



---

## COMUNE DI SAN MINIATO

Provincia di Pisa

---

Legge Regionale n°5 del 16.1.1995  
PIANO STRUTTURALE

---

### QUADRO CONOSCITIVO

---

Il Sindaco  
*Angelo Frosini*

L'Assessore all'Urbanistica  
*Piero Bagni*

---

Progettisti:  
Capogruppo

**Prof. Ing. Alberto Clementi**  
**Arch. Roberto Idà**  
**Arch. Manrico Logli**  
**Arch. Stefano Palummo**  
**Arch. Luigi Pierotti**

Agronomo

**Dott. Roberto Righi**

Geologi

**Geol. Franca Castellani**  
**Geol. Francesco Tacchi**

Ing. Idraulico

**Ing. Nicola Croce**

Consulenti:

Analisi del territorio rurale  
Analisi del paesaggio  
Mobilità  
Analisi storica

Arch. Sandro Ciabatti  
Arch. Marta Fioravanti  
Ing. Luciano Niccolai  
Arch. Paola Imbevi

Collaboratori:

Rilevamenti  
Restituzione grafica

Arch. Paola Gatti  
Dott. Arianna Nassi o Di Nasso  
Arch. Rocco Corrado  
Arch. Sabina Minnetti

Ufficio del piano:

Responsabile del procedimento  
Coordinatore settore pianificazione

Dott. Davide Bani  
Arch. Paolo Danti  
Dott. Carlotta Pierazzini

---

**RELAZIONE  
GEOLOGICO-TECNICA**

**Settembre 2003**

**STUDIO GEOLOGICO DI SUPPORTO AL PIANO  
REGOLATORE GENERALE DEL COMUNE DI SAN  
MINIATO**

**prima fase: PIANO STRUTTURALE**

## INDICE

|  |    |
|--|----|
| 1. Premessa e obiettivi della ricerca .....  | 6  |
| 2. Metodi d'indagine .....   | 7  |
| 3. Stratigrafia .....  | 8  |
| 3.1. "Argille Azzurre" affioramenti, litologia e rapporti stratigrafici .....  | 9  |
| 3.2. "Sabbie argillose a Cladocora" - Argille e sabbie a Ostreidi"<br>- "Sabbie ad Amphistegina": affioramenti, litologia e rapporti<br>stratigrafici .....  | 10 |
| 3.3. Depositi eterogenei di ambiente fluviale e lagunare-salmastro,<br>costituiti in prevalenza da sabbie e argille, con intervalli limosi<br>e intervalli di ghiaie: affioramenti, litologia e rapporti stratigrafici ... | 11 |
| 3.4 "1° Ciclo delle Cerbaie" affioramenti, litologia e rapporti<br>stratigrafici .....   | 11 |
| 3.5. "2° Ciclo delle Cerbaie" affioramenti, litologia e rapporti<br>stratigrafici .....  | 12 |
| 3.6. Depositi alluvionali di fondovalle, depositi terrazzati, spianate<br>morfologiche di erosione: affioramenti, litologia e rapporti<br>stratigrafici .....  | 13 |
| 3.7. Depositi alluvionali di pianura attuali e recenti: affioramenti,<br>litologia e rapporti stratigrafici .....  | 13 |
| 4. Elementi strutturali e sismicità dell'area .....  | 13 |
| 5. Geomorfologia .....   | 15 |
| 5.1. Stabilità dei versanti e consistenza dei terreni .....  | 17 |
| 5.2. Geomorfologia fluviale .....  | 20 |
| 6. Cenni sul clima .....   | 22 |
| 7. Idrogeologia .....  | 22 |
| 7.1. Unità idrogeologiche e condizioni piezometriche .....   | 23 |
| 8. Pericolosità geomorfologica .....   | 26 |
| 8.1. Aree di pianura e di fondovalle .....   | 26 |
| 8.2. Aree di cresta e di versante della zona collinare .....   | 27 |
| 9. Pericolosità idraulica .....  | 28 |
| 10. Vulnerabilità idrogeologica .....  | 31 |
| 11. Aree sensibili o degradate .....   | 33 |
| 12. Discussione e osservazioni .....   | 35 |

## **ALLEGATI**

- N.1: schema strutturale. Da ABBATE E. et alii “*Progetto Finalizzato Geodinamica - CNR*” (1982).
- N.2: distribuzione della temperatura minima assoluta dell’11 gennaio 1985. Da RAPETTI F. e VITTORINI S. (1992) - *Gli estremi termici in Toscana dal 1929 al 1987*. Riv. Geogr. Ital., 99: 415-441.
- N.3: numero di ore di permanenza della temperatura sotto 0°C (a); sotto -5°C(b); sotto -10°C (c), durante l’episodio di gelo del gennaio 1985. Da RAPETTI F. e VITTORINI S. (1992) - *Gli estremi termici in Toscana dal 1929 al 1987*. Riv. Geogr. Ital., 99: 415-441.
- N.4: distribuzione della temperatura massima assoluta del 27 luglio 1983. Da RAPETTI F. e VITTORINI S. (1992) - *Gli estremi termici in Toscana dal 1929 al 1987*. Riv. Geogr. Ital., 99: 415-441.
- N.5: Precipitazioni periodo 1951-1980 da “*Sistema acquifero della Pianura di Pisa - Carta della permeabilità delle rocce*” F. Baldacci - L. Bellini - G. Raggi (1998).
- N.6: dati sui prelievi idrici - “*AGENDA 21*”.
- N.7: dati sulla produzione rifiuti - “*AGENDA 21*”.
- N.8: classificazione in termini di pericolosità geomorfologica.
- N.9: classificazione in termini di pericolosità idraulica.
- N.10: classificazione in termini di vulnerabilità idrogeologica.

## **TAVOLE FUORI TESTO**

- Tavola G1a: Carta geologica - Settore Nord - scala 1:20.000.
- Tavola G1b: Carta geologica - Settore Sud - scala 1:20.000.
- Tavola G2: Sezioni geologiche - scala 1:10.000.
- Tavola G3a: Carta geomorfologica - Settore NordOvest - scala 1:10.000.
- Tavola G3b: Carta geomorfologica - Settore NordEst - scala 1:10.000.
- Tavola G3c: Carta geomorfologica - Settore Ovest - scala 1:10.000.
- Tavola G3d: Carta geomorfologica - Settore Est - scala 1:10.000.
- Tavola G3e: Carta geomorfologica - Settore Ovest - scala 1:10.000.
- Tavola G3f: Carta geomorfologica - Settore Est - scala 1:10.000.
- Tavola G3g: Carta geomorfologica - Settore SudOvest - scala 1:10.000.

- Tavola G3h: Carta geomorfologica - Settore SudEst - scala 1:10.000.
- Tavola G4a: Carta litotecnica e dei dati di base - Settore Nord - scala 1:20.000.
- Tavola G4b: Carta litotecnica e dei dati di base - Settore Sud - scala 1:20.000.
- Tavola G5a: Carta delle pendenze - Settore Nord - scala 1:20.000.
- Tavola G5b: Carta delle pendenze - Settore Sud - scala 1:20.000.
- Tavola G6a: Carta idrogeologica - Settore Nord - scala 1:20.000.
- Tavola G6b: Carta idrogeologica - Settore Sud - scala 1:20.000.
- Tavola G7a: Carta di Pericolosità geomorfologica - Settore Nord-Ovest  
scala 1:10.000.
- Tavola G7b: Carta di Pericolosità geomorfologica - Settore Nord-Est  
scala 1:10.000.
- Tavola G7c: Carta di Pericolosità geomorfologica - Settore Ovest  
scala 1:10.000.
- Tavola G7d: Carta di Pericolosità geomorfologica - Settore Est  
scala 1:10.000.
- Tavola G7e: Carta di Pericolosità geomorfologica - Settore Ovest  
scala 1:10.000.
- Tavola G7f: Carta di Pericolosità geomorfologica - Settore Est  
scala 1:10.000.
- Tavola G7g: Carta di Pericolosità geomorfologica - Settore Sud-Ovest  
scala 1:10.000.
- Tavola G7h: Carta di Pericolosità geomorfologica - Settore Sud-Est  
scala 1:10.000.
- Tavola G8a: Carta di Pericolosità idraulica - Settore Nord-Ovest  
scala 1:10.000.
- Tavola G8b: Carta di Pericolosità idraulica - Settore Nord-Est - scala 1:10.000.
- Tavola G8c: Carta di Pericolosità idraulica - Settore Ovest - scala 1:10.000.
- Tavola G8d: Carta di Pericolosità idraulica - Settore Est - scala 1:10.000.
- Tavola G8e: Carta di Pericolosità idraulica - Settore Ovest - scala 1:10.000.
- Tavola G8f: Carta di Pericolosità idraulica - Settore Est - scala 1:10.000.
- Tavola G8g: Carta di Pericolosità idraulica - Settore Sud-Ovest  
scala 1:10.000.
- Tavola G8h: Carta di Pericolosità idraulica - Settore Sud-Est - scala 1:10.000.
- Tavola G9a: Carta di Vulnerabilità idrogeologica - Settore Nord-Ovest  
scala 1:10.000.
- Tavola G9b: Carta di Vulnerabilità idrogeologica - Settore Nord-Est  
scala 1:10.000.

- Tavola G9c: Carta di Vulnerabilità idrogeologica - Settore Ovest  
scala 1:10.000.
- Tavola G9d: Carta di Vulnerabilità idrogeologica - Settore Est - scala 1:10.000.
- Tavola G9e: Carta di Vulnerabilità idrogeologica - Settore Ovest  
scala 1:10.000.
- Tavola G9f: Carta di Vulnerabilità idrogeologica - Settore Est - scala 1:10.000.
- Tavola G9g: Carta di Vulnerabilità idrogeologica - Settore Sud-Ovest  
scala 1:10.000.
- Tavola G9h: Carta di Vulnerabilità idrogeologica - Settore Sud-Est  
scala 1:10.000.
- Tavola G10a: Carta delle aree sensibili o degradate - Settore Nord  
scala 1:20.000.
- Tavola G10b: Carta delle aree sensibili o degradate - Settore Sud  
scala 1:20.000.
- Tavola G11a: Perimetrazione ambito "B" - D.R.230/94 - Settore Nord  
scala 1:20.000.
- Tavola G11b: Perimetrazione ambito "B" - D.R.230/94 - Settore Sud  
scala 1:20.000.
- Tavola G12: Quadro di unione - scala 1:50.000.

## **1. PREMESSA E OBIETTIVO DELLA RICERCA**

La presente indagine geologica si inserisce in un programma di studi e ricerche che ha come obiettivo la predisposizione del nuovo Strumento Urbanistico Generale del Comune di San Miniato (VARIANTE GENERALE AL P.R.G.) articolato in due fasi distinte (PIANO STRUTTURALE e REGOLAMENTO URBANISTICO), così come definito all'Art.23 della L.R.5/95.

L'indagine costituisce una prima fase di lavoro finalizzata all'approfondimento delle conoscenze geologiche per il territorio comunale di San Miniato ed alla redazione di quegli elaborati geologici che sono di supporto al Piano Strutturale; a tal fine viene fornito un quadro geologico-tecnico di dettaglio su tutto il territorio comunale, attraverso studi di carattere geologico, strutturale, geomorfologico, idrogeologico, idrologico-idraulico che si conclude con la definizione della PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA E IDRAULICA e della VULNERABILITA' IDROGEOLOGICA dell'intero territorio. Tali elaborati costituiscono un punto di riferimento per giungere alla definizione della vocazione delle singole aree in modo da rendere le strategie di sviluppo il più possibile compatibili con l'assetto geologico-ambientale e con lo stato delle risorse del territorio.

Contestualmente vengono forniti quegli elementi che costituiranno la base per lo sviluppo delle ricerche successive (seconda fase di lavoro - a supporto del Regolamento Urbanistico e a conclusione degli studi geologici per la Variante Generale al P.R.G.) che avranno come obiettivi la definizione della FATTIBILITA' degli interventi previsti sul territorio stesso.

In tal senso, l'obiettivo principale delle indagini geologiche di supporto alla pianificazione risulta:

- in fase di Piano Strutturale, fornire un quadro conoscitivo del territorio mirato alla individuazione e localizzazione delle trasformazioni ammissibili o, meglio ancora, auspicabili;
- in fase di Regolamento Urbanistico, ridurre al minimo l'impatto delle scelte urbanistiche effettuate per le singole aree, attraverso una regolamentazione delle successive fasi di attuazione degli interventi (Piani attuativi e/o Interventi diretti).

Il presente lavoro si propone quindi di fornire un quadro conoscitivo di carattere geologico applicativo con il seguente duplice obiettivo:

- individuare i processi di evoluzione e le strategie di sviluppo delle singole realtà

- territoriali in modo compatibile con le situazioni di rischio geologico e con lo stato delle risorse del territorio;
- acquisire uno strumento efficace per una corretta gestione del territorio nel breve e medio periodo.

L'indagine è svolta ai sensi delle normative vigenti.

## **2. METODI DI INDAGINE**

Lo studio si è articolato in tre momenti principali:

- raccolta dati esistenti;
- rilevamento di campagna;
- elaborazione e interpretazione dei dati.

La raccolta dei dati esistenti, fase di lavoro non priva di difficoltà, è stata effettuata reperendo il materiale di interesse per la nostra ricerca, disponibile presso i vari enti pubblici (Comune di San Miniato, Provincia di Pisa, Regione Toscana, Genio Civile di Pisa, Autorità di Bacino del F.Arno, ACQUE s.p.a.) con i quali è stato possibile un confronto e scambio di idee che hanno contribuito all'approfondimento delle conoscenze sul territorio.

Oltre alla raccolta della cartografia di base, delle foto aeree, dei dati meteo-climatici, dei dati idrogeologici, sono stati reperiti dati stratigrafici sul sottosuolo, dati storici relativi ad eventi alluvionali, dati generali relativi a precedenti lavori effettuati nell'area di studio.

Alla raccolta dei dati esistenti, è seguita una fase di rilevamento di campagna, condotto alla scala 1:5.000, che ha costituito la fase fondamentale per la acquisizione dei dati necessari alla stesura degli elaborati di base quali la carta geologico-strutturale, idrogeologica, geomorfologica e litotecnica, oltre che per una conoscenza ambientale del territorio nel senso più ampio del termine.

Attraverso l'esame dei risultati del rilevamento di campagna integrati dalla analisi dei dati esistenti, si è proceduto alla fase interpretativa di questa prima parte del lavoro i cui risultati sono esposti nella presente relazione e graficamente illustrati nelle tavole fuori testo.

### 3. STRATIGRAFIA

All'interno del territorio comunale di San Miniato sono state rilevate dieci "formazioni"<sup>1</sup> litostratigrafiche, alcune delle quali rappresentate solo in sezione ed in chiave interpretativa, distinguendo quattro cicli sedimentari nell'intervallo cronostratigrafico Pliocene-Olocene.

Le rocce affioranti nell'area in esame, insieme ad alcune formazioni plioceniche e mioceniche che affiorano più a Sud, appartengono a ciò che viene definito il Complesso Neoautoctono e che corrisponde all'insieme di quei depositi che a più riprese hanno colmato le depressioni tettoniche instauratesi a partire dal Miocene superiore e in cui si individuano i principali bacini sedimentari: vedi nel caso specifico il bacino della Val d'Elsa, interposto fra due alti morfologico-strutturali rappresentati dai rilievi del Chianti ad Est (che si prolungano con le colline di Montespertoli verso la pianura dell'Arno) e di Iano ad Ovest.

A partire dal basso verso l'alto e nel caso specifico dal più antico al più recente, nella successione dei depositi cartografati si riconoscono:

- un ciclo sedimentario pliocenico, localmente con facies marina, rappresentato dalle formazioni delle "Argille Azzurre" **Pa**<sup>2</sup> (Pliocene inf. - medio), dalle "Sabbie e argille a *Cladocora*" **Psa** (Pliocene inf. - medio), dalle "Argille e sabbie a Ostreidi" **Pas** (Pliocene inf. - medio), dalle "Sabbie ad *Amphistegina*" **Ps** (Pliocene medio);
- un ciclo sedimentario costituito da depositi continentali e denominato "1° Ciclo delle Cerbaie" **PSg** (Pleistocene medio);
- un altro ciclo continentale individuato come "2° Ciclo delle Cerbaie" **PSs** (Pleistocene medio - sup.);
- una serie di depositi fluviali e alluvionali in cui si differenziano i depositi alluvionali di pianura **a** dai depositi alluvionali di fondovalle e terrazzati **at**.

La carta geologica e le relative sezioni interpretative (vedi tavole G1a-G1b e G2) mostrano le formazioni cartografate e la loro giacitura, evidenziando i rapporti di discordanza stratigrafica riconosciuta fra i cicli sedimentari a cui si interpongono fasi di erosione subaerea.

Prima di descrivere nel dettaglio le varie formazioni geologiche, possiamo osservare nello schema geologico strutturale in allegato N.1 gli affioramenti dei depositi Plio-Olocenici nell'area del basso Valdarno e dei rilievi circostanti. In tale

---

<sup>1</sup> Per comodità viene fatto un uso più ampio del termine "formazione" relativamente ai canoni della moderna stratigrafia, utilizzandolo per unità formalizzate e non.

<sup>2</sup> In grassetto viene indicata la sigla della formazione adottata nella rappresentazione grafica della cartografia geologica di corredo alla presente relazione.

elaborato si nota come nelle depressioni delimitate dai rilievi del substrato pre-miocenico si sviluppino i depositi marini con significativa estensione di quelli pliocenici mentre affioramenti miocenici sono limitati al settore Sud della carta; il Pleistocene marino e continentale affiora invece per porzioni più limitate e localizzate nelle zone di transizione fra i rilievi collinari e la pianura dell'Arno, dove dominano i terreni alluvionali più recenti che si spingono anche nelle incisioni vallive e nelle pianure minori (pianura di Bientina-Lucca e pianura di Fucecchio-Montecatini). Relativamente al Pleistocene continentale fa eccezione il rilievo delle Cerbaie che a seguito di dislocazioni tettoniche relativamente recenti assume la posizione di alto morfologico.

### **3.1. “Argille Azzurre”: affioramenti, litologia e rapporti stratigrafici**

La formazione delle “Argille Azzurre”, limitatamente affiorante all'estremità Sud-Est del territorio comunale di San Miniato, rappresenta l'unità stratigraficamente più bassa fra quelle esaminate; la formazione affiora invece diffusamente nei settori più interni dei bacini minori posti in sinistra dell'Arno ed in particolar modo in corrispondenza delle incisioni dei Torrenti Elsa, Egola, Era, Cascina, Isola e Tora.

Si tratta di una formazione costituita in prevalenza da argille<sup>3</sup> di colore grigio-azzurro al taglio, a stratificazione generalmente poco evidente sia a piccola che a grande scala. La colorazione può tendere al bruno giallastro superficialmente a seguito della alterazione, come pure in corrispondenza di quei livelli dove è presente, anche se subordinatamente alle argille, una componente siltosa e marnosa e più raramente sabbiosa; frazioni che si rilevano con più frequenza nei livelli sommitali della formazione.

I macrofossili sono piuttosto comuni, spesso in frammenti e rappresentati in prevalenza da Lamellibranchi (Pectinidi in particolare), Gasteropodi e subordinatamente Coralli, Scafopodi, Serpulidi.

La formazione presenta spesso un conglomerato basale che segna l'inizio della trasgressione pliocenica sulle sottostanti unità in rapporti di discordanza stratigrafica.

Lo spessore delle “Argille Azzurre” risulta difficilmente determinabile per l'area in esame, ma riteniamo comunque di poter ipotizzare valori di alcune centinaia di metri (vedi tavola G2).

---

<sup>3</sup> nella terminologia usata per i sedimenti delle varie formazioni si fa riferimento ad una classificazione in termini granulometrici e di forma, non considerando invece la composizione al fine di mantenere alcuni termini ormai di uso corrente anche se talora impreciso.

### **3.2. “Sabbie argillose a Cladocora” - Argille e sabbie a Ostreidi” - “Sabbie ad Amphistegina”: affioramenti, litologia e rapporti stratigrafici**

Le tre formazioni **Psa**, **Pas**, **Ps** risultano fra loro in continuità stratigrafica e con caratteristiche sedimentologiche talora assai simili; ciò nonostante sono state cartografate distintamente al fine di supportare maggiormente l'analisi di pianificazione.

L'unità **Psa** appare raramente stratificata e rappresentata da sabbie fini argillose e argille sabbiose.

L'unità **Pas** si presenta come una fitta alternanza di intervalli argillosi e intervalli di sabbie fini, non cartografabili distintamente.

L'unità **Ps** risulta prevalentemente sabbiosa con stratificazione evidente laddove alle sabbie si intercalano livelli di sabbie più grossolane; il colore risulta generalmente bruno-giallastro al taglio; non mancano livelli calcarenitici spesso ricchi in macrofossili e assai cementati a cemento calcareo.

I macrofossili che si rinvenivano comunemente all'interno delle tre unità sono rappresentati in prevalenza da Lamellibranchi (soprattutto Pectinidi e Ostreidi) e subordinatamente Balanidi.

Relativamente allo sviluppo verticale della formazione, nel sottosuolo del territorio di San Miniato si riconoscono spessori complessivi per le tre unità intorno a 200÷300 m.

### **3.3. Depositi eterogenei di ambiente fluviale e lagunare-salmastro, costituiti in prevalenza da sabbie e argille, con intervalli limosi e intervalli di ghiaie: affioramenti, litologia e rapporti stratigrafici**

Si tratta di depositi successivi alle fasi di conoide, in cui si riconoscono sedimenti che nel complesso possono definirsi di transizione fra un ambiente lagunare-salmastro e un ambiente fluvio-lacustre. Tali depositi (**I**) sono rappresentati in prevalenza da sabbie, limi, argille, con intervalli ciottolosi. Nell'area di studio sono localizzati nella pianura al di sotto delle alluvioni recenti; l'assenza di analisi circostanziate sul sottosuolo non consente una loro caratterizzazione di dettaglio.

### **3.4 “1° Ciclo delle Cerbaie”: affioramenti, litologia e rapporti stratigrafici**

Il “1° Ciclo continentale delle Cerbaie” **PSg** è costituito prevalentemente da depositi sabbiosi e conglomeratici a cui si intercalano sottili e discontinui intervalli argillosi e siltosi; gli elementi che costituiscono i conglomerati sono rappresentati da anageniti, arenarie, scisti, diaspri, quarziti, metacalcari e selci. La natura dei ciottoli suggerisce pertanto una chiara provenienza di questi dal Monte Pisano e subordinatamente dalle falde appenniniche.

Nel territorio comunale di San Miniato la formazione si estende al passaggio fra le colline e la pianura dell’Arno, assumendo una certa individualità talvolta anche dal punto di vista morfologico attraverso significativi cambiamenti di pendio in corrispondenza del contatto con le altre formazioni. Si rileva, in discordanza, sempre sul pliocene marino, con una superficie di contatto alquanto irregolare e con spessori variabili e di non facile precisazione proprio per i rimodellamenti morfologici verificatisi nelle varie fasi evolutive. Possiamo comunque ipotizzare spessori variabili da 5 a 40 m.

Litologicamente la formazione si diversifica nelle varie zone soprattutto per la variabilità del contenuto di ciottoli immersi nelle sabbie e per la dimensione di questi ciottoli che talora risultano concentrati, più spesso dispersi in maniera irregolare nel sedimento sabbioso; in ogni caso non si notano mai strutture sedimentarie e l’aspetto caotico risulta quello dominante.

Sabbie grossolane con granuli, ciottoli e ciottoli grossolani (dimensioni fino a 10-20 cm di diametro), sempre poligenici, costituiscono l’espressione sedimentaria prevalente della formazione; non mancano comunque affioramenti in cui i ciottoli grossolani sono assenti e i ciottoli e granuli piuttosto rari.

### **3.5. “2° Ciclo delle Cerbaie”: affioramenti, litologia e rapporti stratigrafici**

Il “2° Ciclo delle Cerbaie” **PSs** si rileva, in rapporti di discordanza stratigrafica, al di sopra dei depositi del “1° Ciclo delle Cerbaie” e si sviluppa limitatamente solo in località Podere Gozzo (a Nord-Est dell’abitato di San Miniato).

Si tratta di un deposito costituito da sabbie grossolane ferretizzate, ricche in granuli di quarzo, di colore bruno rossastro al taglio, a cui si intercalano livelli argillo-sabbiosi ; le porzioni sabbiose risultano piuttosto consistenti. Nel sedimento, privo di strutture sedimentarie, sono comuni clasti poligenici di piccole dimensioni (da millimetrici a centimetrici) e scarsamente elaborati.

La formazione presenta quindi caratteristiche simili a quelle osservate per il “1° Ciclo delle Cerbaie” e nella distinzione fra le due unità, nel rilevamento di campagna, sono determinanti il contenuto in ciottoli oltre che le dimensioni e la

geometria di questi, unitamente all'andamento morfologico in corrispondenza del contatto fra le due formazioni.

Gli spessori, anche in questo caso difficilmente valutabili, si ipotizzano dell'ordine di  $5 \div 10$  m.

### **3.6. Depositi alluvionali di fondovalle, depositi terrazzati, spianate morfologiche di erosione: affioramenti, litologia e rapporti stratigrafici**

Si tratta di depositi alluvionali terrazzati **at**, costituiti da depositi eterogenei (dalle argille alle ghiaie) con componente grossolana (sabbie e ghiaie) significativa. Al rilevamento di campagna si manifestano spesso con evidenti cambiamenti di pendio al contatto con le formazioni sopra e sottostanti, ma non mancano passaggi sfumati con le soprastanti alluvioni recenti, distinguibili solo a livello di singolo affioramento.

All'interno di tale unità comprendiamo inoltre i depositi di fondovalle in forma di terrazzi o di spianate di erosione.

### **3.7. Depositi alluvionali di pianura attuali e recenti: affioramenti, litologia e rapporti stratigrafici**

I depositi alluvionali attuali e recenti **a** sono rappresentati da terreni eterogenei (sabbie, limi, argille, per lo più in forma di "terreni misti"), con significativa variabilità verticale e laterale, anche a livello di singolo affioramento; i dati sul sottosuolo sono spesso difficilmente correlabili non solo per la diversa qualità degli stessi e per la presenza di aree completamente prive di dati sul sottosuolo, ma anche perché si verificano continuità verticali e soprattutto laterali estremamente contenute, in ragione della genesi di tali sedimenti di tipo fluviale e fluvio-lacustre. Per tale motivo le indagini sul sottosuolo relativamente a questi depositi recenti hanno una valenza puntuale che, in campo applicativo, impone accurate indagini circostanziate.

## **4. ELEMENTI STRUTTURALI E SISMICITA' DELL'AREA**

L'esame del territorio comunale di San Miniato dal punto di vista strutturale è possibile solo nel quadro più generale della tettonica distensiva che a partire dal Miocene superiore, in seguito allo stiramento della catena appenninica in direzione SW-NE, ha dato origine alle depressioni tettoniche in cui si individuano i bacini

neoautoctoni della Val di Tora-Val di Fine, Valdera, Val d'Elsa.

Nello schema strutturale in allegato N.1 si riconoscono gli alti strutturali e morfologici in cui affiorano le unità pre-mioceniche fra i quali si estendono i bacini neoautoctoni e sono inoltre raffigurate le principali faglie dirette che hanno individuato le depressioni suddette, colmate dai depositi prima marini e successivamente continentali nel corso del Neogene e Quaternario.

A differenza degli alti strutturali, in cui le formazioni pre-neogeniche sono state interessate in più fasi da notevoli deformazioni plicative in stile duttile, accavallamenti, oltre che da una tettonica disgiuntiva per faglie (dirette, inverse, trascorrenti), all'interno delle formazioni neogeniche e quaternarie si riconoscono prevalentemente faglie dirette con rigetti verticali talora ipotizzabili nell'ordine di oltre cento metri che determinano le strutture a graben allineate in direzione prevalente NW-SE. Subordinatamente si rilevano blande ondulazioni dei sedimenti neogenici che presumibilmente sono sempre in relazione con fenomeni di stiramento caratteristici della fase distensiva suddetta.

Relativamente alle dislocazioni per faglia, come raffigurate nello schema strutturale, queste sono principalmente ricostruibili dall'andamento particolarmente rettilineo di certi contatti in depositi trasgressivi che invece avrebbero dovuto riprendere la morfologia originaria; in altri casi si rilevano invece chiari spostamenti di livelli guida.

Relativamente all'area di nostro interesse, l'assenza di dati profondi sul sottosuolo non consente di precisare l'andamento del substrato pre-neogenico nel territorio di San Miniato.

A nostro avviso è comunque ipotizzabile che l'alto strutturale di Iano non prosegua al di sotto delle unità preneogeniche nel territorio di San Miniato, ma si sviluppi piuttosto in direzione NO; ciò anche in seguito ad una probabile dislocazione per faglie trascorrenti sinistre disposte in direzione SO-NE.

Sulla base del quadro sopra delineato, il rischio sismico del territorio di San Miniato indotto da elementi locali, è dovuto principalmente alla possibile riattivazione di quei sistemi di faglie poste in direzione NE-SO che hanno interessato anche i depositi pleistocenici. In tal senso le aree a maggior rischio risultano gli orli delle scarpate nelle zone di cresta, con particolare riferimento ai settori in cui si evidenziano fenomeni di dissesto in atto o comunque una marcata propensione al dissesto (vedi aree a pericolosità geomorfologica 3 e 4 nelle zone collinari - tavole G7a÷h)

Determinante per la sismicità dell'area risulta inoltre il sistema di faglie a

prevalente azione di trascorrenza riconosciuto al margine Sud della pianura dell'Arno. Nelle aree di pianura, sempre in considerazione del rischio sismico di questo territorio avremo quindi i maggiori rischi per assestamenti assoluti e differenziali del terreno, soprattutto laddove affiorano i terreni più recenti e soggetti a consolidazione e addensamento (vedi depositi alluvionali attuali e recenti ed in particolare terreni con probabile presenza di torba e terreni sciolti in condizioni sature fino a modeste profondità dal piano di campagna).

Sempre in riferimento alla sismicità dell'area, si evidenzia che nella classificazione in termini di pericolosità geomorfologica adottata (vedi capitolo 8 e tavole G7a÷G7h) sono state considerate le problematiche connesse al rischio di cedimenti assoluti e differenziali e al rischio di frane, così come stabilito dalla D.R. 94/85 che comprende il Comune di San Miniato nella classe 3 dei comuni classificati sismici; classe in cui si prevede un'accelerazione (convenzionale) massima  $a_{max} < 0,20g$ .

## **5. GEOMORFOLOGIA**

L'analisi geomorfologica costituisce un elemento fondamentale per lo studio della pericolosità del territorio, in quanto attraverso il rilevamento delle forme del paesaggio è possibile riconoscere e localizzare quei processi che costituiscono un fattore di rischio attivo o potenziale per la fruizione del territorio stesso.

Lo studio dei caratteri morfogenetici (natura del processo genetico-evolutivo) e morfodinamici (grado di attività) risulta quindi essenziale per la comprensione delle dinamiche ambientali ed in ultima analisi per lo sviluppo di una corretta gestione del territorio. Dobbiamo inoltre osservare che l'analisi geomorfologica si avvale necessariamente del contributo di tutte le discipline relative al campo della geologia applicata e risulta pertanto in stretta relazione con i caratteri geologici, strutturali, stratigrafici, idrogeologici, climatici, idrologico-idraulici, agronomico-forestali e antropici del territorio.

Nel corso di questo capitolo verranno descritti quegli elementi che sono stati esplicitati nelle tavole G3a÷G3h (carta geomorfologica) e nelle tavole G4a÷G4b (carta litotecnica e dei dati di base) del territorio comunale di San Miniato, e saranno introdotte alcune problematiche relative alle forme e ai processi geomorfologici riconosciuti, che in parte anticipano considerazioni sulla pericolosità del territorio, argomento specificamente trattato nel capitolo 8.

Come graficamente illustrato nella legenda delle suddette tavole<sup>4</sup>, i terreni rilevati

---

<sup>4</sup> la legenda della cartografia è illustrata nel solo quadrante “a” di ciascun tematismo (ad esempio, per la carta geologica, costituita dalle tavole G1a-G1b, la legenda è contenuta nella sola tavola G1a).

sono stati suddivisi in unità litotecniche, ognuna delle quali comprende terreni che possono considerarsi omogenei dal punto di vista litotecnico o comunque variabili in un certo intervallo di determinate caratteristiche litotecniche (granulometria dei depositi, assortimento granulometrico, strutture sedimentarie, consistenza). All'interno di una unità litotecnica possono quindi individuarsi una o più formazioni geologiche o anche membri di esse; nel caso specifico si evidenzia che tutte le unità litotecniche riconosciute presentano un significativo intervallo di variabilità dei parametri litologici e geomeccanici e che anche le distinzioni fra le varie unità risultano non troppo evidenti in quanto tutti i terreni che si sviluppano nel territorio in esame fanno comunque parte delle rocce incoerenti e sono l'espressione sedimentaria di processi che, anche se verificatisi in tempi geologici diversi, hanno generato depositi le cui caratteristiche litotecniche non appaiono sempre dissimili.

Un significativo contributo all'analisi geomorfologica e in ultimo alla pericolosità del territorio, è fornito inoltre dalla "carta delle pendenze" (vedi tavole G5a÷G5b) elaborata operando una suddivisione del territorio in funzione della acclività della superficie topografica con l'orizzontale; a tal fine il territorio è stato suddiviso in aree per le quali la pendenza del terreno si mantiene in un determinato intervallo.

Tale operazione è stata mirata ad un duplice obiettivo:

- ottenere una visione sintetica della morfologia e sicuramente più immediata rispetto a quanto risulta dalle isoipse;
- stabilire una relazione fra la gravità (intesa come agente morfodinamico), la litologia, le pratiche agricole.

La carta delle pendenze consente quindi una visione di insieme sull'andamento delle aree di cresta e delle testate vallive, delle aree di versante, delle aree di fondovalle e di pianura, e costituisce una prima analisi di massima della propensione al dissesto.

Nei paragrafi che seguono sono sviluppate le principali problematiche di carattere geomorfologico che si rilevano nell'area collinare relativamente alla stabilità dei versanti, su tutto il territorio per quanto concerne la consistenza dei terreni, e nelle aree di pertinenza fluviale con particolare riferimento alla dinamica dei corsi d'acqua e alle piane di esondazione.

### **5.1. Stabilità dei versanti e consistenza dei terreni**

Relativamente alla stabilità dei versanti e alla consistenza dei terreni possiamo esaminare i caratteri più significativi distinguendo per formazioni geologiche, facendo riferimento alle tavole G1a÷G1b per gli affioramenti di ciascuna formazione

e alle tavole G4a÷G4b, G3a÷G3h per valutazioni di dettaglio di carattere litotecnico e sugli elementi geomorfologici.

Relativamente alle unità **Pa**, **Psa**, **Pas**, **Ps** la stabilità della formazione risulta fortemente condizionata dal grado di cementazione del sedimento che in alcuni casi può assestarsi su pareti vicine alla verticale (soprattutto in **Ps**); i fenomeni di dissesto che possono manifestarsi per tali formazioni risultano quindi piuttosto variabili e per lo più rappresentati da fenomeni di erosione, frane con crolli nelle sabbie e forme rotazionali nelle alternanze sabbia-argilla, soliflussi nelle unità argillose e reptazione nei depositi eterogenei sabbia-argilla. Per tali unità, la circolazione delle acque superficiali e sotterranee unitamente al grado di alternanza di livelli a diversa granulometria e competenza, giocano un ruolo di primaria importanza sulla propensione al dissesto (vedi in particolare **Pas**); per i fenomeni più superficiali di denudamento un ulteriore parametro da considerare è la copertura vegetazionale locale che in alcuni casi riduce i fenomeni di erosione, ma in altri casi può favorire fenomeni di distacco, come ad esempio in corrispondenza di pareti a forte pendenza (vedi tagli stradali) al cui margine si sviluppano essenze fittonanti.

La eterogeneità litologica che caratterizza tali formazioni impone sempre una certa cautela e la necessità di effettuare indagini di dettaglio sul sottosuolo per individuare livelli di diversa competenza che difficilmente si manifestano al solo rilevamento di campagna e che generalmente non risultano cartografabili.

Nel territorio comunale di San Miniato tali unità litologiche interessano pressoché l'intera area collinare con pendenza dei versanti significative e sono quindi la sede dei maggiori fenomeni di dissesto attivi.

I movimenti franosi risultano assai frequenti sia in termini di denudamenti superficiali che di vere e proprie frane, con aumento della propensione al dissesto nelle aree a forte pendenza (vedi testate vallive e margini delle aree di cresta) e laddove i livelli argillosi risultano più frequenti, soprattutto in assenza di opere di regimazione delle acque superficiali.

La consistenza dei terreni delle unità **Pa**, **Psa**, **Pas**, **Ps** risulta variabile da bassa a elevata come mostrano i risultati dalle prove penetrometriche statiche disponibili per tale formazione che, nei primi dieci metri di terreno superficiale, indicano valori di  $R_p$  (resistenza alla punta del penetrometro) raramente inferiori a 10 Kg/cmq e mediamente intorno a 50 Kg/cmq, anche se con un discreto intervallo di variazione in cui si raggiungono punte massime superiori a 100 Kg/cmq.

La consistenza dei depositi dell'unità **PSg** e **at** risulta variabile da bassa ad elevata in funzione della variabilità granulometrica che si registra anche a livello del singolo affioramento: frequenti i passaggi fra le sabbie e le sabbie più o meno ricche in ciottoli. Tali variazioni possono risultare determinanti ad esempio nella realizzazione di fabbricati o altri manufatti, soprattutto a causa del diverso grado di assestamento del terreno sottoposto al carico delle strutture di progetto; in alcuni casi pertanto le indagini sul sottosuolo, di supporto alla progettazione edilizia, potranno comportare l'impiego di metodologie quali sondaggi meccanici e/o scavi esplorativi.

Relativamente alla stabilità, i fenomeni di dissesto rilevati nell'area di affioramento della formazione risultano contenuti, anche in ragione delle pendenze.

La consistenza dei terreni dell'unità **PSg** e **at** risulta variabile da bassa ad elevata come mostrano i risultati dalle prove penetrometriche statiche disponibili per tale formazione che, nei primi dieci metri di terreno superficiale, indicano valori di  $R_p$  raramente inferiori a 10 Kg/cmq e mediamente intorno a 50 Kg/cmq anche se con un discreto intervallo di variazione in cui si raggiungono punte massime superiori a 100 Kg/cmq.

Il contatto geologico con le alluvioni oloceniche risulta talvolta di non facile determinazione in quanto gli stessi terreni vengono ripresi nei successivi fenomeni sedimentari (erosione, trasporto, deposito); inoltre anche le variazioni morfologiche al contatto risultano in alcuni casi appena accennate.

Considerando quindi che i depositi alluvionali attuali e recenti (**a**) possono risultare meno consolidati relativamente a quanto osservato per **at** e **PSg**, il contatto fra le due formazioni può assumere, dal punto di vista geotecnico applicativo, il significato di una fascia in cui le variazioni di consistenza possono risultare notevoli.

I risultati dei dati penetrometrici disponibili, unitamente alla significativa variabilità laterale e verticale dei terreni dell'unità **al**, non consentono una precisa differenziazione di questi sulla base delle caratteristiche di consistenza, ma nel complesso tali terreni risultano certamente meno consolidati e più compressibili rispetto alle altre formazioni viste finora.

I valori di  $R_p$  registrati nei primi 10 m di profondità dal p.d.c., risultano assai variabili con medie intorno a 30 Kg/cmq; i valori inferiori a 10 Kg/cmq si rilevano anche per spessori significativi e con minimi assoluti che talvolta scendono sotto i 5 Kg/cmq. Relativamente ai massimi solo in rari casi si hanno valori intorno a 100 Kg/cmq.

## 5.2. Geomorfologia fluviale

Un primo riferimento sulla idrografia dell'area è costituito dalle tavole G3a÷G3h dove sono evidenziati i principali corsi d'acqua del territorio. La carta evidenzia lo sviluppo dei corsi d'acqua nell'area collinare (torrenti *Fiume Elsa*, *Torrenti Egola-Rio Enzi*, *Torrente Chiecina*) dove si individuano le ramificazioni dell'asta principale di ogni bacino che si chiude in pianura laddove il corso d'acqua risulta arginato, per confluire più a valle nel *Fiume Arno* al margine Nord del territorio comunale: i torrenti provenienti dalle colline si sviluppano in direzione SE-NW e vengono così intercettati dall'Arno che localmente ha direzione ENE-WSW.

Tra i corsi d'acqua principali si comprendono inoltre il *Rio San Bartolomeo* e il *Rio Dogaia*, che si originano al margine Nord dell'area collinare e confluiscono anch'essi nell'Arno.

Dalla osservazione di campagna e dalla analisi dei dati storici è possibile riconoscere i fattori di instabilità geomorfologica che interessano le aree di fondovalle e di pianura del territorio in esame, distinguendo:

- il canale di deflusso normale dei corsi d'acqua, in cui la instabilità si manifesta attraverso il cambiamento delle forme fluviali che si generano in condizioni idrologiche ordinarie;
- il letto maggiore e la piana inondabile che corrispondono ad una occasionale via di deflusso delle acque per eventi meteorici più o meno eccezionali e che in molti casi comprendono aree adibite ad attività antropiche.

Sulla base di quanto sopra esposto, nel territorio comunale di San Miniato si possono distinguere principalmente tre ambienti di pertinenza fluviale che si differenziano per gli elementi di instabilità geomorfologica e per le aree che interagiscono nel rappresentare il campo di propagazione delle onde di piena relative ai momenti di crisi.

Procedendo da Sud a Nord e da monte verso valle, si definiscono:

- 1) l'area collinare in cui i corsi d'acqua risultano non arginati e ad andamento movimentato o comunque non rettilineo a scala di dettaglio; è in questo settore che si rilevano i principali fenomeni di erosione di sponda che talvolta originano fenomeni di crollo.

Per tali aree il contatto fra i depositi alluvionali olocenici e le unità plio-pleistoceniche coincide quasi sempre con un significativo cambiamento di pendio che separa l'area di fondovalle dall'area di versante e che in molti casi segna il limite dell'area geneticamente predisposta a contenere fenomeni di inondazione: ciò accade ad esempio per buona parte del tracciato del *Fiume*

*Elsa*. In altri casi (vedi gran parte del *Torrente Egola*), all'interno della stessa area di fondovalle, si hanno terrazzamenti che definiscono con precisione la gerarchia delle aree inondabili.

- 2) L'area di pianura con corsi d'acqua liberi in cui la morfologia è più uniforme e dove si ha una propagazione continua delle onde di piena con l'espansione delle acque su ampie superfici dal momento di straripamento del corso d'acqua; in questo caso la piana inondabile risulta di non facile delimitazione e con andamento spesso non parallelo allo sviluppo del corso d'acqua stesso, in quanto risulta condizionata anche dalle più lievi forme naturali e antropiche del territorio.
- 3) L'area di pianura con corsi d'acqua arginati in cui l'inondazione per sormonto o rottura dell'argine costituisce l'elemento di pericolosità maggiore in quanto può interessare aree molto estese e per tempi anche lunghi; in queste aree la permanenza degli allagamenti risulta ulteriormente condizionata dalla rete idrografica minore che trova sbarramento negli argini stessi dei corsi d'acqua principali oltre che in altri elementi come ad esempio la viabilità in rilevato. In tal senso risulta determinante il ruolo degli organi di controllo dei corsi d'acqua .

Relativamente al rischio idraulico, l'analisi geomorfologica è stata integrata attraverso specifiche verifiche idrologico-idrauliche su sezioni significative dei corsi d'acqua in relazione alla distribuzione dei sistemi insediativo/produttivo attuali e di previsione (per l'analisi idrologico-idraulica si rimanda a quanto prodotto dall'Ing. Nicola Croce negli studi di Piano Strutturale). In tal senso lo studio della Pericolosità idraulica (vedi capitolo 9) è stato condotto su base geomorfologica e storica per l'intero territorio e attraverso verifiche analitiche su alcune sezioni ritenute significative.

## **6. CENNI SUL CLIMA**

Da un punto di vista climatico il territorio comunale di San Miniato si colloca in un tipo di clima subumido in cui le depressioni morfologiche della valle dell'Arno e della valle di Fucecchio-Montecatini costituiscono senz'altro vie preferenziali che condizionano l'andamento delle correnti negli strati più bassi dell'atmosfera; inoltre è significativa l'influenza dell'azione del mare che attenua le escursioni termiche dell'aria.

La vicinanza del mare determina inoltre un regime di brezze termiche che giocano un ruolo di primaria importanza soprattutto nel periodo estivo, quando cioè si instaurano alte pressioni sul mare e basse pressioni nell'entroterra (vedi zona appenninica e bacino di Firenze); l'azione delle brezze di mare (diurna) e di terra (notturna) risulta più frequente nei mesi estivi e si riduce progressivamente in autunno, in primavera, e ancor più nel periodo invernale in cui si concentrano invece i momenti di calma che spesso originano nebbie e foschie.

Negli allegati N.2-3-4 si presentano alcuni elaborati grafici riferiti a condizioni termiche estreme; in allegato N.5 sono rappresentate le precipitazioni.

## **7. IDROGEOLOGIA**

Sulla base dell'assetto litostratigrafico riconosciuto, integrato dai risultati di una campagna piezometrica si è cercato di delineare un quadro idrogeologico dell'area che, nonostante i limiti imposti dall'assenza di sistemi di monitoraggio adeguati, costituisce senz'altro un punto di riferimento per lo sviluppo di questo territorio in modo compatibile con l'assetto idrogeologico dell'area.

Nel quadro della pianificazione urbanistica e di uno sviluppo sostenibile risultano infatti determinanti la disponibilità e lo stato della risorsa idrica, la vulnerabilità degli acquiferi, l'andamento delle falde più superficiali in relazione all'edificazione.

In funzione di tali obiettivi della ricerca si è cercato pertanto di chiarire i seguenti punti:

- rapporti fra le unità litostratigrafiche e unità idrogeologiche riconosciute,
- geometria degli acquiferi,
- condizioni piezometriche,
- rapporti fra acque superficiali e acque sotterranee.

Si fa comunque presente che alcuni punti saranno necessariamente non approfonditi in quanto solo uno studio idrogeologico specifico, con costi e tempi attualmente non previsti negli studi di supporto alla pianificazione urbanistica, consentirebbe di pianificare e ottimizzare l'utilizzazione delle risorse idriche.

Da un punto di vista idrografico il territorio comunale di San Miniato comprende parte della pianura posta a Sud del *Fiume Arno* e si estende verso Sud-Est nell'area collinare in cui si sviluppano il Torrente Egola, il Fiume Isola e limitatamente il Torrente Chiecina che presenta una sezione di chiusura esterna al territorio comunale di San Miniato; tali corsi d'acqua si originano nei settori più interni dell'area

collinare, con bacini ben più estesi dello stesso territorio comunale di San Miniato.

Dal punto di vista idrogeologico la situazione risulta più complessa e, anche per poter definire con precisione i limiti del bacino idrogeologico sarebbe necessario estendere il rilevamento geologico e idrogeologico a un'area molto più vasta, oltre i limiti comunali. In ogni caso sulla base di conoscenze acquisite nel corso di precedenti studi sulle aree circostanti è possibile fornire un quadro idrogeologico di riferimento.

### **7.1. Unità idrogeologiche e condizioni piezometriche**

Alla base dello studio idrogeologico sono necessariamente la suddivisione delle unità litostratigrafiche in unità idrogeologiche in funzione della permeabilità dei terreni e dei rapporti di giacitura fra tali unità; si è proceduto pertanto a una classificazione in termini di permeabilità dei terreni affioranti secondo lo schema riportato in legenda alla tavola G6a.

Dagli elaborati cartografici si osserva che la permeabilità dei terreni risulta sempre di tipo primario e cioè derivante dalla porosità e dalla granulometria (caratteristiche originarie dei litotipi fin dalla loro diagenesi); inoltre ogni unità presenta un intervallo del grado di permeabilità piuttosto ampio in conseguenza della significativa eterogeneità granulometrica dell'unità stessa. Stante tale situazione i limiti fra le unità idrogeologiche riconosciute possono risultare anche molto sfumati con evidente attenuazione delle soglie di permeabilità al contatto fra unità diverse. A conferma di ciò risulta l'analisi litotecnica precedentemente presentata oltre che i risultati della campagna piezometrica e dei dati di permeabilità.

Nella carta idrogeologica delle tavole G6a-G6b sono rappresentate le unità idrogeologiche riconosciute, differenziate in termini di permeabilità relativa.

La sola unità praticamente impermeabile è costituita dalle "Argille Azzurre" **Pa** che giocano un ruolo determinante nella definizione del bacino idrogeologico di interesse per il territorio di San Miniato (vedi anche sezioni geologiche). La formazione delle "Argille Azzurre" costituisce infatti un basamento impermeabile del sistema acquifero dei depositi soprastanti e risultando il contatto di tale formazione con le soprastanti debolmente inclinato verso NO fa sì che un ampio settore posto a SE del territorio comunale contribuisca alla alimentazione degli acquiferi presenti nell'area in esame, tra cui possiamo distinguere:

- un "Complesso acquifero dell'Arno" individuato dai depositi alluvionali recenti (**a**) e dai sottostanti depositi lagunari e fluvio-lacustri (**I**) che risulta in gran parte libero e talora semiconfinato superficialmente;

- un “Complesso acquifero di San Miniato”, rappresentato dagli orizzonti permeabili delle unità plio-pleistoceniche soprastanti le Argille Azzurre (in particolare **Ps-PSg-at**).
- un “Complesso acquifero di Montaione, rappresentato dalle “Sabbie di Montaione” (**PsM**) interposte fra le soprastanti “Argille Azzurre” e il substrato pre-miocenico che in questa sede non abbiamo differenziato.

Il “Complesso acquifero dell’Arno” viene riconosciuto come un unico complesso, sebbene al suo interno si possano in parte individuare più orizzonti acquiferi significativi. La ragione per cui propendiamo per considerarlo un acquifero multistrato sta nel fatto che a nostro avviso non si registra un efficace isolamento fra i vari livelli acquiferi, ma al contrario risulta assai probabile una comunicazione idraulica fra gli intervalli più grossolani che in funzione dei dati sul sottosuolo possono essere localizzati.

Facendo riferimento anche all’assetto litostratigrafico di aree esterne a quella di studio, ma più documentate, possiamo infatti riconoscere un primo orizzonte acquifero all’interno dei depositi di copertura (**a**) costituito in prevalenza da sabbie e subordinatamente ghiaie, intorno alla profondità di circa 25÷40m dal p.c.; in tale acquifero le sabbie sono spesso più produttive in quanto le ghiaie risultano frequentemente cementate da argilla. L’acquifero risulta libero o semiconfinato superiormente.

Un secondo orizzonte acquifero si localizza ad una profondità intorno a 80÷100m ed oltre, costituito da intervalli sabbiosi e ghiaiosi dell’unità (**I**) che possiamo definire come confinato o semiconfinato.

Tale complesso acquifero risulta inoltre alimentato da una ricarica indiretta esercitata dalle unità plio-pleistoceniche dell’area collinare che si immergono al di sotto dei depositi della pianura.

Relativamente al “Complesso acquifero di San Miniato”, in assenza di studi di dettaglio sulla distribuzione del carico per ogni falda, non sono da escludere locali situazioni differenziate; tuttavia l’assetto stratigrafico riconosciuto consente di considerare un sistema unico in cui sono possibili comunicazioni idrauliche fra i livelli acquiferi delle unità soprastanti le “Argille Azzurre”. A tale proposito si fa presente che all’interno delle formazioni soprastanti le “Argille Azzurre”, solo nel settore Est del territorio comunale (area *Calenzano - San Quintino*) l’unità Pas mostra spessori argillosi continui e tali da determinare un probabile isolamento idraulico dei livelli acquiferi.

Laddove le “Argille Azzurre” giungono in affioramento (area di *Canneto*), le acque superficiali vengono convogliate direttamente nei corrispondenti bacini idrografici. Le stesse “Argille Azzurre” sonfinano inferiormente il bacino del suddetto Complesso acquifero di San Miniato procedendo verso SE dove si ritrovano in affioramento lungo l’asse *Toiano - S. Stefano - Dogana*.

Relativamente al “Complesso acquifero di Montaione”, questo risulta significativamente profondo e del tutto non esplorato nel territorio comunale di San Miniato.

Nella definizione dei bacini idrogeologici la morfologia gioca inoltre un ruolo determinante rispetto agli effetti indotti dall’assetto stratigrafico delle formazioni, come appare evidente dall’andamento della piezometrica di superficie in cui si registra una frequente corrispondenza fra l’andamento degli assi di drenaggio e l’andamento delle principali aste fluviali.

La stessa corrispondenza si riscontra fra gli alti morfologici e gli assi di alimentazione.

Degna di nota è la ricarica esercitata dai depositi alluvionali terrazzati che nell’area di “La Scala” si estendono significativamente verso Nord.

## **8. PERICOLOSITA’ GEOMORFOLOGICA**

### **(classificazione in allegato N.8)**

L’elaborazione della carta della Pericolosità geomorfologica (vedi tavole G7a÷G7h) risulta dalla sintesi e dalla interpretazione dei caratteri geologici, strutturali, stratigrafici, geomorfologici, litotecnici, ed esprime la propensione al dissesto del territorio con particolare riferimento a problematiche di carattere geotecnico sull’intero territorio, e di stabilità dei versanti nell’area collinare.

La classificazione in termini di Pericolosità geomorfologica adottata, risulta costituita da 6 classi di pericolosità, per ognuna delle quali si riporta una definizione più generale, talora integrata con specifiche note relativamente al territorio in esame, distinguendo l’area collinare dall’area di pianura e fondovalle.

### **8.1. Aree di pianura e di fondovalle**

Nelle aree di pianura e di fondovalle non si rilevano aree a pericolosità irrilevante

(classe 1) e a pericolosità medio-bassa (classe 3a).

Sono classificate a pericolosità bassa (classe 2) le aree con sottosuolo costituito da rocce incoerenti, prevalentemente di buone caratteristiche fisico-meccaniche.

Sono classificate a pericolosità media (classe 3b) le aree con sottosuolo costituito da terreni di scadenti caratteristiche fisico-meccaniche, a bassa resistenza penetrometrica statica.

Sono classificati a pericolosità elevata (classe 4b) i corpi per instabilità geomorfologica dell'alveo.

## **8.2. Aree di cresta e di versante della zona collinare**

Nella zona collinare non si rilevano aree a pericolosità irrilevante (classe 1).

Sono classificate a pericolosità bassa (classe 2) le aree con pendenza <20% purché distanti da scarpate, nicchie e accumuli di frana, e con sottosuolo costituito da rocce incoerenti, prevalentemente di buone caratteristiche fisico-meccaniche.

Sono classificate a pericolosità medio-bassa (classe 3a) le aree in cui non sono presenti fenomeni attivi, con pendenza dei versanti compresa fra 20% e 35%, compreso l'orlo delle scarpate, e con sottosuolo costituito da rocce incoerenti, prevalentemente di buone caratteristiche fisico-meccaniche.

Si tratta di aree con condizioni favorevoli alla stabilità, per le quali i fenomeni di dissesto, pur possibili, possono attivarsi con forme di ampiezza e profondità contenute.

Sono classificate a pericolosità media (classe 3b) le aree in cui non sono presenti fenomeni attivi, con sottosuolo costituito da rocce incoerenti, prevalentemente di buone caratteristiche fisico-meccaniche, ma con pendenza dei versanti > 35% che determina condizioni al limite dell'equilibrio, per cui sono possibili fenomeni di dissesto anche di significativa ampiezza e profondità.

Sono classificate a pericolosità medio-elevata (classe 4a) le aree interessate da fenomeni di dissesto attivi di ampiezza e profondità contenute quali denudamenti superficiali che si manifestano prevalentemente in forma di erosione e ruscellamento.

Sono classificate a pericolosità medio-elevata (classe 4b) le aree interessate da fenomeni di dissesto attivi di significativa ampiezza e profondità quali frane, e deformazioni profonde.

## **9 . PERICOLOSITA' IDRAULICA** **(classificazione in allegato N.9)**

Per la stima del rischio idraulico dell'area in esame e per la mappatura delle aree per cui vengono riconosciuti diversi livelli di rischio, sono stati utilizzati dati geologici e geomorfologici, dati storici, e, limitatamente ad alcuni punti significativi, dati analitici per i quali si rimanda allo studio idrologico-idraulico redatto dall'Ing. Nicola Croce.

Relativamente ai dati geologici e geomorfologici risultano fattori determinanti gli affioramenti dei depositi alluvionali olocenici e i dislivelli delle aree di pianura e fondovalle che consentono un primo riconoscimento delle "aree di pertinenza fluviale" che in tempi più o meno recenti sono state interessate dalle dinamiche fluviali.

Le verifiche idrologiche idrauliche puntuali hanno inoltre consentito di precisare il livello di rischio nelle zone di maggiore interesse in funzione delle previsioni urbanistiche dell'Amministrazione comunale e, entro certi limiti, di tarare il livello di pericolosità riconosciuto tramite l'analisi geomorfologica e storica.

L'analisi di pericolosità idraulica, oltre a rappresentare un elemento di valutazione della pericolosità del territorio e quindi di base alla pianificazione urbanistica, costituisce senz'altro un quadro conoscitivo di riferimento per la predisposizione dei piani di emergenza e per gli interventi di protezione civile.

Sulla base di tali risultati, e nel quadro delle prescrizioni del P.T.C. di Pisa relativamente alla pericolosità idraulica, vengono riconosciuti i seguenti livelli di pericolosità (vedi tavole G9a÷G9h):

- sono classificate a Pericolosità irrilevante (classe 1) le aree collinari in cui sono giudicati impossibili eventi di esondazione o sommersione;

- sono classificate a Pericolosità bassa (classe 2) le aree di pianura e fondovalle apparentemente non coinvolgibili da eventi di esondazione o sommersione che corrispondono ad aree di affioramento dei depositi del "1° Ciclo delle Cerbaie" e

subordinatamente dei depositi alluvionali olocenici terrazzati, comunque esterne alle aree di pertinenza fluviale;

- sono classificate a Pericolosità medio-bassa (classe 3a) le aree di pertinenza fluviale per le quali non vi sono notizie storiche di inondazioni se non per eventi che localmente hanno fatto registrare una ricorrenza statistica di possibile esondazione o sommersione superiore a 200 anni. Sono comprese nella stessa classe di pericolosità le aree per cui sono probabili fenomeni di ristagno prolungato;

- sono classificate a Pericolosità media (classe 3b) le aree di pertinenza fluviale, individuate su base geomorfologica come facenti parte del letto maggiore o della piana inondabile, per le quali vi sono notizie storiche di inondazioni; nei punti più significativi è stata anche verificata analiticamente la ricorrenza statistica di possibile esondazione o sommersione con tempi di ritorno compresi fra 20 e 200 anni. Rientrano in tale classe le aree per le quali mancano analisi idrologico-idrauliche di dettaglio che consentano di verificare la ricorrenza della piena duecentennale;

- sono classificate a Pericolosità medio-elevata (classe 4a) le aree di pertinenza fluviale, individuate su base geomorfologica come facenti parte del letto maggiore o della piana inondabile, per le quali vi sono notizie storiche di inondazioni; nei punti più significativi è stata anche verificata analiticamente la ricorrenza statistica di possibile esondazione o sommersione con tempi di ritorno inferiori a 20 anni;

- sono classificate a Pericolosità elevata (classe 4b) i corpi idrici.

Relativamente al rischio idraulico è da considerare che al momento il panorama normativo risulta piuttosto articolato:

- un primo riferimento normativo è rappresentato dalla D.R. 230/94 con cui la Regione definisce ambiti di pertinenza fluviale “A1” e “B”, il primo “di assoluta protezione del corso d’acqua” soggetto a prescrizioni e vincoli, il secondo soggetto a direttive, così come definito nella stessa deliberazione, in cui si esplicitano anche i criteri per la determinazione di tali ambiti (vedi anche Tavola G11a-G11b);

- tali parametri di valutazione sono stati ripresi dalla Regione nelle misure di salvaguardia del PIT (vedi D.R.868/2000);

- così come determinato dalla Regione nella D.R.868/2000, le province possono approfondire e superare i criteri definiti dalla Regione attraverso i PTC e in tal senso, la Provincia di Pisa, attraverso il PTC e mediante appositi studi idraulici, ha ridefinito alcuni criteri per l’analisi di pericolosità e di rischio idraulico, che

integrano e superano quanto definito all'articolo 7 della D.R. 230/94. Lo strumento provinciale infatti ha prodotto un quadro di riferimento in cui si mantengono i parametri di valutazione della pericolosità definiti dalla D.R.230/94 (vedi piena duecentennale a cui si fa riferimento nelle classi 3a e 3b), estendendoli all'intero reticolo idrografico e non solo ai corsi d'acqua in elenco alla suddetta delibera. Vengono inoltre mantenuti i condizionamenti per le previsioni in aree a rischio per eventi con ricorrenza inferiore a duecento anni: le condizioni di cui ai punti a,b,c del comma 5 art.77 della D.R.868/2000 sono riprese nella definizione dei livelli di rischio del PTC e risulteranno pertanto nella determinazione delle classi di fattibilità in fase di Regolamento Urbanistico.

- un ulteriore riferimento sono le perimetrazioni in termini di pericolosità idraulica definite dall'Autorità di Bacino del Fiume Arno (vedi stralcio "Assetto idrogeologico").

Nel rispetto del quadro di riferimento sopra esplicitato e attraverso un approfondimento delle conoscenze (vedi analisi idrologico-idrauliche prodotta dall'Ing. Nicola Croce), si è proceduto così ad una ridefinizione della pericolosità idraulica del territorio secondo le classi di pericolosità descritte in allegato N.9.

## **10 . VULNERABILITA' IDROGEOLOGICA** **(classificazione in allegato N.10)**

Il controllo e la prevenzione dell'inquinamento delle acque sotterranee rappresenta uno dei campi più complessi della geologia applicata e, se vogliamo, di più difficile studio nel quadro delle indagini di supporto alla pianificazione urbanistica. Le principali ragioni di tali difficoltà stanno nel fatto che studi specifici su tale argomento richiedono tempi e impegni economici raramente disponibili nell'ambito degli studi di pianificazione comunali.

Compatibilmente con i limiti imposti e in sintonia con le prescrizioni della Provincia, il quadro idrogeologico riconosciuto ha consentito di elaborare una carta della vulnerabilità idrogeologica intesa come vulnerabilità potenziale, in cui i parametri che giocano un ruolo di primaria importanza nella classificazione in livelli di vulnerabilità risultano la permeabilità dei terreni superficiali e la profondità della superficie piezometrica della falda più superficiale (vedi tavole G6a÷G6b). Prescindendo dalle caratteristiche chimico-fisiche dell'inquinante e dalle caratteristiche chimiche del terreno e delle acque, che tuttavia influenzano

significativamente le modalità di diffusione e il comportamento delle acque sotterranee, viene quindi considerato il presunto tempo di contatto dell'inquinante con il terreno come fattore primario nella determinazione della vulnerabilità.

L'importanza dei parametri permeabilità (e quindi granulometria) e profondità della piezometrica (e quindi strato di terreno non saturo d'acqua) sono fondamentali in quanto regolano l'effetto autodepurante del terreno; per lo meno per alcuni composti, lo strato di terreno non saturo costituisce infatti una importante barriera grazie ad un'azione filtrante e di biodegradazione.

L'effetto autodepurante del terreno dipende inoltre dal tempo di contatto dell'inquinante con il terreno e con l'acqua di falda, oltre che dalla superficie del terreno a contatto con l'inquinante; nell'ipotesi di inquinanti idroveicolati risulta quindi determinante la velocità di flusso dell'acqua nel sottosuolo e quindi la granulometria, il gradiente idraulico, la profondità.

Dal rilevamento di campagna, integrato dai dati di laboratorio relativi a campioni di terreno delle unità litologiche cartografate, risulta che i depositi affioranti nel territorio comunale di San Miniato presentano un grado di permeabilità superficiale variabile da bassa a elevata (vedi tavole G6a÷G6b) in cui le zone più vulnerabili, oltre ai corpi idrici che sono direttamente esposti, sono rappresentate dall'area di affioramento dei depositi alluvionali terrazzati e di findovalle (**at**); sempre a vulnerabilità significativa risultano le unità prevalentemente sabbiose dell'area collinare e l'intera pianura dell'Arno dove, anche se affiorano terreni a permeabilità talora molto bassa, la piezometrica si approssima al piano di campagna.

Nel quadro riconosciuto ed esplicitato nelle tavole G6a÷G6b, sarà determinante la localizzazione delle attività antropiche e quindi delle potenziali fonti di inquinamento (in fase di Regolamento Urbanistico) a evidenziare le aree in cui gli interventi richiederanno uno studio specifico per le successive fasi di attuazione.

Sulla base delle conoscenze acquisite sull'area, è ragionevole supporre una significativa comunicazione idraulica fra le varie unità che presentano un vero e proprio sbarramento solo in corrispondenza delle "Argille Azzurre"

Stante tale situazione, si ha una ricarica da parte delle unità stratigraficamente più basse, che alimentano tra l'altro anche l'acquifero multistrato della pianura dell'Arno; va comunque osservato che le differenze di trasmissività che si possono ipotizzare fra le diverse unità, unitamente all'assetto stratigrafico, comportano con ogni probabilità una direzione prevalente dei flussi idrici sotterranei lungo strati debolmente inclinati (pochi gradi con l'orizzontale) verso NO.

Ciò nonostante, la discontinuità e l'esiguo spessore dei livelli a bassa permeabilità consente di ritenere alquanto probabile una comunicazione anche verticale fra i vari

livelli acquiferi che risultano quindi direttamente o indirettamente esposti a eventuali inquinanti superficiali rendendo così la risorsa idrica estremamente vulnerabile. In tal senso, fatto salvo la minore vulnerabilità dei livelli acquiferi più profondi, la risorsa idrica risulta scarsamente protetta superficialmente.

Sempre in fase di Regolamento Urbanistico sarà fondamentale tenere presente l'intero quadro idrogeologico delineato e non solo la classificazione in termini di vulnerabilità elaborata per potenziali inquinanti di superficie "idroveicolati"; l'importanza di ciò è evidente ad esempio se consideriamo il rischio di inquinamento in pozzi, rischio tra l'altro significativo se consideriamo che gran parte dei pozzi sono, non eseguiti a regola d'arte.

Stante il quadro idrogeologico riconosciuto, a prescindere dai condizionamenti che in fase di fattibilità piloteranno i nuovi interventi, la gestione dell'area conciaria esistente impone la programmazione di interventi di risanamento e di prevenzione mirati a salvaguardare la risorsa idrica (in termini qualitativi e quantitativi) dalle pressioni esercitate dall'attività conciaria che si sviluppa nell'area di Ponte a Egola; problema che dovrà necessariamente essere affrontato a livello intercomunale per l'intera area conciaria.

## **11. AREE SENSIBILI O DEGRADATE**

Nelle tavole G10a e G10b sono esplicitati alcuni elementi, già illustrati nelle altre carte tematiche, riconosciuti come elementi significativi per una visione complessiva su alcuni "beni ambientali" che meritano una particolare considerazione; nelle stesse carte di sintesi si comprendono alcune aree degradate per le quali si impongono interventi di bonifica e di gestione specifici, alcuni dei quali già in essere.

Sulla base di quanto riconosciuto nell'indagine idrogeologica, gli acquiferi e le aree di ricarica dell'area collinare individuano senz'altro un'area di particolare pregio da salvaguardare, in cui pozzi, sorgenti e corsi d'acqua giocano un ruolo primario come punti di elevata vulnerabilità.

Le aree di cava inattive possono costituire una risorsa ambientale trovando in alcuni casi un assetto decisamente diverso rispetto allo stato precedente all'escavazione. In tal senso un buon recupero dell'area può essere ottenuto non tanto con interventi di ripristino, quanto con interventi di trasformazione per la creazione di un nuovo ambiente in funzione della fruizione prevista; ciò anche in relazione al rapporto costo/benefici degli interventi. L'esempio del progetto per la cassa di espansione di

Roffia attualmente in corso di redazione, è significativo per il recupero di un'area un tempo adibita all'attività estrattiva che unisce alla funzione idraulica dell'opera per la messa in sicurezza del Fiume Arno, più obiettivi urbanistico-ambientali.

Più complesso è il problema del recupero di alcune aree degradate che nel territorio comunale di San Miniato sono costituite da ex-cave successivamente adibite allo smaltimento di rifiuti sia di tipo urbano che rifiuti speciali derivanti dall'attività conciaria e attualmente non attive. In particolare si segnalano:

- la “discarica *Casa Scacciapuci*”, attivata prima del 1970, ubicata a Sud-Est dell'abitato di San Miniato e gestita dal Comune di San Miniato;
- la “discarica *ex Fornace Gronchi*”, attivata nel 1983, ubicata in prossimità dell'Arno, alla estremità Nord-Est del territorio comunale;
- la “discarica *Cigoli*”, attivata prima del 1960, ubicata nell'incisione valliva del *Botro della Bestemmia* in prossimità della frazione di Cigoli;
- la “discarica *Casa Bonello*”, attivata nel 1982, ubicata in destra del Torrente Egola, immediatamente a Sud della S.G.C. FI-PI-LI e attualmente gestita dal C.I.S.;
- la “discarica di Casa Carraia”, attivata nel 1990, ubicata alla estremità Sud-Est del territorio comunale e attualmente gestita dal C.I.S..

Per le suddette cave, fermo restando l'incertezza del loro stato sia in termini di rifiuti che di opere di protezione idrogeologica s.l., si possono comunque fare delle distinzioni.

La discarica di Casa Carraia è l'unica che se vogliamo presenta una ubicazione compatibile con l'assetto geologico dell'intera area; inoltre è stata attivata in tempi relativamente recenti (1990) e successivamente all'entrata in vigore delle normative D.P.R. 915/82, L.R. 70/83, L.R. 65/84.

Per le altre discariche la situazione è sicuramente più difficile; in ogni caso la bonifica delle discariche di Scacciapuci e Cigoli rappresenta una priorità proprio in ragione della loro localizzazione.

Relativamente alle aree di discarica individuate sul territorio di San Miniato, vedi sempre tavole G10a - G10b, viene inoltre definita una “pericolosità ambientale elevata” che non trova un preciso riferimento normativo e che prescindendo dalle problematiche di carattere geomorfologico-idraulico, evidenzia un pericolo ambientale s.l.. E' evidente infatti che per tali siti inquinati, la qualità dell'aria, dell'acqua, del suolo, condizioneranno significativamente qualunque tipo di fruizione si preveda per tale area.

## 12. DISCUSSIONE E OSSERVAZIONI

L'obiettivo principale dell'analisi della pericolosità del territorio è quello di fornire un quadro mirato alla prevenzione dei fenomeni di dissesto e quindi a evitare o contenere danni alle persone, agli insediamenti urbani, all'ecosistema nel suo complesso. In tal senso si possono anticipare alcuni concetti che saranno diffusamente trattati nella seconda fase di lavoro, cioè la fase di **REGOLAMENTO URBANISTICO** in cui sarà definita la **FATTIBILITA'** degli interventi.

Già in questa fase, facendo riferimento alle tavole G7a÷G7b; G8a÷G8b; G9a÷G9b, si possono individuare:

- aree a pericolosità da media a elevata (classi 3b-4a-4b), in cui qualunque tipo di utilizzazione che non sia puramente conservativa o di ripristino richiede, già a livello di P.R.G., la dimostrazione dell'assenza di alternative nella localizzazione dell'intervento, l'esecuzione di specifiche indagini, la predisposizione di progetti di bonifica o di messa in sicurezza.

In tali aree inoltre è evidente l'esigenza di salvaguardare i manufatti già esistenti e quindi la programmazione di interventi che consentano di raggiungere condizioni di sicurezza e di compatibilità ambientale accettabili; ciò con particolare riferimento al rischio idraulico attualmente riconosciuto per alcuni centri abitati (vedi la frazione di *Ponte a Egola* e la relativa area produttiva);

- aree a pericolosità medio-bassa (classi 3a), in cui qualunque tipo di utilizzazione che non sia puramente conservativa o di ripristino può richiedere, già a livello di P.R.G., la dimostrazione dell'assenza di alternative nella localizzazione dell'intervento, l'esecuzione di specifiche indagini e la predisposizione di progetti di bonifica o di messa in sicurezza.

Tali aree costituiscono in ogni caso aree "di pertinenza fluviale" e come tali una loro utilizzazione per espansioni di zone urbane (residenziali o produttive) si potrà prevedere solo in assenza di alternative e verificandone la compatibilità nel quadro dell'intero territorio; inoltre, poiché per la classe 3a vengono ipotizzati eventi di alluvionamento con tempi di ritorno superiori a 200 anni, la previsione di manufatti risulta comunque a rischio per tempi lunghi. La stessa classe di pericolosità comprende inoltre le aree in cui si ritengono probabili fenomeni di ristagno prolungato che costituiscono comunque un fattore condizionante la fattibilità di determinati interventi.

- aree a pericolosità da irrilevante a bassa (classe 2), in cui qualunque tipo di

utilizzazione che non sia puramente conservativa o di ripristino risulterà ammissibile, ma in ogni caso in fase di strumento attuativo e/o progetto esecutivo gli interventi dovranno essere supportati da indagini geologico-tecniche di maggior dettaglio;

- aree comprese nell'ambito "A1" dei corsi d'acqua in elenco alla D.R.230/94 in cui non sono realizzabili nuovi manufatti e/o trasformazioni morfologiche, fatte selve opere mirate alla riduzione del rischio idraulico;
- zone di "tutela assoluta" e "zone di rispetto" di pozzi per acqua ad uso potabile, così come definite dal D.P.R.236/88 art.4,5,6 in cui sono elencate le attività e le destinazioni vietate.
- zone di elevato valore idrogeologico, corrispondenti agli affioramenti **at**, **PSg**, **Ps** che offrono significative riserve d'acqua in termini di acquiferi e/o aree di ricarica. Nell'area di affioramento di tali litotipi si dovranno pertanto prevedere particolari accorgimenti e interventi mirati a prevenire il rischio di inquinamento relativamente ad attività potenzialmente inquinanti.

Sempre in riferimento alla salvaguardia delle risorse idriche si fa presente che in fase di Regolamento Urbanistico, stante l'assetto idrogeologico riconosciuto, si dovranno regolamentare le autorizzazioni alle ricerche d'acqua per qualunque tipo di utilizzazione (potabile, irriguo, industriale, domestico) e le autorizzazioni agli scarichi per insediamenti civili (vedi impianti di smaltimento mediante subirrigazione, pozzi assorbenti e simili). Più in generale, in tale fase di lavoro, sarà possibile definire la fattibilità degli interventi anche in funzione della vulnerabilità idrogeologica del territorio relativamente alle destinazioni d'uso. Per quanto riguarda i pozzi e gli scarichi civili sarebbe inoltre auspicabile un eventuale adeguamento delle opere di captazione già esistenti, per le quali manca la documentazione necessaria a valutarne la compatibilità ambientale. Sempre ai fini della salvaguardia delle risorse idriche sarebbe utile prevedere un periodico controllo sulla qualità delle acque e sui livelli piezometrici di tutti i pozzi presenti sul territorio, considerato che questi, nel quadro idrogeologico rilevato, giocano un ruolo determinante nelle connessioni e nella ricarica degli acquiferi rendendoli vulnerabili nella qualità e quantità della risorsa.

Nella pianificazione dei processi di sviluppo del territorio, compatibilmente con gli equilibri dell'intero ecosistema, intervengono infine tre elementi che sono alla base del concetto di sviluppo sostenibile e che sono rappresentati dalla disponibilità della

risorsa idrica, dalla disponibilità di materiale per l'edilizia (rocce sciolte e rocce coerenti), dalla possibilità di smaltire i rifiuti prodotti.

La gestione delle risorse idriche, dei rifiuti e dell'attività estrattiva richiede necessariamente valutazioni in ambiti ben più estesi rispetto al territorio comunale; risultano infatti determinanti non tanto i limiti comunali, bensì i bacini idrografici e idrogeologici, i giacimenti minerari, le aree geologicamente favorevoli alla realizzazione di impianti di smaltimento, trattamento e stoccaggio rifiuti, in cui oltre ad elementi di carattere ambientale intervengono esigenze strettamente connesse con la fruizione di tali servizi e risorse.

Relativamente alle risorse idriche, nonostante la possibilità di fornire acqua al Comune di San Miniato con opere di captazione esterne al territorio comunale (come accade attualmente), ritenute più funzionali da parte degli organi di gestione della risorsa idrica, riteniamo che gli acquiferi locali possano comunque costituire una importante risorsa. Ciò vale in modo particolare per le piccole frazioni e per le zone agricole, per le quali risulta difficile ipotizzare un collegamento con gli attuali impianti di approvvigionamento.

Relativamente ai prelievi d'acqua che direttamente o indirettamente interessano il Comune di San Miniato, si allegano alcune valutazioni reperite dal rapporto sullo stato dell'ambiente redatto dalla Provincia di Pisa nel 2002 per il Comprensorio del cuoio( vedi allegato N.6).

Anche per quanto concerne lo smaltimento delle acque reflue, nel rispetto delle normative vigenti è comunque da considerare la necessità di prevedere sistemi di smaltimento compatibile localizzati per le aree che risultano significativamente decentrate rispetto agli impianti di raccolta e trattamento. Sempre in fase di regolamento urbanistico saranno definite le possibilità e modalità di smaltimento per ciascuna realtà territoriale e in funzione della specifica fruizione (vedi D.Leg.vo 152/99).

Per quanto concerne l'attività estrattiva, all'interno del Comune di San Miniato è presente una sola cava attiva, per l'estrazione di sabbia; qualora per insufficienza e/o eccessiva distanza delle cave presenti sul territorio regionale si rendesse necessario il reperimento di materiale in loco, si osserva che:

- nel territorio comunale mancano affioramenti di rocce coerenti e i depositi più grossolani si limitano a livelli ciottolosi delle unità **at** e **PSg**; si tratta comunque di depositi non favorevoli allo sfruttamento e che inoltre costituiscono serbatoi acquiferi da salvaguardare;
- affioramenti significativi per la realizzazione di cave di argilla sono limitati al

settore Sud-Est del territorio, nell'area di affioramento dell'unità **Pa**;

- i depositi sabbiosi affiorano invece diffusamente su tutto il territorio e, nel dominio dell'unità **Ps**, si possono individuare aree favorevoli allo sfruttamento; a tale proposito si osserva che per alcune cave inattive esistenti potrebbero essere previsti piani di risanamento da realizzarsi tramite temporanea riattivazione dell'attività estrattiva.

Per quanto riguarda infine lo smaltimento dei rifiuti, attualmente il Comune di San Miniato usufruisce del servizio di GEOFOR spa di Pontedera che provvede alla raccolta dei rifiuti solidi urbani R.S.U., e dei rifiuti comunque smaltibili nella discarica di 2^ categoria di Tipo B ubicata nel Comune di Pontedera.

Sempre nel quadro di uno sviluppo sostenibile è senz'altro non facile fare previsioni sulle possibilità di smaltimento future, considerando lo stato già avanzato della discarica, l'ampio bacino di utenza della GEOFOR e soprattutto il fatto che la discarica per rifiuti "tal quali" non costituisce sicuramente la soluzione futura al problema dello smaltimento rifiuti. A quest'ultimo proposito saranno quindi da sviluppare le possibilità di realizzare impianti di trattamento (vedi inceneritori con produzione di energia) più vantaggiosi e affidabili degli attuali.

Considerando la vastità del problema, ormai di pertinenza sicuramente sovracomunale e l'andamento crescente delle quantità di rifiuti da smaltire che si verifica peraltro a scala nazionale, a prescindere dalle previsioni urbanistiche appare evidente l'entità del problema cui dovranno far fronte gli Enti preposti con il supporto dei professionisti del settore e della ricerca scientifica.

In allegato N.7 presentiamo alcuni dati sulla produzione dei rifiuti che direttamente o indirettamente interessano l'area di studio.

Dott. Geol. Franca Castellani

Dott. Geol. Francesco Tacchi

## APPENDICE

### Quadro normativo di riferimento

Relativamente alle normative che direttamente o indirettamente interessano la geologia applicata alla pianificazione urbanistica e territoriale, ci limitiamo a riportare la seguente rassegna (in neretto si evidenziano le normative attualmente di riferimento specifico per la redazione delle indagini geologico-tecniche di supporto all'adeguamento degli Strumenti Urbanistici Generali Comunali):

R.D.L.3267/23 vincolo idrogeologico

L.64/74 provvedimenti per costruzioni in zone sismiche

D.P.R.803/75 regolamento di polizia mortuaria

D.M. 21/1/81 e D.M.11/3/88 decreti che si riferiscono alle indagini di supporto all'esecuzione di opere, ma comunque degni di nota

L.741/81 la legge invita le Regioni a normare la formazione di S.U. per la prevenzione del rischio sismico

L.R.21/84 norme per la formazione e l'adeguamento degli S.U. ai fini della prevenzione del rischio sismico

**D.R.94/85** norme per la formazione e l'adeguamento degli S.U. ai fini della prevenzione del rischio sismico. Direttiva "indagini geologico-tecniche di supporto alla pianificazione urbanistica"

L. 431/85 (Galasso) tutela zone di particolare interesse ambientale (vincolo paesaggistico)

D.L. 312/85 tutela delle zone di particolare interesse ambientale (vincolo paesaggistico)

D.R.95/86 corsi d'acqua pubblici da escludere dal vincolo paesaggistico

D.R.296/88 tutela zone di particolare interesse ambientale (vincolo paesaggistico)

L.R.4/90 contenuti paesistici e ambientali della pianificazione urbanistica

DPR 10/09/90 n.285 approvazione del regolamento di polizia mortuaria

L.394/91 legge quadro sulle aree protette

L.142/90 ordinamento autonomie locali

D.R.11540/93 relativa alle aree allagate o soggette a ristagno

**D.R. 230/94** Provvedimenti sul rischio idraulico.Dec.G.R. '94 divieto di copertura corsi d'acqua in elenco alla 230/94

**L.R.5/95** norme per il governo del territorio

L.R. 64/95 interventi in zona agricola (vedi anche la precedente L.10/79 norme urbanistiche transitorie per le zone agricole)

D.M.16/01/96 Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche

**D.R..304/96** certificazione, per il deposito al Genio Civile, delle indagini geologico-tecniche di supporto agli Strumenti Urbanistici

Dec.57/96 norme transitorie per la formazione di P.S. con accordo di pianificazione

L.R. 30/07/97 n.57 modifiche e integrazioni alla L.R.05/95

D.107/97 rischio idraulico - Autorità di Bacino

D.GLS 59/97 (Bassanini)

L.R. 01/12/98 n.88 attribuzione agli enti locali e disciplina generale delle funzioni amministrative e dei compiti in materia di urbanistica e pianificazione territoriale, protezione della natura e dell'ambiente, tutela dell'ambiente dagli inquinamenti e gestione dei rifiuti, risorse idriche e difesa del suolo, energia e risorse geotermiche, opere pubbliche, viabilità e trasporti conferite alla Regione dal D.Leg.vo 31/03/98 n.112

D.G.R. 1541/98 istruzioni tecniche per la valutazione degli atti di programmazione e di pianificazione territoriale di competenza degli Enti Locali ai sensi della L.R. 16 gennaio 1995 n.5.

Ord. P.C.M. del 12/06/98 n.2788 Individuazione delle zone ad elevato rischio sismico del territorio nazionale

**DCR 25/01/2000 n.12 approvazione del Piano di Indirizzo Territoriale - Art.7 L.R.16/01/95 n.5**

**DGR 07/08/2000 n.868 misure di salvaguardia del PIT (Art. 11 L.R. 5/95)**

Ord. P.C.M. del 20/03/2003 primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica

Relativamente alla gestione delle risorse idriche e alla difesa del suolo si citano ancora:

R.D. 523/04 relativo alle opere idrauliche

aggiornamenti:

R.D. 774/11

R.D. 1775/33 Testo Unico relativo anche alla gestione delle acque sotterranee

R.D. 2174/34 definisce i compresori soggetti a tutela di cui al R.D.1775/33

L.3267/33 interventi di bonifica e sistemazione agraria e forestale

L.623/67 si precisa che gli interventi devono riferirsi all'intero bacino idrografico

L.Merli 319/76 norme per la tutela delle acque dall'inquinamento

1977 Conferenza sull'acqua Nazioni Unite a Mar del Plata (Argentina) raccomandazioni per gestione risorse idriche in funzione dei fabbisogni futuri; favorire i progetti a fini multipli

D.P.R. 616/77 competenze per la gestione delle risorse idriche; si introduce il concetto di "economia dell'acqua"

L.R. 55/84 piano Regionale di risanamento delle acque

L.R. 23/01/86 n.5 disciplina regionale degli scarichi delle pubbliche fognature e degli insediamenti civili (Art.14 L.319/76)

L.08/07/86 n. 349 Istituzione del Ministero dell'Ambiente e norme in materia di danno ambientale

D.P.R. 236/88 qualità delle acque per il consumo umano e zone di tutela

D.P.R. 183/89 norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo

L. 07/08/90 n.253 disposizioni integrative alla L.18/05/89 n.183 recante norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo

D. Leg.vo 12/07/93 n.275 riordino in materia di concessione di acque pubbliche

L. Galli 36/94 disposizioni in materia di risorse idriche

L.05/01/94 n.37 norme per la tutela ambientale delle aree demaniali dei fiumi, dei torrenti, dei laghi e delle altre acque pubbliche

L.R. 09/11/94 n.86 norme per la disciplina della ricerca e coltivazioni delle acque minerali e termali

L.R. 21/07/95 n.81 norme di attuazione della L.36/94

DPCM 04/03/96 disposizioni in materia di risorse idriche

D.R. 155/97 direttiva sui criteri progettuali per l'attuazione degli interventi in materia di difesa idrogeologica

L.R. 04/04/97 n.26 norme di indirizzo per l'organizzazione del servizio idrico integrato in attuazione degli art.11 e 12 della L.36/94

L.R. 91/98 norme per la difesa del suolo

L.R. 03/11/ 98 n.79 norme per l'applicazione della valutazione di impatto ambientale

D.L. 11/06/98 n.180 adozione delle misure di salvaguardia per le aree a pericolosità e a rischio idraulico molto elevato individuate e perimetrare nel "Piano straordinario per la rimozione delle situazioni a rischio idrogeologico più alto nel bacino del Fiume Arno"

L.09/12/98 n.426 nuovi interventi in campo ambientale

D. Leg.vo 11/05/99 n.152 disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/cee concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/cee relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole

D.M. 25/10/99 n.471 regolamento recante criteri, procedure e modalità per la messa in sicurezza,

la bonifica e il ripristino ambientale dei siti inquinati, ai sensi dell'art.17 del D.Leg.vo 05/02/97 n.22 e successive modificazioni ed integrazioni

**L.R. 21/03/2000 n.39** Legge forestale della Toscana

Legge 23/03/2001 n.93 Disposizioni in campo ambientale

L.R. 21/12/2001 n.64 norme sullo scarico di acque reflue e ulteriori modifiche alla L.R.01/12/98 n.88

D.M. Ambiente 18/09/2001 n.468 regolamento recante programma nazionale di bonifica e ripristino ambientale