



comune di  
**PRATO**

Relazione geologica di fattibilità per il progetto definitivo  
della Seconda Tangenziale Ovest di Prato  
Lotti 4a – 4b – 4c – 5

## **PREMESSE**

L'area oggetto della presente relazione è quella relativa al percorso della “**Seconda Tangenziale Ovest di Prato**” (lotti 4 e 5).

Progettisti sono l'Ing. L. Frasconi (Comune di Prato), l'Ing. P. Mazzoni (Comune di Pistoia) e l'Arch. N. Giuntoli (Comune di Quarrata), l'Ing. A. Ianniello (Provincia di Prato), l'Ing. M. Micillo (U.R.T.T. di Prato e Pistoia).

Committente è il Comune di Prato, Area W, Opere Pubbliche e Ambiente.

Scopi della presente relazione sono:

- A) Studio geologico, geomorfologico, idrogeologico e geotecnico delle aree interessate dalla nuova viabilità
- B) Verificare l'idoneità delle stesse ad essere interessate dall'intervento in progetto, definendone il grado di fattibilità
- C) Fornire i parametri geotecnici di massima per una prima caratterizzazione dei terreni interessati
- D) Dare indicazioni e suggerimenti per le opere di drenaggio delle acque, sbancamento ed eventuale contenimento delle terre

A tali scopi sono stati eseguiti:

- 1) Ricognizione di tutta l'area
- 2) Sopralluogo e rilievo di dettaglio delle varie “SEZIONI”
- 3) Consultazione degli studi geologico-tecnici di supporto al P.R.G. (TOMEI '99)
- 4) Consultazione della Cartografia dell'Autorità di Bacino del F. Arno
- 5) Esame di varie indagini eseguite dallo studio scrivente in aree prossime e disposte lungo la nuova viabilità di progetto

Indagini così suddivise nelle sottoindicate “SEZIONI”

▪ **SEZIONE IOLO S. PIETRO – GARDUNA – CASTRUCCIO (LOTTO 4c)**

- N. 16 prove penetrometriche statiche CPT
- N. 1 prova penetrometrica dinamica DPSH
- N. 1 saggio geognostico

▪ **SEZIONE CASERANE – GUILIANTI (LOTTO 4b)**

- N. 5 prove penetrometriche statiche CPT

▪ **SEZIONE CASERANE – CASINI (LOTTO 5)**

- N. 2 prove penetrometriche statiche CPT

- **SEZIONE FATTICI (LOTTO 4a)**
  - N. 2 prove penetrometriche statiche CPT
  - N. 1 sondaggio a rotazione e carotaggio continuo
  
- **SEZIONE – LEONARDO DA VINCI – IL CASONE (LOTTO 4a)**
  - N. 1 prova penetrometrica statica CPT
  
- **SEZIONE CALICE (Completamento e nuova linea depuratore GIDA)**
- **(LOTTO 4a)**
  - N. 15 prove penetrometriche CPT
  - N. 1 sondaggio geognostico a rotazione e carotaggio continuo
  - INDAGINE GEOFISICA (Sismica a rifrazione: N. 6 stendimenti per un totale di 350 m ca.)

## **A) GEOMORFOLOGIA – GEOLOGIA – LITOLOGIA**

### ***Inquadramento e trattazione generale***

L'area interessata è quella del contesto urbano della città di Prato, della sua periferia e di un suo immediato intorno.

E' un'area pertanto posta al margine Nord-Est della pianura Firenze-Prato-Pistoia, adiacente ai rilievi che la delimitano su tale lato; rilievi rappresentati dal Preappennino e dalla dorsale dei M.ti della Calvana, dorsale quest'ultima che si addentra profondamente nella piana.

Il contesto urbano della città di Prato, pur avendo la sua prima ed intensa localizzazione in prossimità di tali rilievi, si prolunga profondamente con le sue frazioni verso Sud-Ovest, giungendo quasi al margine opposto della pianura, in prossimità dei rilievi collinari che bordano la catena del Montalbano; é questa la catena che delimita la piana "interna" e che la separa dalla grande pianura "esterna" che giunge fino al mare.

Il bacino sedimentario Firenze-Prato-Pistoia (Valdarno Medio) è stato riconosciuto come depressione lacustre di età villafranchiana.

Il lago venne ad occupare la depressione tettonica formatasi nel tardo Pliocene, circa 2 milioni di anni fa, come risultato dei movimenti tettonico-distensivi che interessarono la Toscana a partire dall'area tirrenica.

Il progressivo abbassamento del fondo del bacino veniva compensato dal notevole trasporto solido dei corsi d'acqua. La distribuzione dei sedimenti più grossolani indica che questi fiumi corrispondevano agli attuali Amo, Ombrone e Bisenzio; quest'ultimo aveva un ruolo preminente, perché proveniente da un'area appenninica in forte sollevamento e quindi in accentuata erosione.

L'abbondanza dei sedimenti grossolani nella zona di Prato sta ad indicare che il Bisenzio è

stato, fin dall'inizio delle fase lacustre, l'immissario con maggior trasporto elastico. E questo è dovuto, oltre che all'ampiezza del bacino idrografico di alimentazione, anche ai sollevamenti, che determinarono, pure nella fase di riempimento lacustre, una scarpata di notevole entità.

Il profilo longitudinale del Bisenzio doveva quindi avere una pendenza elevata, tale da permettere una notevole erosione.

E' probabile che anche i livelli ghiaiosi più lontani dai rilievi Nord-Orientali appartengano alla conoide del Bisenzio, che ha distribuito materiale grossolano fin quasi al margine opposto della piana.

I sedimenti del riempimento lacustre ed i depositi fluviali connessi hanno una giacitura sub-orizzontale sulle formazioni rocciose antiche, di origine marina, che sono state più o meno dislocate da fenomeni tettonici ed erose in ambiente continentale (paleoinvaso lacustre).

La forma del fondo bacino è asimmetrica, con maggiore profondità presso il margine orientale: ciò dipende dall'azione prevalente di una faglia che delimita appunto il bacino a Nord-Est e che corre al contatto della pianura con i rilievi che la delimitano su tale lato.

Il limitato dislivello ( $\cong$  50 metri) fra le quote di affioramento dei depositi lacustri lungo i margini Nord e Sud del bacino testimonia il basculamento del bacino stesso verso Nord-Est per l'azione della faglia sopracitata.

Questo fenomeno avrebbe caratterizzato l'attuale tracciato del F. Bisenzio, determinandone il netto cambiamento di direzione verso Sud ed in adiacenza al margine meridionale dei M.ti di della Calvana.

In tempi relativamente recenti il bacino fluvio-lacustre fu riempito per l'incisione della soglia della Gonfolina (ubicazione dell'emissario del lago) da parte dell'Arno e per l'accumulo dei sedimenti che prevalse sulla subsidenza.

Per quanto riguarda la natura dei sedimenti del centrobacino, i numerosi sondaggi effettuati nella piana hanno fornito stratigrafie spesso notevolmente diverse. I depositi sono rappresentati da termini di ampio spettro granulometrico, argille, limi, sabbie, ghiaie e ciottoli, e più frequentemente da terreni a composizione intermedia, con le più svariate percentuali dei litotipi suddetti.

Nell'area di Campi Bisenzio lo spessore dei sedimenti fluvio-lacustri supera i 600 m.

I depositi che caratterizzano l'area in oggetto possono essere suddivisi in tre unità, che corrispondono ad altrettante facies di sedimentazione:

- depositi lacustri;
- depositi di delta-conoide;
- depositi recenti d'esondazione.

I depositi lacustri sono costituiti in maggioranza da argille limose, talvolta leggermente sabbiose, con livelli di lignite e torba; strati di ghiaie, in genere a matrice limosa, si intercalano alle argille. La frequenza e lo spessore delle ghiaie diminuisce comunque procedendo dai margini verso

il centro della pianura.

L'assenza poi di materiali grossolani nella successione lacustre delle aree al bordo sud-ovest evidenzia l'assenza di immissari di una certa importanza su questo versante del bacino.

L'evoluzione sedimentaria del bacino è andata verso un aumento dell'apporto macroclastico; nell'area di Prato le ghiaie sono divenute prevalenti e la conoide è avanzata nella pianura, fin quasi a raggiungere il margine opposto. Questa fase è terminata probabilmente con l'ultima fase glaciale, con il risultato della diminuzione di apporto di materiale clastico grossolano ed incisione del Bisenzio della sua conoide.

La successione sedimentaria dell'area pratese termina con un piccolo spessore continuo (da 1 a 5 metri massimo di spessore) di limo argilloso, più o meno sabbioso, che corrisponde alla deposizione fluviale al di fuori dell'alveo, cioè quella che si ha in occasione delle esondazioni.

## **B) INDAGINI GEOGNOSTICHE**

### **1. SEZIONE IOLO S. PIETRO – GARDUNA – CASTRUCCIO (LOTTO 4c)**

*16 CPT – 1 DPSH – 1 saggio*

#### **1.1 Prove penetrometriche, saggio e litologia**

I **profili penetrometrici** sono tutti quasi perfettamente correlabili.

Indicano sempre la presenza di un primo orizzonte, fino a -6÷-9 m ca. di sedimenti a fine granulometria; si tratta di limi sabbiosi-argillosi/argille limose, da debolmente a mediamente consistenti ( $R_p = 10-20 \text{ Kg/cm}^2$ ), talora però sovraconsolidati in superficie per cicli di saturazione e consolidazione.

Possono risultare poco consistenti per brevi intervalli ( $< 1\text{m}$ ) al tetto dello strato di materiali grossolani, che compare sempre alla base del primo orizzonte limoso.

Questo strato granulare grossolano è costituito da ghiaie, in matrice limo-sabbiosa in genere scarsa; il grado di addensamento è per lo più elevato ( $R_p \geq 80 \text{ Kg/cm}^2$ ). In alcune prove ne è stato rilevato uno spessore di 2-3 m.

Il **saggio geognostico** (con escavatore meccanico) ha evidenziato la presenza di argille grigie (da poco consistenti a molli) alla base (-2,50 m) dei limi sabbioso-argillosi superficiali.

Il **profilo della dinamica DPSH** ha confermato la presenza di sedimenti a fine granulometria fino a -8 m ca., ma ha peraltro evidenziato la presenza, nell'orizzonte grossolano, di alcuni brevi livelli in cui prevale la frazione sabbiosa.

#### **1.2 Idrogeologia**

Tutti gli orizzonti grossolani (ghiaie) sono sempre sede di acquiferi confinati e caratterizzati

quindi da un artesianesimo (limitato).

Sono presenti peraltro anche falde superficiali, alimentate prevalentemente dalle precipitazioni; sono di modesta entità e permeano quelli livelli superiori in cui prevale la matrice granulare (sabbiosa).

### 1.3 Parametri geotecnici

- **peso di volume**,  $\gamma = 1,9-2,0$  t/mc
- **coesione non drenata**,  $C_u \cong 0,7$  Kg/cm<sup>2</sup> nell'orizzonte limoso superiore;
  - talora  $\cong 1,0$  Kg/cm<sup>2</sup> in superficie (sovracconsolidato)
- **grado di consolidazione OCR**, elevato solo in superficie (depositi recenti)
- **moduli edometrico**,  $M_o$  (o  $E_{ed}$ )  $\cong 50$  Kg/cm<sup>2</sup>, ridotto nei sedimenti fini (compressibilità elevata)
  - talora  $\cong 100-200$  Kg/cm<sup>2</sup> in superficie (sovracconsolidato)
  - molto elevato  $\cong 500$  Kg/cm<sup>2</sup> nei livelli basali grossolani
- **densità relativa**,  $D_r \cong 40\%$  nei sedimenti fini limosi;  
 $\geq 80\%$  nei materiali grossolani
- **angoli efficaci di attrito interno**,  $\phi' \cong 27^\circ$  nei sedimenti fini limosi;  
 $\cong 36^\circ$  nei materiali grossolani

## 2. SEZIONE CASERANE – GUILIANTI (LOTTO 4b)

5 CPT

### 2.1 Prove penetrometriche e litologia

**Profili penetrometrici** quasi perfettamente correlabili.

E' presente un orizzonte superiore di sedimenti fini (limi sabbiosi-argillosi) fino a -6÷-9 m; questo orizzonte risulta sovracconsolidato oltre i -2 m ( $R_p = 20-30$  Kg/cm<sup>2</sup>), in superficie ha un carattere più sabbioso ed è poco addensato ( $R_p \cong 10$  Kg/cm<sup>2</sup>).

Alla base di questo primo orizzonte di sedimenti a fine granulometria è presente uno strato di sedimenti granulari grossolani (ghiaie) in matrice limo-sabbiosa; il grado di addensamento è medio e la matrice è talora abbondante, come indicano alcune "sfrangiature" con caduta della  $R_p$ .

### 2.2 Idrogeologia

E' qui presente un acquifero confinato, in profondità, nel livello grossolano ghiaioso; acquifero caratterizzato da artesianesimo.

E' stata però rilevata H<sub>2</sub>O tra -1 e -3 m ca. dal p.c.; sono falde superficiali, di modesta entità,

che permeano i limi sabbiosi superiori ed alimentate prevalentemente dalle precipitazioni.

### 2.3 Parametri geotecnici

- **peso di volume**,  $\gamma \cong 1,9-2,0$  t/mc
- **coesione non drenata**,  $C_u \cong 0,7$  Kg/cm<sup>2</sup> nell'orizzonte limoso superiore;
  - $\cong 1,0$  Kg/cm<sup>2</sup> negli orizzonti sovraconsolidati
- **grado di consolidazione OCR**, elevato solo in superficie (depositi recenti)
- **modulo edometrico**,  $M_o$  (o  $E_{ed}$ )  $\cong 50$  Kg/cm<sup>2</sup>, ridotto, nei sedimenti fini (compressibilità elevata)
  - $= 100-200$  Kg/cm<sup>2</sup> nei livelli sovraconsolidati
  - $\cong 500$  Kg/cm<sup>2</sup> nei materiali grossolani
- **densità relativa**,  $D_r \cong 35\%$  nei sedimenti fini limosi;
  - $\cong 60\%$  nei livelli sovraconsolidati
  - $\cong 80\%$  nei materiali grossolani
- **angoli efficaci di attrito interno**,  $\phi' \cong 27^\circ$  nei sedimenti fini
  - $\cong 35^\circ$  nei materiali grossolani

## **3. SEZIONE CASERANE – CASINI (LOTTO 5)**

### *2 CPT*

#### **3.1 Prove penetrometriche statiche e litologia**

I due **profili penetrometrici** sono anche in questa sezione perfettamente correlabili.

Entrambi infatti indicano, al di sotto di un breve riporto superficiale, la presenza di un ampio orizzonte superiore fino a -9 m ca. di una serie continua di sedimenti a fine granulometria, costituiti da limi sabbiosi-argillosi, mediamente consistenti ( $R_p = 15-20$  Kg/cm<sup>2</sup>); in alcuni livelli della CPT 2 (es. intorno ai -5 m ca.) prevale la frazione sabbiosa.

A -9 m ca. compare l'orizzonte di materiali grossolani, che appare qui costituito da un deposito di elementi litoidi (ghiaietto e ghiaie) in abbondante matrice limo-argillosa.

Questo orizzonte presenta, per la parte superiore, un modesto grado di addensamento ( $R_p = 30\div 40$  Kg/cm<sup>2</sup>).

#### **3.2 Idrogeologia**

Sono certamente presenti uno (o più) acquiferi negli orizzonti superiori, nei livelli in cui prevale la frazione sabbiosa; acquiferi che hanno fatto rilevare un livello di falda a ca. -2,50 m dal p.c.

Un acquifero ben più importante, ed anche qui caratterizzato da un limitato artesianesimo, è

presente nell'orizzonte granulare, mediamente grossolano, rilevato intorno ai -9 m ca.

### 3.3 Parametri geotecnici

- **peso di volume**,  $\gamma \cong 1,9-2,0$  t/mc
- **coesione non drenata**,  $C_u \cong 0,7$  Kg/cm<sup>2</sup>; costantemente su questo valore fino a -9 m ca. (dove compare l'orizzonte granulare mediamente grossolano)
- **grado di consolidazione OCR**, elevato solo in superficie per cicli di consolidazione e saturazione; ridotto in profondità (deposito di recente deposizione)
- **moduli edometrico**,  $M_o$  (o  $E_{ed}$ ); ad eccezione del breve livello superficiale ( $\cong 1,50$  m), è costantemente pari o poco maggiore a 50 Kg/cm<sup>2</sup> (elevata compressibilità) fino a -9 m ca., dove  $\cong 150$  Kg/cm<sup>2</sup>
- **densità relativa**
  - elevata (> 80%) in superficie (fino a -1,00 m ca.)
  - ridotta ( $\cong 30\%$ ) nei sedimenti fini (da -1,00 a -9 m ca.)
  - poco maggiore ( $\cong 40\%$ ) nell'orizzonte granulare oltre i -9 m, a dimostrazione del suo basso grado di addensamento
- **angoli efficaci di attrito interno**
  - $\phi' \cong 30^\circ$  (fino a -2,00 m ca. e oltre i -8,50 m ca.)
  - $\phi' \cong 27^\circ$  (nei sedimenti a fine granulometria internati)

## **4. SEZIONE FATTICCI (LOTTO 4a)**

2 CPT - 1 SONDA.

### 4.1 Prove penetrometriche sondaggio e litologia

I due **profili penetrometrici** sono anche qui perfettamente correlabili.

E' modesto o addirittura assente il livello superficiale sovraconsolidato.

Si osserva una serie continua di sedimenti fini (limi prevalentemente argillosi, debolmente sabbiosi) fino a -6,00/-6,50 m ca., in entrambe le prove; solo tra -2,50 e -4,50 m ca. questo orizzonte ha fatto rilevare una  $R_p \cong 20$  Kg/cm<sup>2</sup>; oltre i -4,50 m, e fino a -6 m ca., la  $R_p$  risulta modesta ( $5 \div 10$  Kg/cm<sup>2</sup>).

Valori di  $R_p$  elevati si osservano invece oltre i -6,00 m ca. ( $R_p$  sempre > 60 Kg/cm<sup>2</sup>); è questo un livello di materiali granulari grossolani (ghiaie in scarsa matrice con un elevato grado di addensamento).

Il **sondaggio** ha confermato le valutazioni litologiche e geotecniche indicate dalle penetrometriche)



E' infatti presente una serie continua di limi sabbiosi/argillosi, da poco a mediamente consistenti, fino a -7 m; (a -1,50 m SPT 3/4-4; a -4,00 m SPT 5/7-9).

Qui compare l'orizzonte grossolano, costituito da ghiaie in scarsa matrice limo-sabbiosa, granulometria medio-grossa; buono il grado di addensamento (a 12,00 m SPT 10/11-15)

A -12,40 m ricompare la serie dei limi, ora più argillosi e consistenti; rilevati fino a fondo fori (-15,00 m).

## 4.2 Idrogeologia

E' stato rilevato un livello di falda a -3,50 m dal p.c., conseguente ad un importante acquifero confinato, presente nelle ghiaie oltre i -6 m e caratterizzato da artesianesimo.

## 4.3 Parametri geotecnici

- **peso di volume**,  $\gamma \cong 1,9-2,0$  t/mc
- **coesione non drenata**,  $C_u \cong 0,6$  Kg/cm<sup>2</sup> nei sedimenti a fine granulometria (limi argillosi/sabbiosi) fino a -6 m
- **grado di consolidazione OCR**, elevato solo nei primi 2-3 m, ad indicazione della recente età del deposito
- **modulo edometrico**,  $M_o$  (o  $E_{ed}$ )  $\cong 50$  Kg/cm<sup>2</sup> in tutto il livello di "fino"; a -6 m si impenna a valori  $\geq 500$  Kg/cm<sup>2</sup> nell'orizzonte ghiaioso
- **densità relativa**
  - $D_r \cong 30\%$  nei pochi livelli dove prevale la frazione sabbiosa nell'orizzonte di sedimenti fini;
  - molto elevata (anche  $\cong 100\%$ ) nello strato ghiaioso oltre i -6 m ca., a dimostrazione del suo elevato grado di addensamento
- **angoli efficaci di attrito interno**
  - non rilevato, per il carattere coesivo prevalente, nello strato di sedimenti fini superiore; solo tra -3 e -4 m si rileva un  $\phi' \cong 29^\circ$
  - molto elevato  $\phi' \cong 35^\circ$  nell'orizzonte grossolano oltre i -6 m (ghiaie addensate, in scarsa matrice limo-sabbiosa)

## 5. SEZIONE L. DA VINCI – IL CASONE (LOTTO 4a)

1 CPT

### 5.1 Prova penetrometrica e litologia

Il **profilo penetrometrico** della prova CPT, spinta fino a -8,60 m, mostra la totale assenza di strati grossolani; è presente un unico ampio orizzonte, dal p.c. fino a fondo prove, di sedimenti a

fine granulometria, costituito da limi sabbiosi/argillosi, mediamente consistenti ( $R_p \cong 20 \text{ Kg/cmq}$ ).

Solo tra  $-4$  e  $-4,50$  m la  $R_p$  scende a ca.  $10 \text{ Kg/cmq}$ , in corrispondenza di un livello più coesivo (argilla debolmente consistente).

## 5.2 Idrogeologia

Essendo assenti sedimenti granulari fino a  $-8,60$  m, il livello di falda rilevata a  $-1,50$  m è conseguente ad un modesto acquifero superficiale alimentato dalle precipitazioni.

## 5.3 Parametri geotecnici

- **peso di volume**,  $\gamma \cong 1,9-2,0 \text{ t/mc}$
- **coesione non drenata**,  $C_u \cong 0,8 \text{ Kg/cmq}$ ; solo tra  $-4$  e  $-5$  m ca.  $C_u \cong 0,5 \text{ Kg/cmq}$
- **grado di consolidazione OCR**, elevato fino a oltre i  $-5$  m ca. (orizzonte superiore sovraconsolidato)
- **densità relativa**
  - $D_r \cong 45\%$  fino a  $-4$  m ca.
  - $D_r \cong 30\%$  oltre i  $-4$  m ca.
- **angolo efficace di attrito interno**
  - $\phi' \cong 30^\circ$  fino a fondo prova
  - non rilevato tra  $-4$  e  $-5$  m (sedimenti coesivi)

## **6. SEZIONE CALICE – Depuratore GIDA (LOTTO 4a)**

*N. 15 CPT – N. 1 SOND. – PROSPEZIONE GEOFISICA*

*- Da Nord verso Sud*

- completamento depuratore preesistente (**aree 16a – 16b – 16c**)
  - 11 CPT (profondità max 20 m)
  - 1 SONDAGGIO
- nuova linea depuratore (**aree 16d – 16e**)
  - 4 CPT (profondità max 25 m)

### 6.1 Prove penetrometriche, sondaggio e litologia

In quasi tutte le aree riportate le prove sono state spinte fino a notevoli profondità (max 25 m dal p.c.).

E' stato pertanto possibile individuare numerosi orizzonti ed il loro susseguirsi sia in senso spaziale che lungo le verticali.

I **profili penetrometrici** sono correlabili per lo più quasi perfettamente.

Tutti indicano la presenza di un livello superficiale di sedimenti a fine granulometria (limi

sabbiosi), fino a -2 m ca., raramente sovraconsolidato.

Seguono ancora sedimenti fini (limi argillosi/sabbiosi), con una  $R_p$  crescente (minimo  $\cong 10$  Kg/cm<sup>2</sup> tra -2 e -3 m ca.,  $\cong 20$  Kg/cm<sup>2</sup> oltre i -3 m), fino all'orizzonte grossolano, il cui "tetto" ha inizio tra -6 e -8 m dal p.c.

Questo livello grossolano, costituito (come indica il **sondaggio**) da ghiaie eterometriche con sabbia, ha uno spessore compreso tra i 2 ed i 4 m.

Il suo grado di addensamento è in genere buono ( $R_p$  elevata,  $\geq 80$  Kg/cm<sup>2</sup>), come stanno ad indicare i profili "continui".

In alcune prove tuttavia questi ultimi (i "profili") si presentano "sfrangiati", con brusche cadute della  $R_p$ , ad indicare la presenza di abbondante matrice di "fino", poco consistente/debolmente addensata.

Oltre questo primo livello di materiali grossolani, tutte le prove ed il sondaggio mostrano la presenza di un secondo, ampio orizzonte di sedimenti fini, mediamente consistenti (a tratti debolmente), interrotto talora da "sfrangiature", con "picchi" ad elevata  $R_p$ , più o meno frequenti, per la presenza di elementi litoidi grossolani (ghiaie e ciottoli).

A profondità comprese tra i -17 ed i -22 m (più frequentemente a -18 m) inizia il secondo orizzonte grossolano, anche qui costituito da ghiaie in matrice limo-sabbiosa più o meno prevalente.

Questo secondo strato di ghiaie presenta una  $R_p$  frequentemente elevata ( $\geq 70$  Kg/cm<sup>2</sup>), ma è spesso interrotto da cadute di  $R_p$  in corrispondenza dei livelli di sola matrice ( $R_p = 10\div 20$  Kg/cm<sup>2</sup>) ed è risultato presente fino a fondo prove (max profondità 25 m dal p.c.).

## 6.2 Idrogeologia

In tutta la zona indagata è stato rilevato un livello di falda a -1 m ca. dal p.c.

Tale livello è conseguente a vari elementi; il principale è la vicinanza del T. Calice, con cui è verosimile un equilibrio idrodinamico degli acquiferi permeanti gli orizzonti granulari (sabbie e ghiaie) presenti nell'area oggetto dell'indagine.

Equilibrio idrodinamico che determina anche la risalita verso il p.c. del livello piezometrico.

A questa falda superficiale contribuiscono anche le acque di precipitazione che vanno a saturare lo strato superiore di limo sabbioso.

Acquiferi molto importanti esistono inoltre in profondità, negli orizzonti grossolani posti tra -6 e -10 m ca. ed in quelli altre i -18 m ca.

## 6.3 Parametri geotecnici

- **peso di volume**,  $\gamma \cong 1,9-2,0$  t/mc
- **coesione non drenata**,
  - $C_u \cong 0,7$  Kg/cm<sup>2</sup>, valore medio nel primo orizzonte di sedimenti a fine granulometria (limi

argillosi/sabbiosi presenti tra -1/-2 e -6/-8 m ca.).

- $Cu = 0,8 \div 1,0$  Kg/cm<sup>q</sup>, valore medio nel secondo orizzonte di sedimenti fini (argille limose/sabbiose tra -8/-10 e -16/-18 m ca.)
- **grado di consolidazione OCR**; elevato solo nei primi 4÷6 m ca. dal p.c., per ripetuti cicli di saturazione e consolidazione; molto ridotto in profondità per la recente età del deposito
- **moduli edometrico,  $M_o$  (o  $E_{ed}$ )**; in due orizzonti di sedimenti a fine granulometria risultano compatibili, con un  $M_o \cong 50$  Kg/cm<sup>q</sup> per il primo e  $M_o \cong 100$  Kg/cm<sup>q</sup> per il secondo; si rileva  $M_o = 200 \div 500$  Kg/cm<sup>q</sup> solo nei livelli grossolani
- **densità relativa**
  - $Dr \cong 45\%$  nel primo livello (superiore) di sedimenti fini
  - $Dr \cong 30\%$  nel secondo livello (profondo) di sedimenti fini
  - $Dr \cong \geq 90\%$  in tutti gli orizzonti granulari grossolani
- **angoli efficaci di attrito interno**
  - $\cong 27^\circ$  nel livello superiore di sedimenti fini, valore che passa a  $\cong 29^\circ$  in quelli profondi
  - $\geq 35^\circ$  in tutti gli orizzonti di materiali granulari grossolani

#### 6.4 Prospezione geofisica

- *Basi di sismica a rifrazione lungo tutto l'impianto, per ca. 350 m di stendimenti.*

L'indagine sismica è stata svolta con sistema DOLANG 12-C impiegando 12 geofoni verticali ed un cannoncino Isotta a carica bianca, con 541 Kgm di spinta, come energizzatore del terreno.

La suddetta esplorazione geofisica ha avuto lo scopo di suddividere il terreno, al di sotto del profilo di prospezione, in intervalli con caratteristiche elasto-meccaniche omogenee.

I dati così ottenuti sono stati elaborati interpretando i tempi di arrivo delle onde prime  $V_p$  con il «Sistema di interpretazione per profili sismici a rifrazione» GRM «Generalized Reciprocal Method» che consente di descrivere l'andamento stratigrafico degli orizzonti, riconosciuti in funzione della curva «tempi di ritardo/distanze».

Il GRM fornisce, in sostanza, un grafico profondità/distanze per la descrizione degli andamenti stratigrafici e permette una valutazione delle variazioni di velocità entro tutti gli intervalli elasto-meccanici indagati.

Si possono pertanto distinguere i seguenti orizzonti, con spessori variabili

- |                   |   |
|-------------------|---|
| <b>1° Livello</b> | $V_p = 250 \div 490$ m/s; coltre superficiale di sedimenti fini (limi-sabbiosi), con spessore $< 3$ m ca. |
| <b>2° Livello</b> | $V_p = 870 \div 1200$ m/s; livello di sedimenti fini (limi sabbiosi-argillosi), con spessore 6÷8 m        |
| <b>3° Livello</b> | $V_p = 1300 \div 1750$ m/s; ampio orizzonte di materiali granulari grossolani, in                         |

matrice sabbiosa, e di sedimenti fini (limi-sabbiosi) consistenti

#### 4° Livello

$V_p > 2000$  m/s; orizzonte profondo oltre i 20÷25 m di argille limo-sabbiose (consistenti)

### 6.5 Sezione geologico-tecnica generale

0,00 (p.c.) a -2 m ca.

#### **Limo sabbioso**

(debolmente addensato)

$$\gamma \cong 1,85 \text{ t/mc}$$

$$c' \cong 0,05 \text{ Kg/cmq}$$

$$\varphi' \cong 30^\circ$$

$$M_o \text{ (o Ed)} \cong 50 \text{ Kg/cmq}$$

da -2 a -6/-10 m

#### **Limo sabbioso-argilloso**

(mediamente consistente)

$$\gamma \cong 1,9 \text{ t/mc}$$

$$C_u \cong 0,7 \text{ Kg/cmq}$$

$$\varphi' \cong 27^\circ$$

$$M_o \text{ (o Ed)} \cong 50-100 \text{ Kg/cmq}$$

da -6/-10 a -10/-14 m

#### **Ghiaie in matrice limo-sabbiosa**

(da mediamente ad addensate)

$$\gamma \cong 1,85 \text{ t/mc}$$

$$C = 0,00 \text{ Kg/cmq}$$

$$\varphi' \cong 37^\circ$$

$$M_o \text{ (o Ed)} \cong 400-800 \text{ Kg/cmq}$$

da -10/-14 a -16/-20 m

#### **Argilla sabbiosa/Sabbia argillosa**

(consistente/addensata)

$$\gamma \cong 2,0 \text{ t/mc}$$

$$C_u \cong 0,9 \text{ Kg/cmq}$$

$$\varphi' \cong 29^\circ$$

$$M_o \text{ (o Ed)} \cong 100-200 \text{ Kg/cmq}$$

da -16/-22 a -18/-24 m

#### **Ghiaie in matrice limo-sabbiosa/argillosa**

(addensata)

$$\gamma \cong 1,9 \text{ t/mc}$$

$$C \cong 0,00 \text{ Kg/cmq}$$

$$\varphi' \cong 35^\circ$$

$$M_o \text{ (o Ed)} \cong 500-1000 \text{ Kg/cmq}$$

## C) CARTOGRAFIA GEOLOGICO-TECNICA DI SUPPORTO AL P.R.G.

### 1. CARTA DELLA GEOLITOLOGIA

Vengono indicati in questa carta i litotipi che in prevalenza si rinvencono in superficie e/o in prossimità del p.c..

I lotti oggetto della presente relazione (4a – 4b – 4c – 5) sono posizionati nell'ampia area in cui vengono indicate “**argille**”.

In realtà con questo termine si ritiene si sia voluto indicare la presenza di sedimenti a fine granulometria, prevalentemente coesivi, sullo stesso p. e/o in prossimità di esso, per spessori più o meno ampi.

Tutte le indagini eseguite nell'intorno hanno in effetti indicato la presenza di sedimenti fini, rappresentati da limi prevalentemente sabbiosi, in minor misura argillosi, per spessori compresi tra 3 e 7 m ca.

Il grado di addensamento/consistenza di questi limi è in genere medio-alto in superficie (per cicli ripetuti di saturazione e consolidazione), fino a –2 m ca.; si riduce poi con la profondità fino ad arrivare al grado “sciolto”/”molle” nello strato immediatamente a contatto con il sottostante orizzonte grossolano (ghiaie), che è quasi sempre presente tra i –6 ed i –8 m ca. dal p.c..

I **parametri geotecnici** di questo strato superiore, che è quello poi sul quale sarà realizzato il rilevato stradale, sono, in larga scala, qui sotto indicati:

- peso di volume  $\gamma$  1,9 ÷ 2,0 t/mc (immerso  $\gamma' = 0,9 \div 1,0$ )
- angolo efficace di attrito interno  $\varphi' = 27^\circ \div 30^\circ$
- coesione non drenata  $C_u = 0,4 \div 0,8$  Kg/cmq
- modulo edometrico  $M_o$  (o  $E_{ed}$ ) = 50 ÷ 100 Kg/cmq

**Quest'ultimo parametro geotecnico indica una elevata compressibilità del livello superiore, in particolare oltre i –2 ÷ -3 m ca.**

### 2. IDROGEOLOGIA

#### Premesse

Il livello di falda nelle aree di **lotti 4b, 4c e 5** è rinvenibile tra i –4 ed i –8 m ca. dal p.c.

Nell'estesa fascia del **lotto 4a** il livello è invece prossimo al p.c., tra –1 e –3 m ca.

#### **2.1 – Carta del Reticolo Idrografico – Acque “alte” e “basse”**

##### **Acque “alte”**

L'area è caratterizzata da un esteso sistema di assi drenanti.

Gli assi fluviali che interessano l'area di intervento sono (da Est verso Ovest):

- Torrente Calice

- Torrente Bagnolo-Bardena
- Torrente Bardena-Iolo

I tratti terminali dei tre **Torrenti** vengono indicati come **«soggetti a ricollo per difficoltà di deflusso durante la piena in Ombrone»**.

In realtà tutti gli interventi di miglioramento idraulico in questa parte della piana, realizzati, in via di completamento e/o in progetto a breve, hanno ridotto, ed in alcune aree abbattuto, il rischio di inondazione per la suddetta causa (“ricollo”).

### **Acque “basse”**

Esiste lungo il percorso previsto per la nuova viabilità, ed in particolare per i lotti 4b e 4c, una fitta rete di “acque basse”, rappresentati da fossi (Calicino e Ficarello), scoline, gore e fosse campestri.

Questo complesso sistema è anch’esso in via di potenziamento, o lo è già grazie a nuove e complete arginature (vedi Fosso Calicino), e garantisce un sufficiente drenaggio delle acque superficiali.

## **2.2 Carta dei Bacini di drenaggio della Rete delle Fognature**

Reti fognarie che saranno interessate ed in cui recapiteranno alcuni lotti del tracciato:

- **“Galciiana sud, Capezzana, Tobbiana”**      **Lotto 4c**
- **“Iolo S. Pietro – Iolo S. Andrea”**      **Lotto 4c**
- **“Viaccia, S. Ippolito, Casale, Castruccio”**      **Lotto 4c**
- **“Depuratore Calice”**      **Lotto 4a**

Le acque di provenienza dal rilevato viario, quando non presente una rete fognaria, saranno convogliate nel sistema drenante delle “acque basse”.

## **2.3 Carta dell’Ubicazione dei pozzi e relative fasce di rispetto**

### **Carta dell’Ambito B di salvaguardia dei corsi d’acqua**

**(Del. C.R. 230/94)**

#### **Pozzi**

Solo il tratto iniziale del Lotto 4c va ad interessare un’area di salvaguardia, ma è un’area in cui è presente una rete fognaria (**“Iolo S. Pietro – Iolo S. Andrea”**).

Le acque del rilevato saranno pertanto convogliate da questa linea fognaria.

#### **Ambiti B**

La nuova viabilità va ad interessare gli Ambiti B di alcuni corsi d’acqua:

- Lotto 4c (parte) in Ambito B Torrente Iolo
- Lotto 4b (parte) in Ambito B Torrente Bagnolo, Torrente Calice, Torrente Ombrone
- Lotto 4a in Ambito B Torrente Calice e Torrente Bagnolo



- Lotto 5 (parte) in Ambito B Torrente Ombrone

Il rilevato viario è sopraelevato rispetto al p.c. ed oltre i 2 m rispetto al piede d'argine o alla linea di sponda; altezza questa imposta dall'Ambito B per gli S.U.

## **D) CARTOGRAFIA DELL'AUTORITA' DI BACINO DEL F. ARNO**

### **1. CARTA DEL P.A.I. (D.C.I. 185/04)**

In questa recente Carta dell'Autorità di Bacino il tracciato viario dei Lotti 4a – 4b – 4c – 5 va ad interessare aree con diverso grado di pericolosità idraulica.

In particolare:

- Lotto 4c in P.I. 2 – P.I. 3 – (per parti)
- Lotto 4b in P.I. 3 – P.I. 4 – (per parti)
- Lotto 4a in P.I. 4 – (intero percorso)
- Lotto 5 in P.I. 2 – P.I. 3 – P.I. 4 (per parti)

### **Delibera Comitato Istituzionale**

D.C.I. n. 185 – 11 Novembre 2004

Art. 8: «**Fino all'entrata in vigore del D.P.C.M. di approvazione del P.A.I. ..., negli ambiti a pericolosità molto elevata (P.I. 4) e elevata (P.I. 3) ..., sono consentiti gli interventi previsti dagli strumenti urbanistici ..., purché sia dimostrato che tali interventi non determinano un aumento della pericolosità del contesto territoriale circostante e sia dimostrata, inoltre, l'assenza e/o l'eliminazione di pericoli per le persone ed i beni, anche tramite la messa a punto di interventi di carattere non strutturale**»

In relazione alla sottrazione di volumi potenzialmente esondabili, in aree a P.I. 3 e P.I. 4, determinata dal rilevato viario, e conseguentemente dalla perdita di permeabilità, **sono in progetto aree ribassate di espansione ed accumulo che vadano a compensare i volumi sottratti e la permeabilità ridotta.**

### **2. CARTA GUIDA DELLE AREE ALLAGATE**

In questa Carta dell'Autorità di Bacino (già da tempo pubblicata) il tracciato viario è impostato su aree interessate e non da eventi alluvionali.

In particolare:

- In aree interessate da **allagamenti eccezionali**
  - Lotto 4c (in parte)
  - Lotto 4a (in parte)

- In aree interessate da inondazioni durante gli eventi alluvionali degli anni 1991-92-93

Lotto 4c (in parte)

Lotto 4b (in parte)

Lotto 5 (in parte)

Come già in precedenza esposto, questa Carta delle Aree Allagate è stata pubblicata da tempo; si ritiene pertanto che, nel lungo periodo trascorso dalla pubblicazione, il rischio di allagamento sia notevolmente abbattuto o più spesso eliminato grazie ai numerosi interventi di miglioramento idraulico realizzato o in fase di completamento in questa parte della piana.

### **E) PERICOLOSITA' – FATTIBILITA' – INDICAZIONI**

Lo studio delle indagini geognostiche eseguite nell'intorno alle aree di intervento, l'esame della Cartografia geologico-tecnica di supporto al P.R.G. e della Cartografia dell'Autorità di Bacino del F. Arno, consentono di definire per le suddette aree una **pericolosità geotecnica** complessiva di **grado "3" (media)** e conseguentemente, in considerazione della tipologia di intervento in progetto, una **fattibilità "3"** (condizionata).

Le "condizioni" che tale grado di fattibilità impone sono qui riassunte:

- interventi strutturali al fine di contenere le tensioni indotte ed i cedimenti (eventuale bonifica dei terreni di fondazione, uso di tessuto non tessuto, ...); tensioni elevate sui terreni di fondazione possono determinare pericolose alterazioni della circolazione idrica sotterranea
- accurati drenaggi delle acque superficiali, evitando infiltrazioni e ristagni (canalette, fossi di guardia, ...); un aumento dell'umidità relativa nei terreni di fondazione può determinare uno scadimento dei parametri geomeccanici e conseguente riduzione della capacità portante
- aree di compensazione, adeguatamente calcolate, per i volumi sottratti e per la riduzione della permeabilità

Prato, 26 Luglio 2005

Geol. BEGGIATO Giancarlo

# INDICE

Premesse	Foglio n.	1
A) Geomorfologia – Geologia – Litologia	Foglio n.	3
B) Indagini Geognostiche	Foglio n.	6
1. Sezione Iolo S. Pietro-Garduna-Castruccio (Lotto 4c)	Foglio n.	6
1.1 Prove penetrometriche, saggio e litologia	Foglio n.	6
1.2 Idrogeologia	Foglio n.	6
1.3 Parametri geotecnici	Foglio n.	7
2. Sezione Caserane-Guilianti (Lotto 4b)	Foglio n.	7
2.1 Prove penetrometriche e litologia	Foglio n.	7
2.2 Idrogeologia	Foglio n.	8
2.3 Parametri geotecnici	Foglio n.	8
3. Sezione Caserane-Casini (Lotto 5)	Foglio n.	9
3.1 Prove penetrometriche e litologia	Foglio n.	9
3.2 Idrogeologia	Foglio n.	9
3.3 Parametri geotecnici	Foglio n.	10
4. Sezione Faticci (Lotto 4a)	Foglio n.	10
4.1 Prove penetrometriche, sondaggio e litologia	Foglio n.	10
4.2 Idrogeologia	Foglio n.	11
4.3 Parametri geotecnici	Foglio n.	11
5. Sezione L. da Vinci-Il Casone (Lotto 4a)	Foglio n.	12
5.1 Prova penetrometrica e litologia	Foglio n.	12
5.2 Idrogeologia	Foglio n.	13
5.3 Parametri geotecnici	Foglio n.	13
6. Sezione Calice-Depuratore Gida (Lotto 4a)	Foglio n.	13
6.1 Prove penetrometriche, sondaggio e litologia	Foglio n.	14
6.2 Idrogeologia	Foglio n.	15
6.3 Parametri geotecnici	Foglio n.	15
6.4 Prospezione geofisica	Foglio n.	16
6.5 Sezione geologico-tecnica generale	Foglio n.	17
C) Cartografia geologico-tecnica di supporto al P.R.G.	Foglio n.	19
1. Carta della geolitoologia	Foglio n.	19
2. Idrogeologia	Foglio n.	20
Premesse	Foglio n.	20
2.1 Carta del Reticolo Idrografico		
Acque “alte” e “basse”	Foglio n.	20

2.2 Carta dei Bacini di drenaggio della Rete delle Fognature	Foglio n.	21
2.3 Carta dell'Ubicazione dei pozzi e relative fasce di rispetto Carta dell'Ambito B di salvaguardia dei corsi d'acqua (Del. C.R. 230/94)	Foglio n.	21
D) Cartografia dell'Autorità di Bacino del F. Arno	Foglio n.	23
1. Carta del P.A.I. (D.C.I. 185/04)	Foglio n.	23
2. Carta guida delle Aree Allagate	Foglio n.	24
E) Pericolosità – Fattibilità – Indicazioni	Foglio n.	25

**INTEGRAZIONE ALLA RELAZIONE GEOLOGICA DI  
FATTIBILITÀ PER IL PROGETTO DEFINITIVO DELLA SECONDA  
TANGENZIALE OVEST DI PRATO**

*Lotti 3-6-4a-4b-4c-5*

***Committente:* COMUNE DI PRATO – AREA “W”**

**Opere Pubbliche e Ambiente**

## PREMESSE

La presente integrazione viene prodotta per alcune precisazioni sulle precedenti relazioni prodotte per i lotti 3-6/4-5 e per ampliare ed estendere le conoscenze geologico-stratigrafiche ed idrogeologico-idrauliche relative a quei tratti di tangenziale ricadenti nei Comuni di Quarrata (*lotto5*), Montale (*lotto 3*) e Montemurlo (*lotto 3*).

### **A. GEOMORFOLOGIA – GEOLOGIA – LITOLOGIA**

Vedi relazioni già prodotte.

### **B. INDAGINI GEOGNOSTICHE**

#### **Precisazioni sulla geolitoologia e sulle valutazioni geologico-tecniche di alcune sezioni**

In relazione alla Sezione 3 *Caserane-Casini* (lotto 5), Sezione 4 *Faticci* e 5 *L. da Vinci-II Casone* (Lotto 4a) si precisa che, in considerazione della loro lontananza dal tracciato viario in progetto, le valutazioni litostratigrafiche e geologico-tecniche in essere riportate sono da assumere come indicazioni di larga massima per questa fase, da confermare poi con indagini “in situ”.

In relazione poi alla Sezione 1 *Iolo S. Pietro* e Sezione 2 *Caserane-Guilianti* la relativamente maggiore vicinanza al tracciato viario consente di assumere per queste aree le indicazioni litostratigrafiche e geologico-tecniche in senso qualitativo, anche se non quantitativo.

Per la Sezione 6 *Calice-Depuratore GIDA* infine l’adiacenza al tracciato viario permette invece di assumere qualitativamente e quantitativamente la parametrizzazione indicata.

### **1. NUOVE VALUTAZIONI GEOLITOLOGICHE E GEOLOGICO-TECNICHE**

#### **1.1 - Area Caserana – Ponte alle Vanne**

##### ***Prato (Lotto 4b)***

E’ stata recentemente eseguita dallo scrivente, con l’Ing. Morganti Irene (Area “W”) e per conto dell’URTT di Prato (Ing. Micillo), un’indagine geognostica in prossimità di Ponte alle Vanne con N. 2 saggi al fine di verificare la possibilità di utilizzare l’area come “compensazione idraulica”.

Vengono qui di seguito riportata le due stratigrafie che indicano la presenza, fino a –3,00 m dal p.c., di sedimenti a fine granulometria costituiti da limi sabbiosi-argillosi/argille limose, consistenti ( $q_u = 2\div 4 \text{ Kg/cmq}$ ).

Una falda superficiale di modesta entità è stata rilevata a –3 m solo in una dei due saggi (S1<sub>A</sub>).

**AREA DI COMPENSAZIONE**

**Area di Ponte alle Vanne**

S1 <sub>A</sub>	27/10/2005
0,00 – 0,70	Limo sabbioso, sciolto
0,70 – 1,70	Limo argilloso, marrone consistente $q_u = 4,5$ (-1,30 m)
1,70 – 2,00	Limo argilloso, finemente detritico e con concrezioni calcaree biancastre $q_u = 2,00$ con H <sub>2</sub> O
2,00 – 2,70	Argilla limosa, rari detriti minuti, concrezione calcaree biancastre $q_u = 3,00$ (-2,40 m)
2,70 – 3,00	Argille con limo e abbondanti detriti minuti <b>con H<sub>2</sub>O (+)</b>

S2 <sub>A</sub>	27/10/2005
0,00 – 0,80	Limo sabbioso, sciolto
0,80 – 1,70	Limo sabbioso, mediamente consistente, debolmente detritico
1,70 – 2,10	Limo argilloso-sabbioso consistente $q_u = 2,3$ (-1,10 m)
2,10 – 3,00	Idem, no detritico $q_u = 3,2$ (-2,20 m) <b>No H<sub>2</sub>O</b>

## 1.2 Area Casini – F.so Quadrelli – Castello di Cecina

### *Quarrata (Lotto 5)*

Si premette che la Carta della Geolitologia indica la presenza, nell'area del tracciato viario, di “alluvioni recenti ed attuali”.

Ci è stata fornita, da parte dell'Amministrazione Comunale di Quarrata, una relazione geologica redatta per un piano di lottizzazione in località Casini (*pratica urbanistica 33*).

Le risultanze di prove penetrometriche indicano la presenza di un'area caratterizzata da terreni a fine granulometria, litologicamente omogenei.

In particolare da  $-0,60$  a  $-8,5/9,00$  m è stata rilevata un'argilla limosa compatta ( $R_p > 30$  Kg/cm $^2$ ), seguita da sabbie limose in falda fino a  $-12$  m.

Sempre dalla stessa Amministrazione ci è pervenuta una tavola schematica riassuntiva di indagini geognostiche eseguite per interventi in aree disposte lungo il tracciato viario (*varie pratiche edilizie*).

Tutte le prove penetrometriche CPT, in essa riportate, indicano la presenza prevalente, fino a  $-10$  m, di limi/argille, in subordine di sabbie. Le  $R_p$  vengono indicate per tutte con valori sempre compresi tra medi ( $8-20$  Kg/cm $^2$ ) e buoni ( $> 20$  Kg/cm $^2$ ).

## 1.3 Area Mazzone – Ponte Bocci

### *Montale (Lotto 3)*

Nello **studio geologico-tecnico di supporto al P.R.G.** è indicata la presenza nell'area del tracciato viario di “alluvioni recenti ed attuali” (vedi **Carta della Geolitologia**).

Lo stesso studio, nella Carta Litotecnica, riporta indicazioni di prospezioni geognostiche, anche profonde, «*con significativi spessori di materiali particolarmente compressibili*».

Anche qui è stata recentemente eseguita dallo scrivente, con l'Ing. Morganti Irene (Area “W”) e per conto dell'URTT di Prato (Ing. Micillo), un'indagine geognostica in prossimità di Ponte Bocci con N. 2 saggi al fine di verificare la possibilità di utilizzare l'area come “compensazione idraulica”.

Vengono qui di seguito riportate le due stratigrafie che indicano la presenza di terreni a fine granulometria fino a  $-3$  m ca. (limi-argille-sabbie).

In particolare il saggio S1<sub>B</sub>, il più lontano dal T. Bure, dopo un limo sabbioso superficiale sciolto, mostra un limo argilloso consistente ed assenza di falda fino a  $-2,60$  m.

Nel saggio S2<sub>B</sub> invece, dopo 40 cm di riporto, si rinviene un'argilla con sabbia, poco consistente, seguita da una sabbia fine limosa, sciolta, con H<sub>2</sub>O.



## **AREA DI COMPENSAZIONE**

### **Area Zona Mazzone – Ponte Bocci**

S1<sub>B</sub>

09/11/2005

0,00 – 1,10

Limo sabbioso, sciolto

1,00 – 2,60

Limo argilloso, finemente detritico, consistente

$q_u = 2,5$  (-1,50 m)

$q_u = 3,0$  (-1,90 m)

**No H<sub>2</sub>O**

S2<sub>B</sub>

Note: *su piazzale movimentazione, con riporto*

0,00 – 0,40

Riporto granulometria eterogenea

0,40 – 1,20

Argille con sabbia, poco consistente

$q_u = 1,2$  (-1,00 m)

1,20 – 1,60

Sabbia fine limosa, grigio-bruna, sciolta,

**con H<sub>2</sub>O (++)**

## **C. CARTOGRAFIE TEMATICHE**

### **1. Geolitologia** (vedi punto B)

### **2. Idrogeologia**

#### **2.0 Carta dei Bacini di drenaggio della rete delle acque superficiali (Tav. B)**

##### **\* Comune di Prato**

Il tracciato viario attraversa i seguenti Bacini di drenaggio.

##### **LOTTO 4**

- Bacino del Fosso della Filimortula
- Bacino del Fosso Ficarello
- Bacino dell'Emissario del depuratore
- Bacino del Fosso Calicino

##### **LOTTO 3 (parte)**

- Bacino del Fosso Calicino

##### **LOTTO 6**

- Bacino di Viaccia

##### **\* Comune di Quarrata**

##### **LOTTO 5**

- Bacino del Fosso Senice

- Bacino delle Galigane

\* *Comune di Montale*

**LOTTO 3 (parte)** - Bacino del T. Bure

\* *Comune di Montemurlo*

**LOTTO 3 (parte)** - Bacino del Fosso Calicino

## **2.1 Carta del Reticolo Idrografico Acque “alte” e “basse” (Tav. D)**

\* *Comune di Quarrata*

### **Acque “alte”**

L'asse drenante principale è il T. Ombrone, posto a Nord del tracciato; a Sud scorre invece il T. Stella.

### **Acque “medie”**

Importante, poiché intercetta il tracciato viario, è il Fosso Dogaia (che prende poi il nome di F. Quadrelli).

### **Acque “basse”**

Queste acque sono drenate dal Fosso Senice, che intercetta il tracciato, e dal fosso che costeggia da S.S. 66.

\* *Comune di Montale*

### **Acque “alte”**

Gli assi drenanti di queste acque sono il T. Agna ed il T. Bure; il primo che scorre appena a Nord del tracciato; il secondo delimita a Sud l'area denominata “Il Chiuso”.

### **Acque “basse”**

Il tracciato viario corre al margine Nord dell'area “Il Chiuso”; in questa le acque basse vengono drenate da scoline campestri dirette verso il T. Bure.

\* *Comune di Montemurlo*

### **Acque “alte”**

L'asse drenante è il T. Calice e T. Agna.

### **Acque “basse”**

Vengono convogliate verso lo stesso T. Bagnolo da fossi campestri

## **2.2 Carta dei Bacini di drenaggio della rete della fognature (Tav. C)**

\* *Comune di Quarrata*

Il tracciato viario recapiterà i reflui nelle linee fognarie che corrono lungo le viabilità principali:

- viabilità da Ponte alla Trave a Ponte alla Caserana

- viabilità da Ponte alla Caserana alla S.S. 66

\* **Comune di Montale**

Il recapito è la linea fognaria lungo la S.P. Pratese fino al depuratore.

\* **Comune di Montemurlo**

Non vengono indicate linee fognarie; l'area è infatti a destinazione totalmente agricola e priva di insediamenti a carattere residenziale. Viene però indicato un punto di contatto tra la rete fognaria, proveniente da Oste, ed il reticolo idrografico superficiale.

**2.3 Carta dell'Ubicazione dei pozzi e relative fasce di rispetto (a)**

**Carta dell'Ambito "B" e salvaguardia dei corsi d'acqua (b) (Tav. E)**

\* **Comune di Quarrata – Montale – Montemurlo**

(a) Lungo il tracciato viario non si rileva la presenza di pozzi ad uso acquedottistico.

Le aree interessate sono comunque dotate di linee fognarie di recapito.

(b) Il tracciato viario interesserà diversi Ambiti "B", qui indicati:

\* **Comune di Quarrata**

- Ambito "B" Fosso Quadrelli

- Ambito "B" T. Ombrone

\* **Comune di Montale**

- Ambito "B" T. Agna

- Ambito "B" T. Bure

\* **Comune di Montemurlo**

Il tratto in questo Comune è compreso tra gli Ambiti "B" del T. Agna e T. Medancione.

**Per tutti gli Ambiti "B" dei vari comuni, compresi quello di Prato (già indicati in precedenza), le problematiche verranno risolte con il rilevato viario posto a +0,50/+1,00 m rispetto al battente max duecentennale indicato dell'Autorità di Bacino del F. Arno.**

**D. CARTOGRAFIA DELL'AUTORITÀ DI BACINO DEL F. ARNO**

**- Carta del P.A.I.**

In relazione a tale carta, al momento della stesura della presente, si fa riferimento non più alla D.C.I. 185/04, ma al D.P.C.M. 6 Maggio 2005, con relative "Norme".

Nelle relazioni di fattibilità già prodotte è già stato indicato il grado di P.I. in relazione alla Carta del P.A.I. per tutti i lotti in progetto.

**- Carta Guida delle Aree Allagate**

\* **Comune di Quarrata (Lotto 5)**

Tutto il tracciato viario si snoda all'interno di un'area interessata da inondazioni ricorrenti; la sezione terminale dello stesso inoltre percorre una zona, oltre il Fosso Dogaia/Quadrelli, risultata inondata nel triennio 1991-92-93.

\* **Comune di Montale (Lotto 3)**

La sezione di tracciato compresa in questo Comune entra in un'area interessata dagli eventi esondativi nel triennio 1991-92-93.

\* **Comune di Montemurlo (Lotto 3 – parte)**

Questa limitata sezione di tracciato risulta posizionata in un'area soggetta a inondazioni eccezionali, ma interessata però dagli eventi alluvionali negli anni 1991-92-93.

**Le problematiche, che le due sopramenzionate carte, sollevano in relazione all'intervento in progetto, saranno risolte con la compensazione dei volumi sottratti alla libera esondazione mediante interventi strutturali illustrati in apposito documento progettuale.**

Tale compensazione andrà a recuperare anche la **permeabilità** sottratta dal rilevato.

Tra gli interventi strutturali di cui sopra saranno verificati gli esistenti e realizzati **attraversamenti idraulici** sullo stesso rilevato viario al fine di evitare accumuli e ristagni.

## **E. PERICOLOSITÀ – FATTIBILITÀ**

\* **Comune di Prato**

Nella **Carta della Pericolosità** di P.R.G. non viene fatta distinzione tra Pericolosità geotecnica e Pericolosità Idraulica.

**- Pericolosità geotecnica e idraulica**

Il tracciato viario ricade in parte in aree indicate a **Pericolosità “2” – bassa**, in parte in aree indicate a **Pericolosità (idraulica) 4 – molto elevata**; per le prime si può definire una **Pericolosità (geotecnica) 2**; per le seconde, in funzione delle indagini considerate, si può assumere una **Pericolosità (geotecnica) 3**.

\* **Comune di Quarrata**

**- Pericolosità geotecnica**

Il tracciato viario percorre un'area per la quale può essere definita, in funzione delle indagini geognostiche prodotte, una **Pericolosità geotecnica “2” – bassa**.

**- Pericolosità idraulica**

Nel P.A.I. il rilevato attraversa aree a P.I. 2-3-4.

Nella Carta della Pericolosità di P.R.G. il tracciato viario ricade in area di classe “4” «*elevata per sormonto e rotta d'argine, con tempi prolungati di ristagno*» in area A “Area del T. Ombrone – Fosso Quadrelli” e B “Area del T. Ombrone – Fosso Quadrelli – T. Stella.”

\* **Comune di Montale**

**- Pericolosità geotecnica**

Il P.S. definisce per l'area interessata dal rilevato una **“pericolosità per effetti geomorfologici” di grado “2” – bassa.**

Il tracciato viario percorre totalmente un'area per la quale si giudica invece opportuno definire una **Pericolosità di grado “3” – media.** Questo grado di pericolosità è conseguente alle indicazioni della Carta della Litotecnica ed in parte anche alle risultanze dei recenti saggi eseguiti dallo scrivente (vedi punto 1.3).

**- Pericolosità idraulica**

Nel P.A.I. il rilevato percorre per l'intera sua lunghezza un'area a **P.I. 4 (molto elevata).**

Nella Carta della Pericolosità di P.R.G. per l'area viene definita una **Pericolosità di grado “4” – elevata.**

Nella Carta delle Esondabilità di P.R.G. l'area del tracciato viario è classificata *«ad elevato rischio di inondazioni».*

**N.B.:**

Per questa area lo studio geologico di P.R.G. definisce anche una *fattibilità di grado 3 (condizionata).*

\* **Comune di Montemurlo**

**- Pericolosità geotecnica**

In funzione delle risultanze delle indagini geognostiche riportate a supporto della relazione di fattibilità già prodotta per il Lotto 3-6, si può definire per quest'ultimo una **Pericolosità di grado “2” – bassa.**

**- Pericolosità idraulica**

Nel P.A.I. il rilevato è totalmente compreso in area P.I. 3.

Nella *Carta degli Ambiti “B” e zonazione di pericolosità* per la variante generale al P.R.G. vigente il tracciato viario percorre un'area a **pericolosità 3A-D2** (vedi allegata cartografia).

Lo studio della indagini geognostiche eseguite nell'intorno e nelle stesse zone di intervento, l'esame delle Cartografie Tematiche, delle Carta dell'Autorità di Bacino del F. Arno e delle Carte della pericolosità geotecnica ed idraulica dei P.R.G., consentono di definire, per le aree che saranno interessate dal tracciato, una **fattibilità di grado “3” (condizionata)** per quelle a **pericolosità geotecnica/idraulica “2” e “3”** ed infine una **fattibilità di grado “4”(limitata)** per quelle a **pericolosità “4”.**

Per quest'ultimo grado di **fattibilità “4”** la **“limitazione”** è rappresentata dalla possibilità di realizzare, unitamente alla viabilità in progetto, le opere idrauliche per la riduzione del rischio qui di seguito riportate, ma anche in parte già in precedenza indicate.

Per il grado di **fattibilità “3”** le **“condizioni”** sono le seguenti:

- interventi strutturali al fine di contenere le tensioni indotte ed i cedimenti (eventuale bonifica dei terreni di fondazione, uso di tessuto non tessuto, ...); tensioni elevate sui terreni di fondazione possono determinare cedimenti elevati e pericolose alterazioni della circolazione idrica sotterranea
- accurati drenaggi delle acque superficiali, evitando infiltrazioni e ristagni (canalette, fossi di guardia, ...); un aumento dell'umidità relativa nei terreni di fondazione può determinare uno scadimento dei parametri geomeccanici e conseguente riduzione della capacità portante
- aree di compensazione calcolate per i volumi sottratti e per la riduzione della permeabilità
- ultima "condizione" per entrambi i gradi di fattibilità è infine la necessità di una accurata campagna geognostica lungo tutto il tracciato viario in progetto.

Prato, 24 Novembre 2005

Geol. BEGGIATO Giancarlo

# INDICE

Premesse	Foglio n.
1	
A. Geomorfologia – Geologia – Litologia	Foglio n. 1
B. Indagini geognostiche	Foglio n. 1
1. Nuove valutazioni geolitologiche e geologico-tecniche	Foglio n. 2
1.1 Area Caserana-Ponte alle Vanne	Foglio n. 2
1.2 Area Casini-F.so Quadrelli	Foglio n. 4
1.3 Area Mazzone-Ponte Bocci	Foglio n. 4
C. Cartografie tematiche	Foglio n. 6
1. Geolitologia (TAV. A)	Foglio n. 6
2. Idrogeologia	Foglio n.
6	
2.0 Carta dei Bacini di drenaggio della rete delle acque superficiali (TAV. B)	Foglio n. 6
2.1 Carta del Reticolo Idrografico Acque “alte” e “basse” (TAV. D)	Foglio n. 7
2.2 Carta dei Bacini di drenaggio della rete delle fognature (TAV. C)	Foglio n. 8
2.3 Carta dell’Ubicazione dei pozzi e relative fasce di rispetto Carta dell’Ambito “B” e salvaguardia dei corsi d’acqua (TAV. E)	Foglio n. 8
D. Cartografia dell’Autorità di Bacino del F. Arno	Foglio n. 9
- Carta del P.A.I.	
- Carta delle aree allagate	
E. Pericolosità – Fattibilità	Foglio n. 10

## ALLEGATI

- Cartografia tematica
  - Carta geolitologica TAV. A
  - Carta dei Bacini di drenaggio della rete  
delle acque superficiali TAV. B
  - Carta dei Bacini di drenaggio della rete delle fognature TAV. C
  - Carta del Reticolo Idrografico Acque “alte” e “basse” TAV. D
  - Carta dell’Ubicazione di pozzi e relative fasce di rispetto  
Ambito “B” – Salvaguardia dei corsi d’acqua TAV. E
  - Carta del P.A.I. TAV. F
  - Carta della pericolosità geologica TAV. G
  - Carta delle Aree Allagate TAV. H
  - Carta della Fattibilità TAV. I
- Comune di Prato
  - Lotto 4
- Comune di Quarrata
  - Lotto 5
- Comune di Montale
  - Lotto 3
- Comune di Montemurlo
  - Lotto 3