra la tubazione) viene mantenuta alla quota attuale e funge da tratto di raccordo tra la soglia e la cassa vera e propria.

Il massimo invaso della cassa sarebbe ottenibile a quota 53,10 m s.l.m. Negli scenari esaminati l'invaso massimo si è attestato ad una quota di 52,60 m s.l.m. (Evento duecentennale per piogge di 3 ore) con una superficie sottesa pari a circa 5.000 mq. ed un volume invasato di poco inferiore ai 6.000 mc.

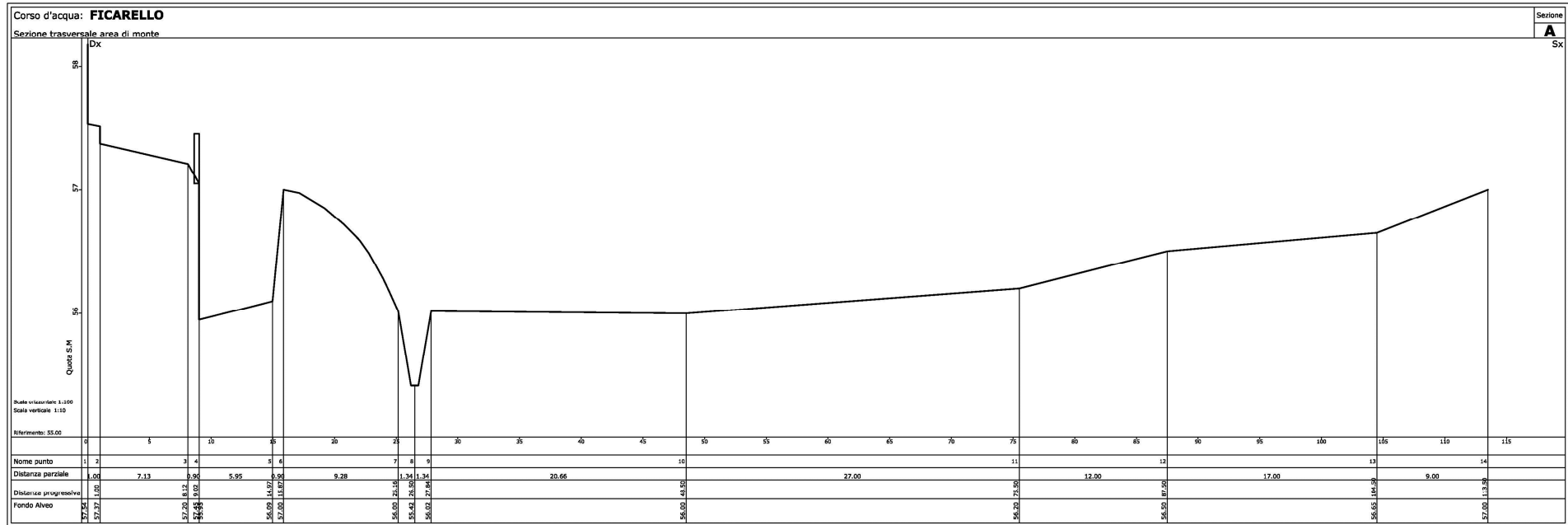
Il riempimento della cassa avviene mediante una soglia sfiorante posta in destra idraulica al fosso Ficarello costituita essenzialmente dalla arginatura sinistra rivestita in scogliera fluviale, la quale, sul lato esterno del fosso, accompagna il deflusso verso la cassa evitando il pericolo di erosioni del terreno. La soglia ha una lunghezza di circa 28 m. e quota medio pari a 52,40. La soluzione scelta consente una agevole manutenzione dell'elemento ed un favorevole inserimento ambientale, in quanto a regime la soglia risulterà inerbita e facilmente confondibile con una arginatura.

Lo svuotamento della cassa avverrà mediante una tubazione di diametro 30 cm. posta alla quota di minimo invaso con collegamento diretto al Fosso Ficarello senza necessità di portella antiriflusso così da avere manutenzione ridottissima.





Fig.4 – Sezione longitudinale della cassa di monte.



## 2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO, IDROGEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

### 2.1 Inquadramento geomorfologico

L'area di intervento si colloca presso margine nord orientale dell'ampia pianura Firenze – Prato – Pistoia, in prossimità dei primi rilievi collinari del Monteferrato.

La morfologia è pianeggiante, con pendenze inferiori al 5%, le quote variano dai 60 m. s.l.m.m. ai 45 m. del limite meridionale che ha termine presso Casa Ficarello. La morfologia piatta di questa porzione di pianura è interrotta dai rilevati arginali dei principali corsi d'acqua T. Bardena, che scorre a est e T. Bagnolo che scorre a ovest attraversando l'area industriale di Montemurlo. Altri elementi consistono nei rilevati stradali e nell'ampia zona industriale di Montemurlo la cui realizzazione ha modificato in modo significativo la morfologia originaria dei luoghi.

### 2.2 Inquadramento geologico e idrogeologico

Nel territorio del comune di Prato e più in generale nel bacino idrografico del Torrente Ombrone, è possibile individuare terreni appartenenti a diverse unità tettoniche la cui posizione però non interessa direttamente l'area di variante.

Nella porzione di territorio interessato direttamente dal progetto si rilevano esclusivamente depositi di origine fluvio lacustre (Vedi Tav. 1 Carta Geomorfologia).

Il bacino palustre/lacustre di Pistoia-Prato-Firenze, disposto in direzione appenninica NO-SE, si sviluppò attraverso diverse fasi di sedimentazione ed erosione, che hanno condotto all'attuale disposizione dei sedimenti. I terreni costituenti il fondo ed i margini del bacino sono di natura lacustre, mentre i terreni di riempimento sono di natura alluvionale con una composizione granulometrica più francamente grossolana in prossimità dello sbocco dei corsi d'acqua principali.

I depositi lacustri sono costituiti litologicamente da argille limose con lenti di sabbia e ghiaie che tendono a diminuire di spessore e ampiezza spostandosi verso il centro della pianura; i depositi di conoide si ritrovano nella parte alta del territorio allo sbocco dei corsi d'acqua principali nella pianura. L'area di Montemurlo, a ridosso dei rilievi, è caratterizzata dalla presenza di depositi di conoide, dei due corsi d'acqua principali (Torrenti Bagnolo e Calice).

#### DEPOSITI CONTINENTALI

Alluvioni recenti e attuali (all): sabbie più o meno limose, argillose e ghiaiose, costituenti i sedimenti più recenti dei corsi d'acqua che defluiscono attraverso la pianura dell'Ombrone Pistoiese.

Depositi di conoide (Con).

#### DEPOSITI MARINI

- Supergruppo della Calvana (Dominio Ligure esterno)
- Falda Toscana (Serie Toscana non metamorfica, Dominio Toscano)

Nella porzione di territorio interessato direttamente dal progetto si rilevano esclusivamente depositi di origine fluvio lacustre (Vedi Tav. 1 Carta Geomorfologia), prevalentemente argilloso sabbiosi come indicato dalla prospezioni geognostiche appositamente eseguite.

Le condizioni idrogeologiche sono desumibili dalle cartografie di P.S. rielaborate in questa occasione e dai risultati delle prospezioni, che eseguite nel mese di agosto 2012 hanno individuato la freatica a una profondità variabile dai 1,40 ai 2,20 m. dal piano campagna.

### **3. RISCHIO GEOMORFOLOGICO**

In un intorno significativo dell'area di progetto non si rilevano elementi riconducibili a dissesti per processi geomorfologici, ad esclusione modeste evidenze erosive di sponda in alcune porzioni del corso d'acqua attuale.

Le carte di Piano Strutturale, di recente adozione, descrivono una vasta area interessata da subsidenza del suolo che interessa parte dell'area di variante e più intensamente l'area di Narnali.

### **4. RISCHIO IDRAULICO**

La relativa cartografia facente parte degli elaborati di P.S. descrive una situazione di criticità dell'area anche per i contributi degli altri corsi d'acqua e per il regime idraulico del reticolo idrografico superficiale. Gli studi idraulici hanno individuato le aree a rischi per i diversi tempi di ritorno prescritti dalla normativa. Gli studi di aggiornamento del PAI del Fiume Arno in fase di definizione confermano questa situazione.

### **5. LE CARTOGRAFIE DI INQUADRAMENTO GENERALE**

La variante è corredata dagli elaborati cartografici descritti di seguito, appositamente redatti, rielaborando dati contenuti negli studi di supporto alla pianificazione urbanistica dei due comuni e di nuovo rilievo, in scala 1:10.000:

1. Carta Geomorfologica (considerate le condizioni generali si sono accorpate in un unico documento la Carta Geologica e la Carta Geomorfologica prescritte dalla normativa regionale).
2. Carta Litotecnica e dei dati di base (geologici).
3. Carta Idrogeologica.
4. Carta di pericolosità geologica.
5. Carta di pericolosità idraulica.
6. Carta delle problematiche idrogeologiche.
7. Carta delle Microzone Omogenee in prospettiva sismica.
8. Carta della pericolosità sismica.

La Carta litotecnica e dei dati di base localizza il repertorio dei dati di sottosuolo derivanti dall'archivio ISPRA, dai relativi elaborati dei piani strutturali e dalla campagna geognostica

eseguita nell'agosto - settembre 2012. In particolare le informazioni dei pozzi profondi ISPRA, sono state utilizzate, con gli opportuni adeguamenti e rivalutazione delle informazioni, per individuare la profondità del substrato geologico, specie nella porzione nord orientale della variante e del progetto, si ritiene che le stratigrafie dei pozzi identificati con numeri d'ordine della serie 1 – 6 e il 14 siano affidabili e descrivano compiutamente le condizioni nella fascia che borda i rilievi collinari.

La Carta idrogeologica, oltre a raffigurare le linee isofreatiche individua aree caratterizzate dalla presenza nei primi metri di sedimenti con bassa permeabilità, inoltre le aree con falda superficiale.

La Carta di pericolosità geologica individua la vasta area in subsidenza già menzionata, che interessa la porzione sud occidentale della variante.

La Carta di pericolosità idraulica descrive gli aspetti già noti in merito alla problematica e giustificano la necessità del progetto e della variante.

La Carta delle problematiche idrogeologiche “somma” caratteri delle carte geomorfologica e idrogeologica.

La Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica è risultato il documento di maggiore impegno, in quanto rappresenta la principale innovazione del “53/r”. I temi derivano da quelli geomorfologici, idrogeologici e soprattutto dalla interpretazione delle prospezioni geognostiche di repertorio integrate con le indagini del 2012 e in particolare dalla indagine geofisica.

Presso la porzione nord orientale della variante si individuano sei zone caratterizzate da diversi spessori dei litotipi, o terreni di copertura o di sedimenti:

- 1: substrato geologico affiorante,
- 2: substrato geologico sub affiorante, terreni di copertura di spessore 0 – 5 m.,
- 3: substrato geologico a 20 m. di profondità dal piano campagna,
- 4: substrato geologico a 40 m. di profondità dal piano campagna,
- 5: substrato geologico a 60 m. di profondità dal piano campagna,
- 6: substrato geologico a oltre 60 m. di profondità dal piano campagna.

Le zone 3 e 4 si ritiene che possano essere sede di fenomeni di amplificazione.

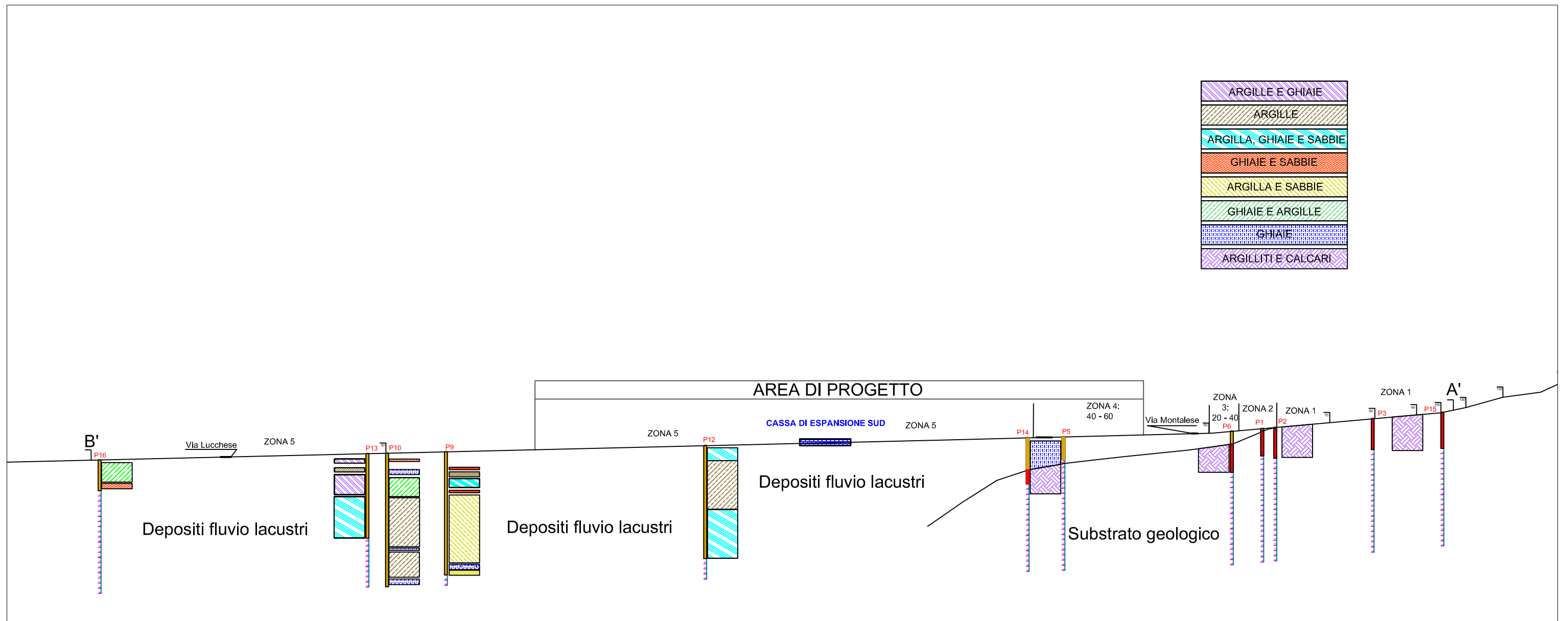
Nella stessa cartografia le aree di subsidenza e con falda superficiale si ritiene che possano essere sede di cedimenti e innesco di fenomeni di liquefazione.

La carta della pericolosità sismica classifica in pericolosità media gran parte dell'are oggetto di indagine e classifica in S3 medio alta le porzioni di territorio già descritte al punto precedente, sommando le varie singole zonazioni.

## **6. LE CONDIZIONI DI FATTIBILITÀ GEOLOGICA, SISMICA E IDRAULICA**

Come visto ampie porzioni di territorio interessate dalla variante ricadono in pericolosità elevata, a parte le condizioni di pericolosità idraulica, che non rappresentano, almeno nel caso di progetti di messa in sicurezza come questi, fonti di condizionamenti o limiti, si ritiene che, considerata la modesta incidenza sul suolo delle opere previste e contemplate nella variante, possano essere attribuite classi di fattibilità geologica idraulica e sismica “con normali vincoli”, la classe 2 della normativa.

Fig.5 - Sezione geologica scala 1:7.500



Questi aspetti sono descritti nelle relative cartografie delle Tavole 9 e 10, ove in Tav. 10 si accorpano le zonazioni geologiche e sismiche (rispettivamente campiture e colore).

## **CONCLUSIONI**

Nella presente relazione sono riportati i risultati degli studi geologici di fattibilità eseguiti a supporto delle opere previste nel progetto di sistemazione idraulica del Torrente Ficarello per le quali si è resa necessaria una variante al Regolamento Urbanistico del comune di Prato.

La definizione del quadro conoscitivo dell'area, che ha utilizzato anche gli elaborati a supporto di recenti varianti agli strumenti urbanistici dei comuni di Prato e Montemurlo, ha confermato la presenza di diverse criticità che affliggono il territorio, d'altra parte la modesta incidenza delle opere in progetto permette di attribuire, ragionevolmente, un grado di fattibilità con normali vincoli da definirsi in sede di progettazione esecutiva.

La campagna geognostica eseguita e il vasto repertorio di dati di sottosuolo reso disponibile permette di confermare la validità delle indagini senza ulteriori approfondimenti nelle fasi successive della progettazione e relativa attuazione.

Pistoia 27 maggio 2013

Dott. Leonardo Moretti

## **ALLEGATO 1**

### **CARTOGRAFIE DI PERICOLOSITÀ E FATTIBILITÀ**