

Comune di Tavarnelle Val di Pesa

Piano strutturale

**Indagini geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche per l'elaborazione del
quadro conoscitivo.**

Relazione generale

Aprile 2004

Premessa.....	3
Considerazioni metodologiche	6
Quadro legislativo	9
La carta geologica	11
Aspetti litotecnici	20
Analisi geomorfologiche.....	25
Carta delle pendenze	36
Quadro idrogeologico.....	37
Valutazione delle aree a rischio idraulico	44
Pericolosità idraulica	47
Pericolosità geologica	52
Considerazioni sulle analisi del sistema territoriale e sul paesaggio	55
Bibliografia.....	58
Allegati.	60

Premessa.

Vengono illustrati i principali prodotti cartografici che costituiscono la sezione geo-ambientale del quadro conoscitivo. I tematismi trattati sono quelli indicati dalla legge regionale 5/95 volti a classificare il territorio soprattutto in funzione delle aree a pericolosità geologica ed idrologico-idraulica.

La redazione degli elaborati geologico-tecnici di supporto al Piano Strutturale comunale segue, appunto, quanto previsto dalla L.R. Toscana 5/95 e successive modifiche e integrazioni, dalla vigente legislazione urbanistica nazionale e regionale, nel rispetto del Piano Territoriale di Coordinamento, in relazione al documento-guida per la redazione delle indagini geologiche di supporto della pianificazione comunale della Provincia di Firenze e degli obiettivi generali di governo del territorio individuati dagli organismi comunali. Tale fase di “zonizzazione” del territorio comunale permetterà successivamente, in una seconda fase della redazione del piano, di valutare gli interventi previsti, tramite sia l’elaborazione della carta della fattibilità, che del regolamento urbanistico.

Le analisi geoambientali comunque consentono e contribuiscono ad elaborare le disposizioni generali in relazione non solo alle pericolosità, ma anche ad altri aspetti importanti che riguardano la tutela del paesaggio, la difesa del suolo in relazione ai problemi della trasformazione agricola, la valorizzazione delle risorse storico-ambientali. Questi contributi delle analisi geomorfologiche emergono solo parzialmente, per problemi di tempo poiché le indagini necessitano di prolungati periodi per i confronti stagionali dei dati rilevati, con metodologie più tipiche della ricerca e non coincidenti pertanto con le scadenze del piano. Tuttavia il proseguimento e lo sviluppo di dette analisi acquistano valore di impegno per l’ufficio tecnico del Comune per l’applicazione del piano strutturale, per lo stretto rapporto con gli aspetti di prestazione di invariante strutturale per la conservazione del paesaggio collinare. Le indagini e le classificazioni relative ai problemi di

erosione dei versanti e conservazione del suolo in relazione alle moderne trasformazioni agricole, che fra l'altro in parte costituiscono elementi di conoscenza necessarie nella valutazione degli effetti ambientali delle previsioni del piano strutturale, saranno ancora sviluppati nella collaborazione con l'Amministrazione comunale del gruppo di progettazione del piano, e sicuramente avranno un esito importante nella fase di elaborazione delle fattibilità e soprattutto nelle norme tecniche di attuazione.

Sono in corso di analisi i problemi del ciclo delle acque, che proprio quest'anno assumono aspetti di gravissima emergenza, anche per le condizioni climatiche sempre più gravose. La valutazione delle risorse idriche è essenziale per una pianificazione del territorio che si basi sulla sostenibilità ambientale; pertanto sono stati avviati alcuni confronti di tipo tecnico scientifico con il geologo responsabile di Publiacqua sugli aspetti idrogeologici e sulla pianificazione delle risorse non solo del territorio comunale, ma estese all'area circostante. In questa fase di elaborazione del quadro conoscitivo le indagini hanno prodotto alcuni documenti di valutazione delle risorse, ma questi costituiscono solo un primo passo in funzione di indagini e studi più organici dell'area collinare del Chianti¹.

Le indagini geologiche sono state riportate su base cartografica digitale alla scala 1:10.000 della cartografia Regionale (CTR numerico e vettoriale fogli 275140-50; 286012-30-40-60-70-80). Il materiale di partenza, come sarà dopo descritto, è quello fornito dall'Amministrazione, ed è relativo alle Indagini geologico-tecniche di supporto alla variante generale al PRG, effettuato dallo studio Geologico Geo Eco di Firenze, nel 1994 ed aggiornato ed integrato, datato 1999. La cartografia a disposizione è in scala 1:10.000 su cartaceo della Provincia di Firenze (la carta di base geologica e la carta geologica con i corpi di frana, 1994), ed in scala 1:5.000 su

¹ Dal punto di vista idrogeologico, come sarà definito nel paragrafo relativo, il territorio individuato dai limiti comunali di Tavarnelle, come in parte quello di San Casciano, e di Barberino è rappresentato da sistemi di limitati acquiferi nei terreni collinari pliocenici, e da acquiferi localizzati e talora di discreta importanza nei terreni lapidei fratturati, in direzione dei Monti del Chianti.

basi della Carta Tecnica Regionale (Carta geomorfologica, carta litotecnica e dei sondaggi di base e dati di base, carta delle pendenze, carta delle integrazioni per i comuni sismici, carta idrogeologica per le zone di pianura, carta delle aree esondabili, degli ambiti fluviali, carta della pericolosità); tutte datate 1999, anche se relativi ad aggiornamenti precedenti (1997) ad eccezione di quella geomorfologica ed idrogeologica del 1994.

Per la digitalizzazione e le elaborazioni è stato utilizzato il programma arcview 3.2, dove per la costruzione della carta delle pendenze tramite il DTM fornito dall'Autorità di bacino, è stata utilizzata l'applicazione 3D di analyst, maglie 10 x10 m.

Nella relazione è contenuta la bibliografia di indagini e pubblicazioni relativa al territorio di Tavarnelle Val di Pesa ed a quello circostante, utile alla comprensione degli elementi geologici e geomorfologici salienti ed in gran parte utilizzata per il presente lavoro.

Considerazioni metodologiche

Gli elaborati geologico-tecnici di supporto al Piano Strutturale sono prevalentemente formati da cartografie tematiche e da dati di base. Questi ultimi se incrementati ed opportunamente elaborati possono rappresentare, insieme alla cartografia automatica, un sistema di banca dati geologici, geomorfologici e idrogeologici, facilmente aggiornabile e nel contempo una parte fondamentale del futuro SIT.

Le cartografie ufficiali che costituiscono il quadro conoscitivo sono le seguenti:

- 1) carta geologica, scala 1:10.000. Eseguita sulla base di puntuali verifiche della cartografia disponibile, sia di campagna che da fotointerpretazione, con alcuni approfondimenti a scala maggiore, in funzione della successiva carta litotecnica, in particolare su alcuni contatti, sistemi dislocativi;
- 2) carta litotecnica (1:10.000). Le informazioni delle unità litologiche desunte dalla carta geologica sono rielaborate, in particolare mettendo in luce i livelli a comportamento meccanico differente, con la riclassificazione e l'aggiornamento delle unità del PTCP. Alla cartografia potrà essere connessa una banca dati geotecnica;
- 3) carta geomorfologica (1:10.000). Realizzata tramite verifica della carta di supporto ai vigenti strumenti urbanistici ed aggiornamento tramite fotointerpretazione e rilievi di campagna, con integrazioni in funzione di una più funzionale legenda per le successive classificazioni. In particolare i processi di instabilità, sia quelli dovuti alle acque che alla gravità, sono distinti in funzione della loro tipologia, stato di attività, in modo da determinare gli esiti applicabili alla successiva zonizzazione della pericolosità; inoltre sono

svolti approfondimenti² a scala maggiore di alcune zone in relazione agli effetti delle trasformazioni colturali, alla conservazione delle risorse e del paesaggio;

- 4) carta Idrogeologica e della permeabilità con valutazioni della vulnerabilità per l'acquifero di sub-alveo della Pesa. Si basa sulla riclassificazione della carta litologico-tecnica e sulla distribuzione del censimento dei pozzi (provvisorio), oltre che sui dati di sorgenti e dei pozzi dell'acquedotto.
- 5) La carta della pendenza dei versanti elaborata in modo automatico, scegliendo le classi in relazione a differenti problemi geomorfologici e geo-idrologici con dati DTM integrati;

Carte del rischio e contesto idraulico:

- 6) carta degli ambiti fluviali 1.10.000. Eseguita tramite necessari controlli alla luce del DCR 12/00 ad integrazione della 230/94, soprattutto per l'utilizzo della nuova base cartografica digitale;
- 7) Carta della pericolosità idraulica al 10.000, che si basa sull'analisi della cartografia del PTCP, del Piano stralcio dell'Autorità di Bacino, sul PAI e su analisi morfologiche e verifiche dirette di campagna (in relazione alla carta del punto 6);
- 8) carta della pericolosità geologica (1:10.000), per fattori geomorfologici, litotecnici, di amplificazione sismica (questo ultimo aspetto ottenuto da una elaborazione di alcuni elementi di lettura geologico-sismica dalle analisi litotecniche, geostrutturali e geomorfologiche).

Una seconda fase delle indagini e cartografie è finalizzata agli approfondimenti interdisciplinari per la conoscenza dei valori ambientali, paesaggistici, a contributo

² Tali approfondimenti come già accennato in premessa sono in corso, così come le analisi morfometriche che costituiscono per alcuni versanti rappresentativi la congiunzione tra la carta geomorfologica e quella delle acclività e lunghezza dei versanti.

della definizione delle invarianti, delle unità di paesaggio, alla conoscenza degli aspetti geomorfologici di locale identità locale, etc.

Un futuro esito, ma che attualmente è stato avviato tramite specifiche indagini, è quello di studiare in dettaglio aree campione rappresentative delle differenti situazioni presenti nel territorio di Tavarnelle, particolarmente esemplificative delle trasformazioni e delle permanenze del paesaggio in relazione ai processi di versante ed alla messa a dimora di nuovi e moderni impianti vitivinicoli.

Il contributo della ricerca risiede nella messa a punto di una metodologia di analisi e di elaborazione con modelli di simulazione dei processi geomorfologici, delle trasformazioni d'uso del suolo, degli effetti delle variazioni morfometriche e vegetazionali (sistema degli appezzamenti e della vegetazione di confine, relazioni con i fossi, sistema idrologico-idraulico, etc.) sulla dinamica dei versanti e sul paesaggio. Tale ricerca potrà essere in parte supportata da altri fondi di ricerca di programmi di studio sul paesaggio dei distretti rurali.

Questa seconda parte delle indagini, riguarda pertanto un programma di indagini a carattere più interdisciplinare, in grado di individuare un percorso metodologico per la fase successiva del piano, di proposta regolamento urbanistico e territoriale e di valutazione di fattibilità degli interventi (p.es. con l'approfondimento dei rischi nelle UTOE), da poter validare anche in altre aree del territorio chiantigiano. I documenti qui di seguito indicati rappresentano un percorso da definire insieme agli altri tecnici sia dell'Amministrazione che incaricati per la redazione del Piano.

1. Carta delle unità omogene del territorio³ (scala 10.000 e 5000) elaborata sulla base delle unità litologiche, della carta geomorfologia, della pedologia (utilizzando alcuni studi che coprono parzialmente il territorio comunale, e le informazioni del land-system regionale) di alcune zone

³ Unità che non corrispondono alla UTOE o SUB-UTOE, le quali sono invece descritte nel paragrafo finale della presente relazione per gli aspetti della struttura e della dinamica geomorfologica.

campione. Fondamentale per questa elaborazione è la carta morfometrica.

2. Carta morfometrica (1:5000), basata su legenda del Gruppo Internazionale di Geomorfologia, e modificata come da alcune applicazioni eseguite nei terreni collinari della Toscana.
3. Analisi di dettaglio multi-tematiche di alcune aree rappresentative (1:2000 o 1:1000), con studio e rappresentazione delle trasformazioni subite dai pendii (legate ai differenti usi e maniere di coltivazione), ed analisi di dettaglio ed applicazione dei modelli dei processi di instabilità e di erosione (p.es. modelli WEPP).

Quadro legislativo

Il quadro legislativo di riferimento parte quindi dalla Legge Regionale n.5 del 16 gennaio 1995 (Norme per il governo del territorio), dove in particolare le analisi geoambientali sono rivolte a raccogliere ed organizzare le conoscenze per definire la corretta gestione del territorio a favore dello sviluppo sostenibile. L'art.5 espone infatti i principi generali ove la pianificazione deve essere di tipo compatibile con le risorse naturali del territorio e con le sue caratteristiche morfologiche ed idrogeologiche.

La D.G.R. n.304 del 11 marzo 1996, e succ. indica le istruzioni tecniche per il deposito presso gli Uffici territoriali della Regione Toscana (ex Ufficio del Genio Civile), delle indagini geologico-tecniche e per i relativi controlli in attuazione delle disposizioni di cui all'Art.32 della L.R.5/95.

Per quanto riguarda le cartografie fondamentali di supporto alla pianificazione urbanistica queste sono sostanzialmente regolamentate dalla Del. del Consiglio Regionale del 12 febbraio 1985 n94, relativa alla- L.R. 17 aprile 1984.21. "Norme

per la formazione degli strumenti urbanistici ai fini della prevenzione del rischio sismico”, Direttiva “Indagini geologico-tecniche di supporto alla pianificazione urbanistica”. In relazione alla valutazione di pericolosità geologica per la fattibilità degli interventi, tale direttiva integra le prescrizioni per gli aspetti urbanistici generali della Legge 2 febbraio 1974 n.64- Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche. Gli esiti normativi per l’attuazione del piano strutturale relativi alle varie classi di pericolosità in cui è distinto il territorio trovano riferimento nel D.M. 21.1.1981 (lett.H) e dal D.M. 11.3.88. La recente Ordinanza P.C.M. n° 3274 del marzo 2003, in cui vengono riclassificati i comuni sismici e che la Regione Toscana ha recepito, pur non comportando nuove documentazioni dal punto di vista delle analisi per il quadro conoscitivo del piano strutturale, almeno in questa fase, rispetto a quanto già definito dalla normativa, in particolare quella regionale, potrebbe determinare invece situazioni di studio e di analisi di supporto per alcuni interventi, che saranno oggetto delle disposizioni attuative del piano.

La deliberazione C.R. del 21 Giugno 1994, n.230, Provvedimenti sul rischio idraulico, la CTR 12/00, definiscono le norme per le aree di fondovalle, ai sensi degli artt.3 e 4 della L.R. 74/84, per la prevenzione dai fenomeni di esondazione e ristagno.

Il piano recepisce pertanto per la classificazione del territorio la definizione degli ambiti fluviali quali luoghi di applicazione delle prescrizioni e vincoli così come recepisce il Piano di Bacino dell’Arno, che ai sensi della legge 183/89, per la riduzione del rischio idraulico, individua nel Piano di assetto Idraulico, in approvazione, classi di pericolosità e le relative prescrizioni.

Le acque sotterranee, le sorgenti sono invece tutelate dal DPR 236 del 1988e dalla legge 152 dell’11 Maggio 1999, soprattutto per gli aspetti del monitoraggio quantitativo e qualitativo.

La carta geologica

Il territorio comunale di Tavarnelle coincide per la maggior estensione con la medio-alta valle del fiume Pesa, e marginalmente, con i versanti di testata di affluenti minori, nel bacino dell'Elsa.

La morfologia è collinare, con rilievi che mediamente non superano i 350 m.s.l.m. Tavarnelle è posta su un ampio piano sommitale a 370 m.s.l.m.; il fondovalle della Pesa, alla Sambuca, è posto a circa 180 m.s.l.m., a monte, al confine comunale è ad oltre 200 m.s.l.m., per scendere a 150 m.s.l.m. al confine con il comune di San Casciano. I rilievi maggiori superano di 400m.s.l.m. (Poggio al Vento, 458 m.s.l.m.), lungo lo spartiacque con la Greve (fino a 540 m.s.l.m. sotto Poggio Testa Lepre).

L'asse del territorio comunale è quindi rappresentato dalla valle della Pesa che corre da SE verso NO (direzione appenninica): nel tratto più settentrionale è rettilinea, mentre mostra andamento più irregolare nella parte meridionale.

La parte settentrionale ed occidentale del territorio è costituito dai terreni pliocenici, solcati anche da altri corsi d'acqua significativi, come il Virginio, il Virginiolo ed il Borro di Terrabigia; con versanti spesso terrazzati, con scarpate talora regolari, ed estesi ripiani sommitali. La parte ad ovest e sud ovest del centro abitato di Tavarnelle è invece drenata dal Borro della Drove e dai suoi affluenti, dal torrente Agliena ed in particolare dal suo affluente, dall'inquietante toponimo, Borro delle Frane. I rilievi più elevati posti nella parte più meridionale e sud orientale, di minore estensione, sono invece costituiti da terreni eocenici, con versanti più ampi ed un minore sviluppo idrografico (praticamente l'area di Badia a Passignano corrisponde al piccolo bacino del Borro di Rimaggio).

I terreni più antichi appartengono a formazioni delle unità Liguri, prevalenti, e delle Unità Toscane. Quelli più recenti al ciclo sedimentario neoautoctono del mare Pliocenico dell'Elsa.

Sono poi presenti sedimenti recenti ed olocenici attuali di origine alluvionale, con rari terrazzamenti, ed estese coperture detritiche, di spessore variabile, sia di origine gravitativa, che legate a processi di erosione di versante.

Dal punto di vista geostrutturale sono quindi presenti i motivi di sovrascorrimento del tetto della falda Toscana, sopra la quale a sua volta sono sovrapposte, perché infilate durante la fase di deformazione plastica delle grande falde a vergenza NW-SE, le unità Liguri ("Complesso caotico", Sillano, Monte Morello, etc.). Questa fase che ebbe il culmine nel Miocene inferiore, era anche accompagnata dalla presenza di numerose faglie e fratture in senso appenninico (NW-SE) ed antiappenninico (NE-SW). Alla fine del Miocene si ebbe pertanto l'emersione generale, con la formazione della dorsale del Chianti e quindi dei rilievi soprastanti San Donato in Poggio), e successivamente iniziò una fase di subsidenza, che provocò un'ingressione marina e successivamente una regressione, con la deposizione dei complessi neo-autoctoni argillosi, sabbiosi e ciottolosi.

Il generale sollevamento si ebbe nel pleistocene con movimenti verticali di alcune centinaia di metri. La linea di costa del mare Pliocenico in parte coincideva con le attuali fasce di contatto più elevate tra i terreni eocenici e quelli pliocenici in prossimità dello spartiacque con la Greve, mentre la superficie di regressione e di chiusura è in parte ben conservata nei ripiani sommitali (come a Tavarnelle, Noce). La presenza di dislocazioni tettoniche ha prodotto affioramenti molto fratturati nei flysch, così come molte valli (a cominciare dalla Pesa, dal Virginio) hanno un chiaro controllo strutturale.

La carta geologica è stata realizzata sulla base di un controllo della precedente e dettagliata cartografia geologica elaborata a supporto della variante urbanistica, della verifica alla luce anche dei nuovi rilievi in corso del progetto CARG (responsabile del rilievo Prof. Ernesto Abbate).

Sono state anche utilizzate per i rilievi foto aeree recenti (volo 1998), oltre che numerosi sopralluoghi di controllo. Per la finalità dello studio di geologia applicata alla pianificazione territoriale, alcune differenziazioni dei terreni pliocenici della legenda CARG, così come quelli applicati anche in passato prima dallo scrivente (Canuti P. Garzonio C.A., Rodolfi, 1979 a,b) e poi nelle analisi di supporto agli strumenti urbanistici in aree contigue (Comuni di San Casciano e Montespertoli) trovano nei rilievi collinari di Tavarnelle difficile rappresentazione alla scala 1:10.000. Sono comunque riportate alcune unità di tipo intermedio che vanno lette, così come è riportato nella cartografia geolitologica del PTC, come situazioni di alternanza di differenti litotipi, ma che dovranno essere riverificate per indagini a scala superiore al 5000 ed al 2000 (come il regolamento urbanistico definirà per le indagini geologico tecniche di supporto agli interventi).

In legenda della carta G1 sono state distinte le seguenti Formazioni, partendo dal basso:

Unità liguridi

1) Unità flysch Monteverdi Marittimo (membro di S. Donato) (Cretacico) Sequenze di strati torbiditici, spesse fino ad una decina di metri, calcareo-marnoso-argillose ed arenaceo-siltose in subordine, di ambiente di pianura sottomarina.

Unità di Monte Morello

2) Formazione di Monte Morello. (MLL). Eocene Inferiore Medio. Costituita da una alternanza di calcari prevalenti (80%) più o meno marnosi, di colore biancastro o grigio giallastro, a frattura concoide (Alberese), stratificati, con intercalazioni di

arenarie calcaree in strati sottili, marne ed argilliti in strati e banchi di frequenza e spessore variabile da zona a zona. Rare brecciole nummulitiche. L'assetto nella zona è fortemente scompaginato e fratturato per le intense vicende tettoniche che l'unità ha subito. Affiora a sud est di San Donato in Collina (fattoria di Montecchio) e in alcuni estesi versanti in destra della Pesa, e sul crinale- spartiacque con la Greve.

3) Formazione di Sillano (SIL). Cretaceo superiore-Eocene inferiore. Argilloscisti variegati con inclusioni spesso caotiche di calcari marnosi verdastri o grigi, calcareniti minute ed arenarie calcarifere (in genere tipo "Pietraforte"). Più raramente si trovano limitate porzioni di successioni stratificate dei suddetti litotipi calcarei. Fortemente tettonizzata, non presenta continuità di spessore, con improvvise variazioni laterali, con ulteriore aumento della componente argillitica o con, al contrario, di quella lapidea, talora arenacea, fino a passare alle arenarie tipo Pietraforte.

Affiora soprattutto nei rilievi circostanti Badia a Passignano, dove si presenta con prevalenti livelli argillitici e marnosi. Sono anche distinguibili (ma non cartografati), livelli più tipici di flysch calcareo marnoso (talora non sempre distinguibili da quelli della formazione di Monte Morello), soprattutto in alcuni versanti in sinistra della Pesa (La Ginestra) ed a est di San Donato, nei rilievi presso Argenta e Micelle.

4) Pietraforte (PFT) Cretaceo. Arenarie a grana da medio a medio fine con cemento carbonatico in strati da centimetrici a decametrici con subordinati micro-conglomerati e peliti argillitiche. Affiora (quando distinguibili come unità formazionale) in limitati lembi ad est di Badia a Passignano.

5) Complesso caotico (CC)⁴ Blocchi e strati litoidi di varia natura appartenenti a differenti formazioni (MLL, PFT, SIL, etc.), con struttura caotica, interamente scompaginati ed avvolti in matrice argillosa o livelli argillitici.

Unità Toscane (successione Toscana non Metamorfica).

6) Macigno (MAC) – Arenarie torbiditiche quarzoso-feldspatiche micacee spesso gradate di colore grigio, giallastre per alterazione, e a granulometria generalmente da medio a grossolana, in strati da spessore fine a circa 4 metri, con intercalazioni centimetrino-decimetriche di peliti siltose grigio scure. Nella parte superiore risultano relativamente comuni anche delle intercalazioni decimetriche-metriche di calcilutiti marnose/marne calcaree e di argilliti nerastre. Gli strati arenacei si presentano di colore grigio azzurro se il materiale è inalterato e giallo-ocraceo se ossidato. La dimensione dei granuli decresce dalla base al tetto dello strato, e spesso il passaggio verso l'alto con il livello siltitico è piuttosto graduale. Affiora in limitate estensioni ad Est di Badia a Passignano.

Oligocene medio/superiore-Miocene inferiore.

7) Marne di San Polo (POO) – Marne e marne siltose grigie o grigio giallastre a frattura scheggiata, con intercalazioni di siltiti ed arenarie fini torbiditiche. Caratterizzano la parte superiore del Macigno e sono generalmente assenti al tetto degli olistostromi. Oligocene superiore Miocene Inferiore. Presenta affioramenti più estesi rispetto al macigno, sempre nei versanti ad est di Badia a Passignano.

⁴ Per taluni autori inquadrabile nella Unità tettoniche Liguri. Formazione delle Argille a Palombini (APA), fortemente tettonizzate.

Ciclo Neogenico

8) Pag Argille Depositi di origine marina argilloso-limosi, pseudocoerenti, di colore grigio azzurro se inalterati, stratificati in banchi talora di rilevante spessore. Sono presenti sottili livelli sabbiosi. L'unità è scarsamente rappresentata, cartografata in un ampio affioramento a destra della Pesa, lungo il Borro Lavatoio.

9) Ps-ag Sabbie e Argille. Alternanza di depositi di origine marina sabbioso-argillosi, stratificati in livelli di spessore molto variabile (0,005-2 m) di colore grigio o ocra se alterati. Sporadiche le lenti ghiaiose, in genere non cartografabili. L'unità è stata distinta, in limitati affioramenti alla base dell'unità delle sabbie (PS), nella bassa valle del Virginio.

10) Ps Sabbie Depositi di origine marina a tessitura sabbioso-limosa, di colore giallastro, stratificati in banchi talora ben cementati di spessore variabile (0,5-2m), intercalati a sottili livelli (0,05-0,1 m) limoso-argillosi di colore grigio. Sono presenti lenti ghiaiose nelle porzioni più elevate degli affioramenti. Affiora estesamente alla base dei versanti della Pesa, e costituisce la gran parte dei rilievi nel bacino del Virginio e di quelli circostanti Tavarnelle val di Pesa. Si rilevano anche lembi residuali soprastanti i terreni flyschoidi.

11) Pcg-s Ghiaie e sabbie. Alternanza di depositi di origine marina, ghiaioso-sabbiosi, per lo più incoerenti. Sono presenti lenti di ciottolame, talora ben cementate, con sviluppo di una fessurazione di variabile entità. È stata distinta alla base del versante in sinistra della Pesa, ed in alcune aree all'interno delle sabbie (PS).

12) Pcg Ciottolami e ghiaie. Depositi di origine marina grossolani, composti da elementi prevalentemente calcarei con matrice sabbioso-limosa, talora ben cementati,

con struttura lentiforme e spessori variabili (in prevalenza 2-5 m.). Passano lateralmente o si intercalano a livelli sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi. Nei livelli più coerenti si sviluppano fessurazioni con andamento sub-verticale. Frequenti punti d'acqua di limitata produttività (pozzi o sorgenti) si osservano in corrispondenza delle locali variazioni litologiche.

Sono inoltre distinti i detriti (per accumuli di frana e di versante) (D) e i depositi alluvionali, costituiti da ciottoli, sabbie ed argille sabbiose (al).

Si riportano inoltre per i terreni pliocenici le nuove unità della cartografia CARG, in legenda dei fogli, non ancora disponibili, del territorio di Tavarnelle, e delle loro relazioni con le unità della carta del piano. Le prime si basano su criteri di unità e sub-unità di sintema, cioè individuate sulla continuità di sedimentazione, nei quali si distinguono differenti litofacies, le seconde invece si basano su criteri volti alla classificazione litologica prevalente, per una scala 1:10.000, con correlazioni, di massima, di tipo litostratigrafico.

Sintema di San Casciano

Cc Litofacies ciottolosa; ciottolami polimodali a tessitura clasto-sostenuta con abbondante matrice sabbioso-limosa in strati dm-m. tabulari amalgamati, massicci (corrisponde a Pcg nelle porzioni sommitali lungo la Pesa).

Cs Litofacies ciottoloso sabbiosa: ciottolami polimodali a tessitura clasto-sostenuta con abbondante matrice sabbioso-limosa e subordinatamente sabbie medio-grossolane talora a laminazione piana o inclinata. Piacenziano. (Corrisponde alla formazione Pcg-s, con livelli di Pcg, e talora Ps, e pertanto alla maggiore estensione dei pendii lungo la Pesa)

Sintema del Fiume Pesa (Zancleano Superiore Piacenziano)

Pc Litofacies ciottolosa; ciottolami polimodali arenacei monogenici a tessitura clasto-sostenuta con abbondante matrice sabbioso-limosa in strati dm-m. tabulari amalgamati, massicci. (corrisponde a Pcg negli affioramenti alle quote inferiori)

Ps Litofacies sabbioso limosa: sabbie medio fini e limi sabbioso-argillosi da giallastri e grigi, massicci; talora presenti corpi lenticolari ghiaioso-sabbiosi a stratificazione inclinata piano e concava. (Corrisponde a Ps nei livelli di fondovalle)

Sintema di Ponte ad Elsa

Ela Litofacies limo-argillosa : limi ed argille grigio-azzurre contenenti arricchimenti di sostanza organica e sparsi molluschi polmonati. Piacenziano. (corrisponde a Pag e a Ps-ag)

Eca Litofacies ciottoloso-sabbiosa: ciottoli polimodali a tessitura clasto-sostenuta con abbondante matrice sabbioso-limosa e sabbie medio-grossolane talora a laminazione piana o inclinata. Piacenziano (Corrisponde a Pcg-s o livelli ghiaiosi in Ps)

Sintema di San Miniato

Mc Litofacies ciottolosa ciottolami polimodali monogenici a tessitura clasto-sostenuta con abbondante matrice sabbioso-limosa in strati dm-m. tabulari amalgamati, massicci. (corrisponde sia a Pcg, a Pcg-s nei versanti ad ovest della Pesa, probabilmente si trova nei rilievi di San Casciano e del Virginio- Virginiolo ed a San Pancrazio)

Mla Litofacies sabbioso-limosa alluvionale: sabbie medio-fini e limi sabbioso-argillosi giallastri massicci, talora laminati piani. Piacenziano. (corrisponde a Ps e Ps-ag).

In legenda sono inoltre riportate, come prima accennato alcune delle faglie certe e presunte. Queste confermano in parte quelle riportate nella carta rilevata da Capitani ed Agnoloni (carta geologica di supporto alla Variante del 1994), poiché

alcune di quelle sono state eliminate, in quanto interpretabili più come allineamenti o sistemi di fratture importanti, desumibili dalla fotointerpretazione e non con elementi diagnostici di faglie certe. Altre sono state aggiunte soprattutto dalla interpretazione delle foto. Sono state riportate le notevoli coperture detritiche di versante e per fenomeni gravitativi, che ricoprono gran parte delle unità geologiche, con la cartografazione dei materiali più spessi e verificandone i limiti.

Aspetti litotecnici

La carta litotecnica mostra i principali caratteri litologici e del comportamento meccanico dei materiali affioranti. Le formazioni geologiche della carta G1 sono state interpretate e verificate e successivamente accorpate in 9 unità geologico-tecniche in funzione delle prevalenti generali caratteristiche litologiche desumibili dall'esame dei materiali, da analisi dirette e, per alcuni terreni della pianura e dei rilievi argillitici e pliocenici più fini, da studi ed indagini geognostiche. Per la definizione delle unità è stato comunque tenuto in considerazione la legenda della carta litologica della provincia di Firenze ed in particolare la nota di Canuti et alii (1994).

Queste ultime informazioni sono sostanzialmente quelle elaborate dagli studi di cui è allegato elenco alla relazione e da altre ricerche su terreni correlabili e di aree limitrofe; per quanto riguarda i materiali pliocenici (Canuti et alii, 1979, 1982, 1986; Focardi e Garzonio, 1983), per i complessi argillitici (Bertocci et alii, 1995).

La cartografia litotecnica riguarda di fatto le formazioni geologiche in affioramento, considerate inalterate o con scarsa copertura, ed il rapporto tra le coperture ed il substrato non viene considerato nella loro interazione. Per cui il comportamento "meccanico" di un versante è desumibile confrontando anche la carta della dinamica morfologica. Altrimenti sono distinte le unità detritiche a maggior spessore, in parte verificate nelle successive analisi geomorfologiche. Le coperture detritiche di origine colluviale-gravitativa e di frana, rispetto alla carta geologica, sono più diffusamente riportate.

Per l'estrema variabilità dei terreni ed anche delle coperture, anche se in queste ultime sono predominanti le componenti fini, è difficile ottenere una sufficiente caratterizzazione geotecnica. Come accennato in premessa è in corso una raccolta dei dati tecnici, ma i dati non sono rappresentativi e sono concentrati in alcune aree

urbanizzate. In particolare per le indagini più rappresentative si rimanda alla bibliografia allegata.

La classificazione è quindi qualitativa, ma sufficientemente rigorosa per esprimere le valutazioni sul comportamento dei terreni in relazione alla “pericolosità geologica e geomorfologica”.

Sono state distinte le seguenti unità:

Materiali a comportamento granulare

1. Unità dei depositi alluvionali recenti a granulometria eterogenea in prevalenza con buone caratteristiche geotecniche, localmente dove prevale il materiale fine il comportamento geotecnico è più scadente.
2. Unità dei terreni detritici di versante, costituiti da materiale granulare prevalentemente fine, e talora nel caso dei versanti dei flysch e del complesso caotico, si hanno elementi più grossolani. Tali coltri detritiche di spessore variabile sono il prodotto sia di processi di trasporto colluviale e subordinatamente eluvi, che di fenomeni gravitativi, fortemente rimaneggiati dai processi delle acque di scorrimento superficiale e dalle lavorazioni antropiche. In generale le caratteristiche geotecniche sono molto variabili e spesso scadenti.
3. Unità dei ciottolami e delle ghiaie, costituiti da materiale granulare grossolano, con numerose lenti e livelli cementati (conglomerati), allorquando fessurato è sede di locali falde. Il materiale è dotato di discrete caratteristiche geotecniche, ma che variano in relazione al grado di cementazione, alle variazioni ed intercalazioni di differente litologia, all’assetto morfologico (rilassamenti ai bordi di scarpata).

4. Unità dei depositi ciottoloso-ghiaioso-sabbiosi, costituita in prevalente da materiale grossolano, in genere con più rari livelli “conglomeratici”, e con prevalenti ghiaie, con abbondante matrice sabbiosa e lenti di sabbia e talora intercalazioni di limi argillosi. Le caratteristiche geotecniche sono molto variabili in funzione del grado di cementazione, della permeabilità e della presenza di falda.
5. Unità dei depositi sabbiosi Costituita da sabbie da grossolane a fini, talora limo-argillose, con intercalazioni e lenti di ghiaie. Le caratteristiche geotecniche variano in funzione del grado di addensamento, cementazione e della presenza di intercalazioni limo-argillose e di falde in situazioni di variabilità della permeabilità (in particolare per le falde sospese o confinate).
6. Unità dei depositi sabbioso-argillosi ed argillosi. Costituita in prevalenza da materiale fine, di limi-argillosi, sabbie argillose, argille di colore grigio azzurro allorquando non alterate. Numerose le intercalazioni sabbiose. Caratteristiche geotecniche scadenti.

Unità complesse con prevalenza di materiale argillitico

7. Unità a prevalenza argillosa ed argillitica strutturalmente complessa e caoticizzata Costituita da argilliti, marne e siltiti con intercalazioni di calcarei marnosi calcareniti, arenarie, breccie. L’assetto è molto disturbato, scompaginato e caoticizzato, con formazioni di argille inglobanti le varie litologie. Le caratteristiche geotecniche sono estremamente variabili, ma nel complesso risultano fortemente scadenti per la presenza di argille di differente

grado di consolidazione, cementazione e fessurazione, talora di medio-alta plasticità, in particolare nelle fasce di alterazione più superficiali ed al contatto con i materiali lapidei fratturati e scompaginati. Costituiscono terreni ad elevata instabilità.

Unità complesse con prevalenza di materiale litoide

8. Unità dei flysch calcareo-marnosi⁵. Costituita da calcarei marnosi, e da marne, con intercalazioni di argilliti. È stratificata con comportamento meccanico intermedio tra rocce dure e rocce tenere, buone in generale le caratteristiche geotecniche.
9. Unità strutturalmente complessa di flysch arenaceo. Unità costituita da strati e banchi arenaci torbiditici intercalati a siltiti e talora argilliti. La resistenza meccanica è variabile in relazione alla degradabilità, in genere se non presenti coperture, è dotata di elevate caratteristiche geotecniche.

Dall'osservazione sia della legenda che della carta litotecnica risulta che esistono sostanzialmente tre unità che mostrano una situazione critica, con scarse caratteristiche fisico-meccaniche (unità 2, 6 e 7). Tuttavia in realtà tale valutazione riguarda in prevalenza gli aspetti di estrema variabilità dei materiali, i quali salvo locali verifiche- in particolare relative ai detriti di versanti colluviali- non presentano problemi di portanza, ma costituiscono situazioni di processi di decadimento e rottura per sollecitazioni di taglio. In altri termini mostrano instabilità, talora non confinabile nelle singole unità, ma sono riconducibili al complesso delle successioni o dei contatti litologici (come per molti versanti instabili nei versanti collinari pliocenici).

⁵ Rispetto alla caratterizzazione delle formazioni geologiche in unità litotecniche del lavoro citato e della Provincia di Firenze, per le locali condizioni di fratturazione e di assetto, i flysch argillosi e marnosi (POO, Sil), sono stati considerati per la maggiore estensione nell'unità dei materiali argillitici con strutture caotiche.

Per tale ragione si è voluto mantenere le distinzioni per i terreni neogenici della carta geologica.

Particolare attenzione è rivolta all'unità: Unità strutturalmente complessa a prevalenza argillitica e marnosa, tenera, a resistenza meccanica bassa, che costituisce alcuni versanti nelle aree collinari di Passignano. In relazione al comportamento complesso controllato soprattutto dalla componente argillitica inglobante i materiali lapidei fratturati, è possibile l'occorrenza di lenti processi gravitativi. Per locali condizioni idrauliche ed in presenza di coperture detritico-colluviali, alterate, etc., si possono innescare fenomeni di rapido decadimento fisico-meccanico, fino a produrre dissesti, soprattutto in coincidenza di interventi erronei o di inadeguato sostegno o drenaggio. Inoltre i materiali rimaneggiati per le trasformazioni dei versanti possono essere oggetto di importanti processi erosivi e di trasporto solido a valle. Tale situazione può riguardare anche i versanti delle unità sabbiose (5), e ghiaioso sabbiose (4), soprattutto quando si hanno coperture detritiche (2)⁶, e delle unità flyschoidi di Monteverde Marittimo e di Sillano, nei pendii con componente più pelitica.

Viene allegata alla relazione una raccolta di dati di sondaggio e geotecnici, la cui ubicazione è riportata nella carta dei sondaggi (G13)

⁶ Come è descritto nel paragrafo della geomorfologia e poi nella valutazione della pericolosità molti pendii in tali unità sono soggetti a diffusi processi erosivi, talora a "rill", e soliflussi, che a loro volta alimentano il trasporto solido nei fossi in corrispondenza di eventi meteorici intensi.

Analisi geomorfologiche.

La carta geomorfologica costituisce la carta primaria per le analisi dei sistemi geoambientali, per la definizione delle aree omogenee per aspetti fisici del paesaggio, ed ovviamente per le elaborazioni della pericolosità.

La carta, che come già indicato è alla scala 1:10.000, si basa sulla documentazione disponibile che è rappresentata sostanzialmente dagli elaborati al 5000 di supporto alla variante del 1999. Tale documentazione, essendo relativa a rilievi del 1997 ed a una scala superiore, è stata verificata, re-interpretata e controllata da foto aeree più recenti e da sopralluoghi di campagna.

È stata inoltre acquisita e confrontata la cartografia in corso di elaborazione dell'Autorità di Bacino dell'Arno riguardante i fenomeni di instabilità dei versanti. In relazione alla scala ed alle finalità di classificazione del territorio della pericolosità geomorfologica, la legenda è stata semplificata, eliminando nella rappresentazione cartografica, in particolare, la differenziazione tipologica dei fenomeni franosi. Questi, infatti, risultano essere quasi esclusivamente tipo scorrimento (planare o rotazionale a grande raggio, ed in genere multiple e retrogressive), oppure più raramente di colamento, nel caso di aree o zone franose dove è complicato differenziare i corpi, in genere in lentissimo movimento o con fenomeni superficiali. Fra l'altro alcuni corpi di frana della precedente cartografia sono in realtà, specie nei versanti dei rilievi pliocenici, molteplici eventi e corpi di frana, rimaneggiati da successivi processi erosivi e da interventi antropici.

I piani di scorrimento quindi in tali terreni, ma questo in parte vale anche per i versanti delle unità argillitiche complesse dei pendii circostanti Badia a Passignano, sono relativamente superficiali (in genere inferiori a 5 metri e raramente superiori ai 10 metri), e non sono pertanto rapportabili alla dimensione di singoli corpi di frana come riportati nella precedente cartografia.

Inoltre la precedente legenda può portare a sopravvalutare l'instabilità dei pendii in quanto tende a considerare in modo amplificato le aree di versante, oltre a quelle soggette a frane od a soliflussi ben evidenti, ad erosione diffusa (e questo è vero in rapporto alle pratiche agricole in terreni con roccia madre "sciolta" e con suoli distrutti o disturbati) e ad instabilità perché soggette a soliflusso generalizzato.

Sicuramente molti versanti, e questo riguarda le successive analisi sui processi erosivi e di trasformazione dei versanti nelle valutazioni paesaggistiche ed ambientali, sono soggetti all'attivazione dei fenomeni erosivi secondo cicli stagionali, ed in molti versanti i processi gravitativi di tipo soliflusso risentono sia dell'andamento delle piogge che dei movimenti di terra operati dall'uomo; tuttavia dalle verifiche effettuate in campagna la situazione appare coinvolta da una dinamica di versante meno attiva ed è rappresentata dal rilievo riportato nella cartografia allegata (Carta G3). Le aree rilevate come soliflusso generalizzato o quelle di forte erosione sono state indicate attraverso la simbologia classica senza, anche per motivi di scala, perimetrazioni. Comunque nelle valutazioni di pericolosità geologica, queste considerazioni sui terreni in lenta evoluzione erosiva e gravitativa sono pesate come situazione morfo-litologica sfavorevole⁷.

Nel territorio di Tavarnelle i lineamenti fondamentali del paesaggio sono determinati, come già accennato, dalla natura e dalla giacitura delle formazioni geologiche affioranti; pertanto, le relative forme, sia a piccola che a grande scala, possono essere definite come forme strutturali. Dal punto di vista della dinamica esogena, i processi morfogenetici che hanno modellato, e che tuttora modellano il rilievo, si riducono fondamentalmente a due:

- ✓ processi di versante, dovuti sia all'azione delle acque di ruscellamento superficiale che delle acque sotterranee e della gravità;

⁷ Le perimetrazioni delle aree soggette a soliflusso sono state effettuate per l'elaborazione della carta di pericolosità geologica.

- ✓ processi torrentizi e fluviali.

Processi e forme strutturali

Si tratta di quelle forme che devono la loro evidenza o ad attività tettonica (esempio: scarpata di faglia) o a processi di erosione selettiva, per cui i livelli più resistenti (coerenti e semicoerenti) ai processi di degradazione risaltano su quelli più “teneri” (incoerenti o pseudocoerenti).

Tralasciando la ovvia distinzione fra le formazioni litoidi del settore sud-orientale del territorio (basamento pre-pliocenico) e quelle della serie neogenica, e soffermandoci sull’aspetto morfologico di queste ultime, di può asserire che la maggior parte dei versanti deve il suo profilo irregolare, con frequenti cambiamenti di pendenza e, talora, con scarpate subverticali (*balze*) a processi di questo tipo. Le scarpate che si formano in corrispondenza degli affioramenti più resistenti assumono un’altezza pari allo spessore del livello resistente (unità Pcg). Di solito la pendenza dei segmenti nei quali il versante si scompone è in diretta connessione con le caratteristiche litotecniche dei livelli affioranti, nel senso che diminuisce con il diminuire del valore della “coesione” fra i clasti che li compongono. Per quanto concerne le relazioni con particolari elementi tettonici (faglie) non sono state riscontrate forme da porsi in relazione diretta con fenomeni di tale tipo⁸; il sussistere di particolari lineazioni è stato desunto da particolari allineamenti, come gli alvei della Pesa o del Virginio, o da segmenti di corsi d’acqua secondari raccordabili fra di loro.

⁸ In realtà molte variazioni di pendenza anche nei versanti nelle unità pre-plioceniche corrispondono a contatti geologici per faglia, così come alcuni allineamenti di scarpata e l’andamento di alcuni tratti d’alveo della rete idrografica minore.

Forme e processi di versante

Molti tipi di movimento di massa di materiali naturali sono inclusi nel termine «frana»; esse comprendono il movimento verso il basso di masse di roccia o di materiale sciolto (terra, detrito), conseguente a forze gravitazionali, e includono anche altri movimenti di crollo, che interessano la caduta libera, o il rotolamento o il movimento a blocchi con solo contatto intermittente con la superficie del terreno, e tipo colate, o colate di fango e simili, che comprendono il movimento di materiale ridotto allo stato fluido-viscoso con alto contenuto in acqua.

Le frane sopra definite si dividono in due grandi tipi, frane (o scorrimenti) rotazionali, che hanno una superficie di scorrimento concava verso l'alto e comportano una rotazione all'indietro dell'originale corpo di frana; e frane (scorrimenti) traslativi, in cui la superficie di rottura lungo la quale si attua il movimento è essenzialmente planare. I materiali interessati possono essere roccia coerente, o roccia fratturata o materiale non consolidato e la deformazione dei materiali può essere assai elevata o quasi nulla. I crolli e le colate non rientrano nelle predette categorie di frane.

L'innesco del movimento gravitativo è dovuto a cambiamenti nella condizione fisica di un pendio, che possono essere naturali o prodotti da un'azione antropica, più o meno diretta.

Il movimento di una massa in frana può verificarsi in diverse maniere; essere rapido e di breve durata, o essere intermittente, separato da periodi inattivi, oppure continuo, lento per lungo tempo. La velocità del movimento stesso è assai variabile, da lenta a molto rapida (fino al m/sec).

Gli spostamenti possono essere di pochi centimetri, oppure decine o centinaia di metri; spostamenti differenziali si possono avere all'interno della massa che si muove, oppure la massa nell'insieme può avere trovato un equilibrio e solo alcuni limitati movimenti sopravvivono.

Per quanto riguarda i casi rilevati nel territorio in esame, esclusivamente fenomeni di crollo di limitate dimensioni da scarpate ciottolose (con rari blocchi cementati), ovvero “slumps” occorrenti lungo tagli o riporti artificiali, oppure rare piccole colate di detrito lungo i fossi minori, hanno rapidi movimenti. Altrimenti tutti i fenomeni sono lenti o molto lenti. Altrettanto limitati sono i relativi spostamenti, raramente superiori al metro.

Scorrimenti di tipo rotazionale

Gli scorrimenti rotazionali possono verificarsi là dove i pendii sono sufficientemente inclinati da consentire un movimento gravitativo dei materiali, quando la forza di gravità è sufficiente ad innescare il movimento, ed il materiale è per sua natura instabile; la superficie di scorrimento lungo la quale si attua il movimento è di neoformazione e presenta un andamento concavo, in molti casi a forma di cucchiaio o, se la frana occupa buona parte del pendio, si avvicina alla forma di un settore di cilindro il cui asse è parallelo al pendio.

Una frana rotazionale non sempre mostra in questi tipi di terreno chiari caratteri diagnostici che attestano tale tipo di movimento (terrazzo di testata, retro-ribaltamento di questo, morfologia della corona, fessure all’unghia, etc.) ; non sempre infatti tali caratteri sono visibili, o riconoscibili, oppure esistevano e sono stati obliterati dalla dinamica geomorfologia. I caratteri più duraturi che consentono di distinguere un vecchio movimento franoso sono la scarpata principale ed il rigonfiamento nella parte a valle dovuto all’accumulo del materiale.

In generale si rilevano nel territorio comunale fenomeni antichi, o riattivati ed amplificati. Gran parte di questi sono quiescenti, alcuni in condizioni prossime alla stabilizzazione, altri in condizioni più precarie e/o inseriti in situazioni di fenomeni complessi di aree franose.

Scorrimenti di tipo traslativo

Questo tipo di frana è caratterizzato da una superficie di rottura di tipo planare, e frequentemente da limitate deformazioni del corpo di frana. La condizione fisica prevalente in questo tipo di movimento è la presenza di materiale relativamente più competente, sopra e sotto una zona planare più debole lungo la quale si ha lo scivolamento. Questa condizione è frequente in natura, entro corpi di roccia stratificati, o al contatto tra un suolo formato da materiale poco consolidato ed il substrato roccioso più consistente; la differenza con gli scorrimenti rotazionali è che la massa interessata dal movimento non è di per sé necessariamente debole, instabile, ma la zona di debolezza può essere assai sottile quali una frattura, un piano di foliazione o di strato o di altri caratteri geologici. Tale zona, o superficie di debolezza, a poli di movimento è una superficie preesistente. Nel caso dei versanti di Tavarnelle, in quelli pliocenici corrisponde a movimenti che si evolvono dalle deformazioni lente di versante dei livelli più alterati e saturi (colamenti lentissimi), o da soliflussi generalizzati, oppure per scorrimenti delle coltri detritiche. Queste ultime situazioni riguardano i versanti nei materiali argillitici, che possono riguardare anche materiali a differente comportamento meccanico ed idraulico a profondità maggiore. Spesso nei versanti con aree franose attive o nelle aree di corpo di frana, sono connessi con gli scorrimenti rotazionali, in genere con superfici di scorrimento ad ampio raggio. Non si rilevano invece frane traslative significative nei materiali flyschoidi.

Crolli

Si ha un crollo di roccia quando frammenti relativamente grandi di questa si staccano e, in caduta libera, o rotolano o a balzi o con una combinazione di questi movimenti sotto l'azione della gravità, si muovono rapidamente verso il basso.

I crolli possono costituire gli eventi singoli, o frequenti, o intermittenti di un processo di evoluzione di una certa condizione morfologica (presenza di una falesia, ripa, ecc.).

La simultanea estensione di un movimento per crollo ad una larga massa di roccia dà luogo ad un insieme di crolli e all'espandersi ai piedi della pendice di una grande quantità di materiale roccioso.

Un crollo può iniziare in varie maniere; spesso è connesso con cicli di gelo/disgelo o con escursioni termiche pronunciate, che variano il volume dei vuoti e progressivamente spezzano la massa; con l'infiltrazione di acqua e conseguente indebolimento dei materiali che si rompono in forma di blocchi; con l'attività sismica (scuotimento) o con lo scalzamento o taglio della base della ripa per azione erosiva o fluimento del materiale incoerente.

I crolli sono comuni dove ci sono balze o ripe di materiale coerente, massiccio, o stratificato fittamente, rotto, fagliato, fessurato, o quando si creano, per tagli dovuti all'azione umana, pendici assai acclivi.

Fenomeni di crollo si hanno frequentemente anche in materiali semicoerenti (sabbie cementate, molasse), quando questi sovrastano livelli a minor coesione, facilmente erodibili; nelle aree di affioramento di ciottolami e sabbie cementate si può avere distacco di lame materiale lungo fratture benanti formatesi per tensioni di trazione. Tale instabilità può derivare da infiltrazione di acqua o di radici all'interno delle fenditure.

I fenomeni di crollo sono nel territorio in esame di limitate dimensioni, e sono riportati sia come fenomeni non cartografabili ma soprattutto corrispondono alle scarpate attive, nei ciottolami cementati (Pcg).

Colamenti

I colamenti sono movimenti complessi che possono presentare caratteristiche e velocità variabili in relazione ai terreni coinvolti. Nel caso di terreni sciolti, come nel territorio di Tavarnelle, riguardano fenomeni caratterizzati da movimenti plastici che presentano velocità variabile da posto a posto dell'area di frana. I limiti della zona in frana sono sfumati nell'ambito di una fascia, dove i movimenti differenziali tendono a diminuire gradualmente. Le superfici di scorrimento, generalmente non visibili, possono essere temporanee ed in continua variazione spaziale; le velocità dei pendii argillitici (versanti del bacino di Rimaggio) e di quelli argilloso-sabbiosi dei versanti pliocenici sono molto lenti. Per le difficoltà di individuazione sono cartografati nelle aree franose, o come frane complesse nelle frane attive o quiescenti, dove prevalgono le tipologie di movimento dello scorrimento. Sono possibili piccole colate di fango che rappresentano il movimento più o meno rapido di una massa fluido-viscosa di materiale fine (limo, argilla) o grossolano sui versanti di un bacino imbrifero, prevalentemente lungo una linea di drenaggio (asta fluviale in genere di basso ordine)⁹.

La colata di terra, fango e/o detrito, si verifica in occasione di un evento di precipitazione intensa (o rapida fusione delle nevi) che provoca la rapida erosione e trasporto di materiali superficiali incoerenti o quasi, che si sono formati nelle pendici del locale bacino imbrifero.

Processi da acque non incanalate

Gran parte dei versanti coltivati sono soggetti a fenomeni di flusso laminare e lineare che determinano un ruscellamento diffuso. Tali fenomeni si evolvono in

⁹ Ridotti fenomeni "stagionali" sono stati rilevati al bordo ed al piede di vigneti di nuovo impianto, in particolare nei versanti sopra Badia a Pasignano.

erosione incanalata in rigagnoli che sono in grado di trasportare del materiale verso le quote inferiori.

I fattori che agiscono nell'incrementare il fenomeno, che viene misurato dalla "produzione" di materiale eroso per unità di superficie nell'unità di tempo, sono sostanzialmente il potere erosivo delle piogge, l'erodibilità del suolo, la pendenza del tratto di versante, la sua lunghezza, e, in ambiente coltivato, il tipo di coltura che vi insiste. Tali forme tendono, talvolta, in particolare nella parte inferiore dei versanti a divenire permanenti; tuttavia, in aree coltivate, vengono periodicamente cancellate dal succedersi delle pratiche colturali. È questa la ragione per la quale gli effetti del ruscellamento diffuso, come agente di erosione, sono spesso trascurati. A testimoniare l'avvenuto fenomeno, che produce un continuo assottigliamento del suolo, mai compensato dal più lento procedere della pedogenesi (in suoli con le tecniche moderne sono completamente artificiali, anche se ripropongono nel migliore dei casi un'adeguato spessore, gli *antrosuoli*), rimangono però i prodotti, cioè i materiali prevalentemente fini (limi e sabbie) messi in movimento, che si depositano o lungo il versante, colmandone le irregolarità, o alla sua base (depositi colluviali); in questo caso si dispongono in fasce più o meno spesse ed estese (come riportato nella carta geomorfologica) che sottolineano, con una superficie concava verso l'alto, il raccordo fra le pendici ed il fondovalle.

Forme e processi fluviali

Quando il fenomeno erosivo, per particolari circostanze climatiche (eventi eccezionali) o per eccessivo intervento dell'uomo, supera una determinata soglia, i solchi di ruscellamento possono raggiungere dimensioni sufficienti a sottendere un bacino imbrifero che ne assicuri la stabilità nel tempo, o comunque tali da non poter più essere rimodellati se non con interventi onerosi. L'erosione accelerata si esplica allora solo come fenomeno lineare (gully erosion) limitato all'interno dell'incisione,

ma che, per successiva evoluzione, può condurre a forme più complesse ed imponenti come taluni tipi di calanchi. Nelle aree dei terreni pliocenici e di quelle pre-plioceniche del territorio di Tavarnelle, le acque incanalate svolgono però il loro tipico ruolo nel modellamento delle principali depressioni; nei fondovalle, i torrenti Pesa, Virginio, incidono più o meno profondamente i loro stessi depositi alluvionali.

In questo caso gli alvei sono calibrati secondo la massima larghezza occupata dalle piene ordinarie, cioè quelle che si verificano stagionalmente, ed assumono quindi la forma di canali limitati da pareti verticali a decorso subparallelo; dove le sponde non sono protette artificialmente, la loro ampiezza è anche funzione della intensità con la quale si attua il processo di erosione laterale da parte della corrente.

In tempi passati, in condizioni climatiche diverse dalle attuali, forse caratterizzate da una maggiore piovosità, deve essersi verificata una predominanza dei fenomeni di deposizione su quelli di erosione, almeno lungo i corsi d'acqua più importanti. A tale periodo risale la formazione della superficie alluvionale di fondovalle, e la costruzione di coni di deiezione, in genere piuttosto appiattiti, alla confluenza fra le valli principali. I relativi depositi sono caratterizzati da tessiture piuttosto grossolane: ciottolami, ghiaie e sabbie, da incoerenti a scarsamente cementati.

I corsi d'acqua attuali tendono invece ad esercitare una prevalente azione di erosione incanalata, tanto più evidente quanto maggiore è la loro energia. Non si osservano pertanto forme significative dovute a deposizione alluvionale, ad eccezione delle barre ghiaiose deposte in alcuni tratti della Pesa durante le piene ordinarie.

Anche seguendo, sui versanti principali, le variazioni del profilo trasversale delle vallecole laterali, si conferma una variazione di tendenza nel modellamento del paesaggio: da ampie concavità a largo raggio, che caratterizzano la testata ed il tratto superiore dei corsi d'acqua minori, testimoniando una dominanza dell'erosione areale o diffusa, si passa, più o meno bruscamente, e fino al fondovalle, a forme a V profondamente incise, dovute al successivo prevalere dell'erosione incanalata.

Infine l'alveo della Pesa, in relazione sia allo spessore delle proprie alluvioni, che delle caratteristiche del substrato, e delle opere trasversali, mostra un andamento più mobile a monte della Sambuca, con marcata sinuosità, mentre a valle sono invece casomai presenti canali mobili all'interno dell'alveo in genere più regolare.

È stata pertanto applicata la seguente legenda schematica:

Forme e processi di versante

- Corona di frana non attiva stabilizzata
- Corona di frana quiescente
- Corona di frana attiva
- Orlo di scarpata strutturale e litologica rimodellata da processi di versante
- Orlo di scarpata di degradazione in genere controllata da variazioni litologiche
- Accumuli di frana non attiva stabilizzata¹⁰
- Accumuli di frana quiescente
- Accumuli di frana attiva
- Aree instabili con fenomeni superficiali e deformazioni di versante
- Movimento franoso non fedelmente cartografabile
- Movimenti di massa generalizzati (soliflussi)
- Area soggetta ad erosione superficiale

Forme e processi dovute ad acque incanalate

- Fosso di ruscellamento concentrato
- Orlo di scarpata fluviale o di terrazzo
- Erosione laterale di sponda

¹⁰ Corrispondono in genere, e questo vale anche per le frane quiescenti, ad aree detritiche di origine gravitativa, nelle quali non vi è relazione biunivoca tra evento, talora riconducibile ad un sistema cartografato di scarpata, e corpo di frana.

-Orlo di scarpata artificiale o naturale rimodellata dall'uomo.

Carta delle pendenze

Fra le carte accessorie al quadro conoscitivo vi è la carta delle acclività (G4). Questa è stata elaborata in modo automatico per mezzo della griglia dei punti del DTM fornito dall'Autorità di Bacino del fiume Arno, dai file della cartografia digitale della Regione Toscana (1:10.000).

Le classi sono quelle relative alla normativa regionale (L.R. 17/4/1984 n21 e succ.): 0-5;5-10;10-15; 15-25; 25-35 %, e di altre aggiunte : 35-50; 50-70 e >70%¹¹. Tali classi permettono una maggiore risalto dei versanti più acclivi, in correlazione sia alla presenza di scarpate, incisioni etc. che alle differenti litologie, fornendo indicazioni per le valutazioni di pericolosità.

È chiaro che praticamente la carta delle pendenze permette un'analisi delle morfologie di tipo semi-quantitativo, dove la sua funzione per le analisi delle pericolosità è di tipo qualitativo. Ormai è infatti noto in letteratura scientifica che per le analisi morfometriche la scelta delle classi deve essere effettuata su criteri statistici di correlazione geo-meccanica e geomorfologia, in modo da finalizzare i limiti di classe di pendenza all'occorrenza dei fenomeni (questo vale per i dissesti, per i processi erosivi, dove fra l'altro la pendenza dei versanti deve essere relazionata alla loro lunghezza, in condizioni di pratiche agricole note)¹². Tuttavia la classe del 35% (19-20 °), costituisce un valore di pendenza oltre il quale i terreni superficiali alterati, quelli sciolti o fratturati possono risentire in modo critico gli effetti della gravità.

¹¹ Tale classe ha permesso in alcuni casi di evidenziare scarpate subverticali di altezza superiore ai 5 m.

¹² Si ricorda che i lavori meccanizzati spesso nelle nostre colline, come per i vigneti del DOCG possono raggiungere pendenze superiori a 35-40°, che non sono confrontabili con il limite poco realistico del 35%.

Quadro idrogeologico

L'analisi delle risorse idriche costituisce elemento fondamentale per l'elaborazione del quadro conoscitivo e nel contempo la relativa documentazione e soprattutto la programmazione di indagini ed interventi volti alla conservazione corretta gestione ed incremento costituisce la base fondativa delle previsioni del piano strutturale in armonia con uno sviluppo sostenibile anche dal punto di vista ambientale.

L'attuale fase di elaborazione non permette di avere un quadro puntuale dei complessi caratteri idrogeologici del territorio, perlomeno per gli aspetti di censimento, dei volumi realmente disponibili, degli usi, caratteri stratigrafici e di profondità etc., dei numerosi pozzi e delle diffuse sorgenti a carattere stagionale. Tuttavia, come anche deducibile dalla relazione sulla valutazione degli effetti ambientali, così come dai problemi di gestione della rete in relazione alle acque sotterranee, emerge il ruolo attualmente fondamentale delle risorse sotterranee (il 75% della risorsa, mentre il 25% proviene da acque superficiali, per la maggior parte utilizzate per scopi acquedottistici), ed in particolare il sistema dell'acquifero di sub-alveo della Pesa ed i pozzi ubicati presso San Donato (in incremento relativamente ad acquiferi fratturati nei vicinissimi comuni di Barberino e di Castellina). Non sono attualmente disponibili i dati di monitoraggio dei pozzi individuati dalla rete ed analizzati dall'ARPAT, in applicazione della Legge 152/99. Sono comunque da attivare anche da parte dell'Amministrazione comunale con l'ATO (nella speranza di un rapido cambiamento di Ambito Territoriale, nel senso più ottimale, perlomeno dal punto di vista delle risorse naturali), indagini più complete ed articolate sulla complessità delle risorse (sotterranee e superficiali, dai vari tipi di falda, alle acque incanalate a quelle di bacini artificiali, etc.) in collaborazione con Publiacqua.

Dal punto di vista idrogeologico nel territorio comunale, le litologie ed anche i sistemi idrogeologici presenti sono desumibili dalla carte “idrogeologiche” più correttamente denominata della permeabilità (G5) e dei pozzi e sorgenti e (G6).

La carta della permeabilità¹³ distingue i complessi idrogeologici nelle seguenti unità:

- IMP-P: Unità litologica a permeabilità molto scarsa (Pag; Ps-ag)
- IMP-S: Unità litologica a permeabilità da molto scarsa a scarsa per fratturazione (CC)
- SP-S : Unità litologica a permeabilità scarsa per fratturazione (Sil, Poo, Mm)
- MSP-P: Unità litologica a permeabilità medio-scarsa per porosità (Ps).
- MP-S :Unità litologica a permeabilità media per fratturazione secondaria (Mac, Pft).
- MAP-P:Unità litologica a permeabilità medio alta per porosità (Pcg, Pcg-s)
- MAP-S:Unità litologica a permeabilità medio alta per fratturazione (MLL)
- AP-P : Unità litologica a permeabilità alta per porosità (Al)

Dove IMP = impermeabile, SP = Scarsamente permeabili, MP = media permeabilità, AP = alta permeabilità; P = permeabilità primaria (porosità), S = permeabilità secondaria (fatturazione e carsismo).

Complesso delle rocce impermeabili "IM-P". A questo complesso appartengono i terreni pliocenici argillosi (Pag) ed argille, limi e sabbie fini (Ps-ag), nei quali prevalendo la classe a granulometria molto fine o fine la percolazione delle acque gravifiche (per porosità) è scarsa e lenta. Sono poco rappresentati nel territorio, ma costituiscono la base impermeabile dei terreni più permeabili soprastanti.

Viene considerato a permeabilità molto scarsa il complesso caotico, anche se localmente possono essere presenti delle piccole falde sospese alimentati in superficie, nei livelli lapidei fratturati inglobati nelle argille.

¹³ È bene ricordare che la carta della permeabilità fornisce un primo quadro sulle caratteristiche idrogeologiche, ma non determina la presenza degli acquiferi (acquitardi, acquiclude) e quindi delle risorse sotterranee. Valutazioni ulteriori si hanno con il confronto della distribuzione dei pozzi e delle sorgenti.

Altre unità complesse e di flysch con prevalente componente argillitica marnosa sono classificati a permeabilità scarsa "SP".

Le unità dei terreni pliocenici che costituiscono grana parte del territorio di Tavarnelle presentano invece in genere situazioni di media permeabilità per porosità. È chiaro che la trasmissività, al di là di considerazioni sulle geometrie dei corpi sedimentari, è regolata dalla granulometria prevalente, dal tipo di matrice, dalla fessurazione dei livelli più cementati, dalle intercalazioni, presenti in tutti i litotipi, di materiali pelitici. Sono pertanto distinte le sabbie con permeabilità primaria medio-scarsa, anche se localmente, nelle parti sommitali, con morfologie su pianeggianti possono essere presenti significative, seppure esigue, idrostrutture. Mentre le unità ghiaiose ciottolose e quelle dei ciottolati sono valutate a permeabilità medio alta, con talora locali sistemi di falde a multistrato, in genere fra loro non comunicanti.

I flysch arenacei, di media permeabilità per fatturazione sono presenti con limitate estensione. Particolarmente interessanti, sempre in relazione al contesto delle geometrie delle strutture idrogeologiche, prodotte da importanti faglie, più sviluppate nei territori limitrofi, sono i terreni dei calcarei e dei calcarei marnosi della Formazione di Monte Morello, classificati in permeabilità medio alta e sede di acquiferi interessanti.

Al complesso litologico a permeabilità da medio alta ad alta per porosità "MP" appartengono i depositi alluvionali caratterizzati da classe granulometrica prevalente con ciottoli e ghiaie immerse in cemento sabbioso limoso e più raramente argilloso.

Quando la distribuzione eterometrica delle frazioni granulometriche sia in senso laterale che verticale che caratterizza tali sedimenti si ha il riempimento dei vuoti intergranulari delle frazioni più grossolane con le frazioni relativamente più fini, il grado di permeabilità è medio. Le alluvioni fluviali della Pesa sono in prevalenza a granulometria delle ghiaie o ciottoli con conseguente elevata percolazione delle acque gravifiche.

Viene allegata una carta dei pozzi, da completare dei punti¹⁴ e dei dati dell'acquedotto e di Publiacqua, dell'ARPAT e che si riferisce al censimento dei pozzi denunciati ai sensi del T.U. 11.12.1933 e del D.L. 18.08.2000 n.258.

Si descrive brevemente un esempio del sistema di censimento adottato. La banca dati dei pozzi di Tavarnelle è stata messa a punto utilizzando il programma Access e, per la catalogazione dei pozzi, ci si è attenuti alle schede cartacee forniteci dal Comune stesso. Anche per quanto riguarda la numerazione dei pozzi si è tenuto conto della numerazione presenta sulle suddette schede.

La banca dati è costituita da una maschera di inserimento dati principale dove vengono riportati i dati relativi all'individuazione del pozzo (frazione, indirizzo, foglio catastale e particella), alla presenza o meno di una pompa e di un contatore, all'attività del pozzo ed al suo uso.

¹⁴ Il PTC della Provincia di Firenze ha censito, inoltre, 60 località dove sono presenti pozzi e sorgenti e precisamente 16 pozzi acquedottistici, 3 sorgenti acquedottistiche, 5 sorgenti captate, 34 sorgenti rilevate da cartografia esistente, 2 sorgenti.

The screenshot shows a Microsoft Access window titled 'Microsoft Access - [Pozzi]'. The main form contains the following fields and controls:

- ID_POZZI: [text box]
- FRAZIONE: [text box]
- INDIRIZZO: [text box] (Value: Via S. Allende)
- FOGLIO_CATASTALE: [text box]
- PARTICELLA: [text box]
- ATTIVO:
- POMPA:
- CONTATORE:
- USO: [text box] (Value: Domestico)

A sub-form titled 'DATI TECNICI' is open, showing the following fields and controls:

- ANNO_COSTRUZIONE: [text box] (Value: 1980)
- PROFONDITA' (m): [text box] (Value: 20)
- DIAMETRO (mm): [text box] (Value: 200)
- PORTATA_MEDIA (l/m): [text box] (Value: 25)
- CEMENTAZIONE:
- RECINZIONE:
- IMPIANTO_SOLLEVAMENTO: [text box] (Value: Elettropompa)
- STRATIGRAFIA:

At the bottom of the window, it shows 'Record: 1 di 336' and 'Visualizzazione Maschera'.

Figura 1: maschera di inserimento generale.

Su questa maschera di inserimento principale si aprono altre quattro maschere (fig. 1), che sono:

1) **DATI TECNICI** – Vengono riportati i dati relativi all'anno di costruzione, profondità, diametro, portata media, presenza o meno di una recinzione o cementazione, la tipologia di impianto di sollevamento e, dove presente, viene segnalata l'esistenza di una stratigrafia (fig. 2)



The image shows a software interface for entering technical data. It features a window with four tabs: 'DATI TECNICI', 'PROPRIETARI', 'UTILIZZATORI', and 'NOTE'. The 'DATI TECNICI' tab is active, displaying a form with the following fields and values:

ANNO_COSTRUZIONE	1980	PROFONDITA' (m)	20	DIAMETRO (mm)	200
PORTATA_MEDIA (l/m)	25	CEMENTAZIONE	<input checked="" type="checkbox"/>	RECINZIONE	<input checked="" type="checkbox"/>
IMPIANTO_SOLLEVAMENTO	Elettropompa	STRATIGRAFIA	<input type="checkbox"/>		

Figura 2: Maschera inserimento dati tecnici.

2) **PROPRIETARI** – Vi sono riportati tutti i dati relativi al proprietario/i del pozzo in questione, vale a dire: nome, cognome, luogo di nascita, data di nascita, comune di residenza, indirizzo, telefono, codice fiscale. Si verifica spesso che per uno stesso pozzo vi siano più proprietari.

3) **UTILIZZATORI** – E' fatta con lo stesso criterio della maschera inserimento proprietari e quindi riporta gli stessi dati relativi agli utilizzatori del pozzo.

4) **NOTE** – Vi sono riportate le note informative trovate sulle schede comunali.

Con questo tipo di banca dati si possono produrre report dove far figurare tutti i dati che ci interessano relativi ad un pozzo in questione; di seguito ne riportiamo un esempio (fig. 3). È ovvio che si possono fare più report per visualizzare in vario modo i dati, a seconda di quello che ci può interessare.

Inoltre la banca dati è aggiornabile sia inserendo i dati tramite le maschere di inserimento che tramite l'utilizzo delle singole tabelle.

È stata inoltre digitalizzata la carta degli acquiferi di fondovalle (G12), che sono esclusivamente rappresentati dalla falda di sub-alveo della Pesa. I punti individuati per l'analisi freaticometrica sono quelli della carta elaborata per la variante al PRG (studio Geo Eco). Alcuni punti sono in corso di verifica.

POZZO n°

UBICAZIONE POZZO

FRAZIONE INDIRIZZO FOGLIO CATASTALE

PARTICELLE ATTIVO ROMA COSTITUIRE USO

DATI TECNICI POZZO

ANNO COSTRUZIONE PROFONDITA' (m) DIAMETRO (mm)

PORosità MEDIA (V_m) CEMENTAZIONE EROSIONE STRATIGRAFIA

IMPIANTO SOLLEVAMENTO

DATI PROPRIETARIO

NOME COGNOME

LUOGO NASCITA DATA NASCITA

COMUNE RESIDENZA INDIRIZZO RESIDENZA

TELEFONO CODICE FISCALE

DATI UTILIZZATORE

NOME COGNOME

LUOGO NASCITA DATA NASCITA

COMUNE RESIDENZA INDIRIZZO RESIDENZA

TELEFONO CODICE FISCALE

Figura 3: Esempio di report

Valutazione delle aree a rischio idraulico

La analisi delle situazioni legate ai processi delle acque incanalate ed alla pericolosità indotta dai principali alvei fluviali trovano rappresentazione nella documentazione cartografica G7, Carta degli ambiti fluviali, G8, carta delle aree allagate, G9, cartografia estratta dal Piano dell'Assetto Idraulico e G10, Carta della pericolosità idraulica.

I corsi idrici iscritti nell'elenco della D.C.R. 230/94.

Il territorio del Comune di Tavarnelle Val di Pesa è attraversato o interessato dai seguenti corsi idrici che risultano a potenziale rischio idraulico in quanto iscritti nell'elenco della D.C.R. 230/94:

DENOMINAZIONE	CODICE	TIPO
Borro dell'Argenna	FI15	A
Borro di Barzi	FI29	A
Borro della Chiara o del Molinuzzo	FI56	A
Borro del Drove o Borro di Spicciano	FI3028	AB
Fosso del Lavatoio	FI1345	A
Borro di Migliorini	FI697	AB
Torrente Pesa	FI2750	AB
Borro di Rimaggio	FI3062	A
Borro Rio Campiglia e Borro Terrabigia	FI82	A
Torrente Virginio	FI2962	AB
Fosso Virginiolo	FI1930	AB

La normativa regionale in questione ha per obiettivo la tutela e la prevenzione dal rischio idraulico di tutte quelle aree di pianura o adiacenti ai corsi d'acqua definiti

di ambito "A", o "AB" con particolare attenzione anche alle possibilità sia di esondazione che di ristagno delle acque. Essa definisce anche quelle che sono le direttive relative alla formazione ed all'adeguamento e gestione degli strumenti urbanistici, con particolare riferimento ai piani attuativi.

Nel presente studio si sono rappresentati i corsi d'acqua iscritti nella D.C.R. n°230/94 definiti a rischio idraulico rappresentando in cartografia gli ambiti come definiti dalla normativa regionale:

Ambito A. Definito di assoluta protezione del corso d'acqua, che corrisponde agli alvei, alle golene, agli argini dei corsi d'acqua classificati come da Del.C.R. 230/94, nonché alle aree comprese nelle due fasce della larghezza di metri 10 adiacenti a tali corsi d'acqua, misurate a partire dal piede esterno dell'argine o, in mancanza, del ciglio di sponda.

In questo ambito non si dovranno prevedere interventi edilizi o che comunque ostacolino il corso delle acque anche in caso di esondazione. Sono fatte salve le opere idrauliche o di attraversamento del corso d'acqua, gli interventi trasversali di captazione e restituzione delle acque, nonché gli adeguamenti di infrastrutture esistenti senza avanzamento verso il corso d'acqua, a condizione che per queste ultime si attuino le precauzioni necessarie per la riduzione del rischio idraulico, relativamente alla natura dell'intervento ed al contesto territoriale e si consenta comunque il miglioramento dell'accessibilità al corso d'acqua, il tutto come previsto dall'art.6 comma 2 D.C.R. 230/94

Ambito B. Comprendente le aree potenzialmente inondabili in prossimità dei corsi d'acqua classificati, come da D.C.R. 230/94, e per i quali si rende necessaria una verifica dell'adeguato dimensionamento della sezione fluviale

alle portate di massima piena previste ed eventuali interventi di regimazione idraulica, in fase di progetto esecutivo, tesi alla messa in sicurezza degli insediamenti esistenti e a prevenire il rischio per quelli futuri posizionandoli al di fuori delle aree a rischio. Ciò permetterà di rimuovere il rischio segnalato in questa fase di studio.

Tale ambito corrisponde alle aree a quote altimetriche inferiori rispetto alla quota posta a due metri sopra il piede esterno dell'argine o, in mancanza, il ciglio di sponda. Il limite esterno dell'ambito è determinato dai punti di incontro delle perpendicolari all'asse del corso d'acqua con il terreno alla quota altimetrica come sopra individuata e non potrà essere inferiore ai 300m dal piede esterno dell'argine o dal ciglio di sponda se non si raggiunge una differenza di quota di 2 metri tra il ciglio e la parte esterna al corso d'acqua.

Nella carta delle aree allagate (G8) sono riportate le aree allagate come indicato nel PTCP della Provincia di Firenze e nella carta delle aree allagate della Regione Toscana. È inoltre riportato il reticolo idrografico secondo la cartografia dell'Autorità di bacino e i limiti dei sottobacini minori.

Sono infine indicati gli interventi di mitigazione del rischio idraulico del piano di bonifica, Consorzio Chianti (che non sono riportati nel piano stralcio dell'Autorità di bacino dell'Arno).

Pericolosità idraulica

L'art. 80 del titolo VII del PIT regionale indica chiaramente le classi di pericolosità in cui deve essere diviso il territorio comunale in funzione del rischio idraulico (DCR 94/85):

- *Pericolosità irrilevante (classe 1)*: Aree collinari o montane prossime ai corsi d'acqua per le quali ricorrono le seguenti condizioni:

- a) non vi sono notizie storiche di precedenti inondazioni;
- b) sono in situazione favorevole di alto morfologico, di norma a quote altimetriche superiori di ml. 2 rispetto al piede esterno dell'argine o, in mancanza, al ciglio di sponda.

In tali aree non sono necessarie considerazioni sulla riduzione del rischio idraulico.

-*Pericolosità bassa (classe 2)*: Aree di fondovalle per le quali ricorrono seguenti condizioni:

- a) non vi sono notizie storiche di precedenti inondazioni;
- b) sono in situazione di alto morfologico rispetto alla piana alluvionale adiacente, di norma a quote altimetriche superiori a ml. 2 rispetto al piede esterno dell'argine o, in mancanza, al ciglio di sponda.

- *Pericolosità media (classe 3)*: Aree per le quali ricorre almeno una delle seguenti condizioni:

- a) vi sono notizie storiche di inondazioni;
- b) sono morfologicamente in situazione sfavorevole, di norma a quote altimetriche inferiori rispetto alla quota posta a ml. 2 sopra il piede esterno dell'argine o, in mancanza, sopra il ciglio di sponda.

Rientrano in questa classe le aree di fondovalle non protette da opere idrauliche per le quali ricorre una sola delle condizioni di cui sopra; relativamente alle aree di questa classe di pericolosità deve essere allegato allo strumento urbanistico uno studio anche a livello qualitativo che illustri lo stato di efficienza e lo schema di funzionamento delle opere idrauliche ove presenti o che comunque definisca il grado di rischio. I risultati dello studio dovranno costituire elemento di base per la classificazione di fattibilità degli interventi e ove necessario indicare soluzioni progettuali tese a ridurre al minimo possibile il livello di rischio ed i danni agli interventi per episodi di sormonto o di esondazione.

- **Pericolosità elevata (classe 4)**: Aree di fondovalle non protette da opere idrauliche per le quali ricorrono entrambe le condizioni di cui al precedente punto 3.

Relativamente a queste aree deve essere allegato allo strumento urbanistico uno studio idrologico-idraulico che definisca attraverso i normali metodi dell'idrologia con precisione il livello di rischio relativo all'area nel suo complesso, i risultati dello studio dovranno costituire elemento di base per la classificazione di fattibilità degli interventi. Nel caso in cui dallo studio risulti che l'area interessata è soggetta a fenomeni di inondazione con tempi di ritorno compresi tra 0 e 20 anni i nuovi strumenti urbanistici generali o loro varianti non dovranno consentire previsioni edificatorie salvo che per infrastrutture a rete non diversamente localizzabili a condizione che per queste ultime si attuino tutte le precauzioni necessarie per la riduzione del rischio idraulico a livelli compatibili con le caratteristiche dell'infrastruttura.

Nel caso in cui dallo studio risulti invece che l'area interessata è soggetta a fenomeni di inondazione con tempi di ritorno superiori a 20 anni dovranno essere previsti

interventi di messa in sicurezza atti alla riduzione del rischio ma non alteranti il livello dello stesso nelle aree adiacenti.

Tali interventi dovranno dimostrare il raggiungimento di un livello di rischio di inondazione per piene con tempo di ritorno superiore a cento anni e dovranno essere coordinati con altri eventuali piani idraulici esistenti.

Per quanto riguarda la perimetrazione di tali aree nella tavola 10 “Carta del rischio idraulico” si è proceduto secondo i seguenti criteri:

- **Pericolosità elevata (classe 4):** Inviluppo delle aree allagate provenienti dalle varie fonti (Variante generale al P.R.G. comunale e PTCP Firenze), riportate nella Tavola 8 “Carta delle aree storicamente allagate, interventi previsti dal Piano di Bonifica e reticolo delle acque pubbliche”.
- **Pericolosità media (classe 3):** Aree ricadenti negli ambiti A e B dei corsi d’acqua classificati non perimetrati in classe 4
- **Pericolosità bassa (classe 2) e Pericolosità irrilevante (classe 1):** aree individuate secondo criteri morfologici e geometrici.

I risultati ottenuti nella carta G10 sono stati ovviamente confrontati con quanto illustrato negli Atlanti cartografici del Piano Stralcio, del Piano Straordinario e della Proposta di Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I.) redatti dell’Autorità di Bacino : le aree perimetrate da quest’ultimo strumento sono state illustrate quale elemento conoscitivo nella tavola G9.

E’ da sottolineare inoltre il confronto con il piano di bonifica del Consorzio del Chianti da cui sono stati estratti gli interventi di carattere idraulico da realizzarsi nel territorio comunali ed riportati nella carta G8.

All’interno delle aree classificate a pericolosità idraulica 3 e classe 4 , devono essere perseguite strategie ed indirizzi di gestione della rete idraulica secondaria finalizzata

al recupero ed aumento della sua capacità di accumulo; infatti una parte rilevante dei compiti che deve svolgere il reticolo idraulico-agrario è quello di contenere e accumulare volumi consistenti di acque prima dell'immissione diretta nei collettori principali; il Regolamento Urbanistico dovrà pertanto prevedere norme ed incentivi che attuino tali indicazioni.

I progetti di urbanizzazione, i progetti di infrastrutture, i piani di miglioramento agricolo ambientale dovranno attenersi alle seguenti prescrizioni:

- non deve essere rialzata la quota di fondo dei fossi anche costituenti la rete agraria campestre;
- devono essere evitati restringimenti di sezione in corrispondenza di attraversamenti;
- deve essere ampliata la sezione di deflusso;
- nel caso di interventi insediativi rilevanti il progetto delle opere di urbanizzazione deve comprendere anche la rete di smaltimento delle acque superficiali e garantire anche che non siano aggravate le condizioni idrauliche del reticolo a valle;
- nel caso in cui i collettori a valle non siano in condizione di poter recepire incrementi di portata liquida il progetto di urbanizzazione deve contenere anche la previsione delle opere di mitigazione degli effetti.

Per le aree inserite in classe di pericolosità 3 per fattori idraulici deve essere allegato al Regolamento Urbanistico uno studio, studio idrologico-idraulico, che illustri lo stato di efficienza e lo schema di funzionamento delle opere idrauliche ove presenti o che comunque definisca il grado di rischio. I risultati dello studio dovranno costituire elemento di base per la classificazione di fattibilità degli interventi e ove necessario indicare soluzioni progettuali tese a ridurre al minimo possibile il livello di rischio ed i danni agli interventi per episodi di sormonto o di esondazione.

Per le aree classificate come 3 è fatto obbligo per i progetti di nuovi insediamenti la redazione di uno studio idrologico-idraulico per la valutazione del rischio.

Per le aree inserite in classe 4 di pericolosità per fattori idraulici deve essere allegato al Regolamento Urbanistico uno studio idrologico-idraulico che definisca attraverso i normali metodi dell'idrologia con precisione il livello di rischio relativo all'area nel suo complesso; i risultati dello studio dovranno costituire elemento di base per la classificazione di fattibilità degli interventi. Nel caso in cui l'area interessata sia soggetta a fenomeni di inondazione con tempi di ritorno compresi fra 0 e 20 anni il Regolamento Urbanistico non dovrà consentire previsioni edificatorie salvo che per infrastrutture a rete non diversamente localizzabili, a condizione che per queste ultime si attuino tutte le precauzioni necessarie per la riduzione del rischio idraulico a livelli compatibili con le caratteristiche dell'infrastruttura. Nel caso in cui dallo studio risulti invece che l'area interessata è soggetta a fenomeni di inondazione con tempi di ritorno superiori a 20 anni dovranno essere previsti interventi di messa in sicurezza atti alla riduzione del rischio ma non alteranti il livello dello stesso nelle aree adiacenti. Tali interventi dovranno dimostrare il raggiungimento di un livello di rischio di inondazione per piene con tempo di ritorno superiore a cento anni e dovranno essere coordinati con altri eventuali piani idraulici esistenti.

Pericolosità geologica

Per poter analizzare nel modo più oggettivo possibile i risultati del presente lavoro riferiti alla fattibilità degli interventi previsti a livello di Piano Strutturale, è stata redatta la cartografia della pericolosità, tenendo conto della situazione morfologica, geologica, idrogeologica, litotecnica dell'area, operando in conformità della "Deliberazione n° 94/85" del Consiglio Regionale L.R. n°21/84, Art.5 comma 5.1., ai sensi degli artt. 3 e 4 della L.R. 74/84 "Adozione di prescrizione e vincoli. Approvazioni di direttive".

Nella carta della Pericolosità geologica (G11) si individua nell'area oggetto di studio classi a crescente pericolosità in base alle caratteristiche litologiche, litotecniche, idrogeologiche, geomorfologiche e delle pendenze.

La pericolosità geologica è valutata in relazione alla classificazione del territorio basata dal confronto della zonizzazione del territorio in funzione delle caratteristiche tecniche dei terreni affioranti riportati nella Carta Litotecnica e dei processi e dei fenomeni occorrenti riportati nella Carta Geomorfologica. Sono inoltre tenute in particolare considerazione gli effetti locali delle sollecitazioni dinamiche¹⁵, valutando le situazioni morfologiche (orli di scarpata, e variazioni di pendenza dei versanti); le condizioni litologiche (alluvioni con depositi addensati e consistenti su roccia in posto; falde di detrito ben cementate, ammassi lapidei molto fratturati); l'instabilità dinamica per cedimenti e cedimenti differenziali (depositi di terreni con caratteristiche fisico-meccaniche scadenti, contatti tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche diverse).

¹⁵ Vedi la legenda della carta geomorfologica per gli aspetti sismici.

classe 1: pericolosità irrilevante - corrispondente ad aree in cui sono assenti limitazioni derivanti da caratteristiche geologico-tecniche e morfologiche. Tale classe per la complessità litologica e morfologica del territorio, sicuramente presente in talune superfici sommitale ed ai bordi di fondovalle non è stata considerata nella classificazione.

classe 2: pericolosità bassa - corrispondente a situazioni geologiche-tecniche apparentemente stabili sulle quali però permangono dubbi, che comunque potranno essere chiariti a livello di indagine geognostica e verifica di stabilità di supporto alla progettazione edilizia.

In questa classe ricadono le aree a debole pendenza di tutti i terreni dell'area con buone caratteristiche meccaniche e prive di spesse coperture detritiche.

classe 3: pericolosità media - corrispondente ad aree caratterizzate da situazioni geologico-tecniche e morfologiche del sito che rendono necessarie indagini geognostiche a supporto della progettazione. Non sono infatti presenti fenomeni attivi, tuttavia le condizioni locali sono tali da far ritenere che esso si trova al limite dell'equilibrio e/o essere interessato da fenomeni di amplificazione della sollecitazione sismica.

In queste zone ogni intervento edilizio è fortemente limitato secondo quanto definito dalla normativa del piano e dal regolamento urbanistico e le indagini di approfondimento dovranno essere condotte a livello d'area nel suo complesso. In taluni casi sono inoltre da prevedersi interventi di bonifica e miglioramento dei terreni e/o l'adozione di tecniche fondazionali di un certo impegno.

Tale classe è suddivisa in tre sottoclassi che attestano un incremento delle condizioni di pericolosità e per le quali la normativa del piano individuerà indagini, studi, misure di bonifica e miglioramento dei terreni in relazione alle verifiche di fattibilità degli interventi.

La sottoclasse 3.1 (pericolosità medio-bassa) è individuata dalle unità della carta litotecnica con caratteristiche fisico-meccaniche scadenti, quali le unità argillose e sabbioso-argillose, quelle del complesso caotico, i detriti. Sono inoltre considerati i terreni sabbiosi (PS) con pendenze $> 20\%$, Sabbioso-ghiaiose $> 35\%$, i livelli più pelitici della formazione di Sillano¹⁶ $>35\%$, così come dei flysch di Monteverde $>35\%$. Dalla carta geomorfologica sono stati talora riportati in questa classe alcune scarpate sub-verticali.

La sottoclasse 3.2 (pericolosità media), corrisponde a: versanti nell'unità sabbiose che superano la pendenza del 35% ; nelle unità argillitiche e detritiche con pendenze $> 25\%$, nell'unità di Sillano e Flysch di Monteverde con pendenze $>50\%$, Pcg-s $>50\%$, e Pcg $>70\%$.

La sottoclasse 3-3 (pericolosità medio alta). Sono considerate le aree di versante con frane antiche stabilizzate, porzioni di frane quiescenti ma in condizioni di relativa stabilità, i tratti di versante con fenomeni significativi tipo soliflusso, i detriti di versante con pendenze superiori al 35% che possono determinare fenomeni di instabilità dinamica, i pendii acclivi oltre il 70% per tutti i litotipi presenti nel territorio, così come in taluni casi le fasce circostanti le frane attive, le scarpate di degradazione.

classe 4: pericolosità elevata - in questa classe sono comprese aree caratterizzate da situazioni morfologiche che evidenziano processi gravitativi e di dissesto attivi o sono probabili fenomeni di instabilità.

Relativamente alle indagini svolte, sono necessari interventi di sistemazione ambientale e/o consolidamento, volti alla messa in sicurezza degli insediamenti esistenti e a prevenire il rischio per quelli futuri. La realizzazione delle opere atte a eliminare l'attuale rischio geologico e morfologico comporterà una nuova valutazione dello stato di pericolosità geologica. In altri termini nelle aree ricadenti in questa

¹⁶ I livelli più argillosi di detta formazione, che è inserita nell'unità litologica 7.

classe sono in generale da escludere interventi di tipo edilizio, urbanistico ed infrastrutturale; altrimenti qualsiasi opera che interessi tale aree dovrà essere subordinata agli esiti di una approfondita ed estesa indagine geologico-tecnica - in relazione ai fenomeni che hanno determinato la classificazione in P4 - con l'installazione di un eventuale sistema di monitoraggio e di un progetto di bonifica, corredato da un programma di verifica nel tempo dell'efficacia delle opere di sistemazione realizzate.

Considerazioni sulle analisi del sistema territoriale e sul paesaggio

Un esito importante interdisciplinare per l'analisi del territorio fornito anche dalle indagini geo-ambientali è quello delle definizioni strutturali, in particolare l'articolazione del territorio in sub-sistemi nell'ambito del sistema del Chianti, ed in UTOE ed ambiti omogenei.

Le U.T.O.E. sono interne ai sub-sistemi e comprendono le aree urbanizzate o urbanizzabili, per le quali sulla base delle classificazione delle pericolosità e della vulnerabilità delle risorse sarà in futuro elaborata la fattibilità degli interventi in relazione anche ai criteri sviluppati nel regolamento urbanistico.

Il territorio comunale è stato suddiviso nel subsistema 1 e cioè dei crinali e fondovalle della Pesa, che corrisponde all'ossatura tettonica e morfologica del territorio, e nello stesso tempo nel bacino principale della Pesa e dei suoi affluenti. Questo subsistema è suddiviso sempre con prevalenti criteri geo-morfologici ed idrografici nell'ambito del torrente Virginio, affluente in sinistra della Pesa, e nelle principali dorsali con i tipici crinali ad andamento nord-ovest sud-est, che separano il sottobacino del Virginio dalla Pesa (Il crinale della Romita), oppure con quello del suo affluente principale Virginiolo (Il crinale di Noce) e quello parallelo di Bonazza.

All'interno, nella parte meridionale di questo subsistema, al confine con lo spartiacque dell'Elsa è posta l'UTOE 1: l'area urbana di Tavarnelle.

Il subsistema 1 è poi articolato nell'ambito della Pesa, corrispondente ai crinali che bordano il fondovalle, che poi in destra idrografica al confine con il territorio comunale di San Casciano, a sud di Fabbrica, si sviluppano e risalgono a quote superiori con andamento verso est. Sono pertanto individuati nei sottobacini affluenti in destra della Pesa e costituiti da terreni dei eocenici, l'ambito di Badia a Passignano e dei crinali di levante. In sinistra, il sistema dei rilievi collinari nei terreni di flysch calcareo marnosi e calcarei corrisponde all'ambito dei crinali di San Donato e Matriolo

All'interno dell'ambito della Pesa è l'UTOE 2: Sambuca e l'area produttiva ed in quella dei crinali di San Donato l'UTOE 3: l'area urbana di San Donato in Poggio.

La porzione meridionale, sud-ovest del territorio è all'interno del bacino del fiume Elsa e corrisponde al Sub-sistema 2 Crinali e fondovalle dell'Elsa, dove in particolare definisce il sistema dei crinali a sud di Tavarnelle.

Fra le definizioni strutturali vi è quello della individuazione e definizione delle invarianti intese sia come elementi del territorio e del paesaggio, ma come anche sistema di azioni e prestazioni volte alla conservazione e valorizzazione delle risorse ambientali. In tal senso particolare importanza riguarda la pianificazione delle risorse idriche, la messa a punto di metodi di intervento per contrastare i processi erosivi sui versanti, la mitigazione dei fenomeni di pericolosità geologica ed idraulica.

Per quanto riguarda le invarianti strutturali oltre al reticolo idrografico, sono da considerare tutti gli specchi d'acqua artificiali, i pozzi significativi, non solo quelli dell'acquedotto (una volta definiti da specifiche ed approfondite indagini idrogeologiche), così come alcune scarpate "strutturali" dal punto di vista geomorfologico, in quanto elementi di importanza per i processi di instabilità di versante, ma anche con valore paesaggistico.

Sempre per quanto riguarda la dinamica morfologica dei versanti, le norme del piano assumono il principio generale da cui discendono o a cui si collegano le politiche di tutela e di valorizzazione del paesaggio agrario, dove il suolo agrario

deve essere considerato come *una risorsa essenziale non rinnovabile*, o rinnovabile in tempi molto lunghi, che, in quanto tale deve essere accuratamente conservata.

Invariante strutturale del paesaggio agrario è pertanto il principio che ogni intervento di trasformazione del territorio a prevalente o esclusiva funzione agricola deve assicurare che la perdita di dovute all'erosione non deve essere superiore alla sua quota di riformazione per i processi pedogenetici.

Anche quando i pendii non sono affetti da fenomeni di erosione accelerata, bisogna tenere in considerazione i processi, ed i collegati effetti, della *Tillage erosion*, e cioè l'erosione meccanica prodotta dalle lavorazioni. Inoltre nelle procedure di livellamento per l'impianto di colture in filare, è necessario controllare e regolamentare la sistemazione dei versanti poiché in molti casi i volumi spostati sono enormi e la perdita del suolo originario può essere totale (questo nel territorio di Tavarnelle vale in particolare per i suoli sviluppati sulle sabbie e ghiaie¹⁷). Talvolta gli orizzonti A e B superficiali sono completamente rimossi oppure ridistribuiti ai margini. Il risultato è normalmente una coltre di materiale rimaneggiato (orizzonte C e R mescolati) generalmente poco fertile e spesso idraulicamente sfavorevole ma che è comunque "adatta" alle colture specializzate ad altissimo reddito come i vigneti DOCG¹⁸.

¹⁷ Si tratta dell'unità pedologica della serie Alberese, della famiglia dei franco fini, misti (calcarei) mesici dei Typic Xerochrepts

¹⁸ Lorenzo Borselli, CNR Firenze "Erosione del suolo in Toscana: nuovi paradigmi e vecchie ipocrisie, Il geologo n.28, 2002.

Bibliografia

AA.VV. (2002) Il torrente Pesa e la sua valle. Gestione del corso d'acqua ed aspetti paesistici, storici e naturalistici del bacino idrografico. A cura di M.Brachi & E. Cappelletti. Consorzio di Bonifica Colline del Chianti, Provincia di Firenze.

BALLERINI, P., CANUTI, P., FOCARDI, P., GARZONIO, C.A., MORETTI, S., VANNOCCI, P. (1991) - Franosità e fenomeni erosivi sui terreni neogenici toscani: esperienze di studio nell'area di Montespertoli.- Seminario di studi sull'evoluzione del rilievo nei sedimenti argillosi e sabbiosi del Neogene e Quaternario. In: La gestione delle aree collinari argillose e sabbiose. Edizione delle Autonomie, Roma, n.30: 78-84.

BALLERINI P., COLICA A., GARZONIO C.A. & RODOLFI G. (1997) – Geomorphological dynamics of the representative hilly area of Montepaldi (Florence, Italy) subject to mass movements and intense agricultural activity. *Studia Universitatis Babes-Bolyai, Geographia*, XLII, 1-2: 29-40.

BERTOCCI R., CANUTI P., CASAGLI N., GARZONIO C.A. & VANNOCCI P. (1995) Landslides on clay and shale hillslopes in Tuscany (Italy). In Haneberg W.C. & Anderson S.A. (Ed) "Clay and Shale Slope Instability" *Geol.Soc.of America Reviews in Eng.Geol.*, Boulder, (Colorado,USA), v.10: 107-119

CANUTI P. & TACCONI P. (1975) – Idrogeologia e risorse idriche del bacino del fiume Arno: sottobacini dei fiumi Greve, Pesa, Elsa. *Studi di geologia Applicata e Geologia dell'Ambiente.*, n1, Estr. Atti Conf. Risorse idriche e assetto del territorio Provincia di Firenze. Con Carta Idrogeomorfologica scala 1:50.000.

CANUTI P., GARZONIO C.A, RODOLFI G.(1979-a) - Dinamica morfologica di un ambiente soggetto a fenomeni franosi e ad intensa attività agricola.- *Ann.ISSDS*, Firenze.vol.X : 81- 102

CANUTI P., FRASCATI F., GARZONIO C.A., RODOLFI G.(1979-b)-Carta geomorfologica di Lucignano. Regione Toscana -CNR Progetto Finalizzato "Conservazione del suolo", Sotto Progetto "Fenomeni Franosi" LAC Firenze.

CANUTI. P., FOCARDI P.GARZONIO C.A., RODOLFI G., VANNOCCI P.(1982) Stabilità dei versanti nell'area rappresentativa di Montespertoli:Carta geologico-

tecnica, carta morfometrica, uso del suolo.- CNR PF CONSERVAZIONE DEL SUOLO, SELCA Firenze

CANUTI P., GARZONIO C.A., RODOLFI G., VANNOCCI P.(1986)- Stabilità dei versanti nell'area rappresentativa di Montespertoli: carta delle attività delle forme e delle isoplete; stabilità morfologica.- CNR GNDCI.SELCA, Firenze.

CANUTI P., CASAGLI N., GARZONIO C.A., FOCARDI P. (1994) - Lithology and slope instability in the basin of the Arno River. Atti 76° Riunione Estiva-Congresso Nazionale della Società Geologica Italiana, Firenze 1992. Mem. Soc. Geol. It. XLVIII, 739-754.

FOCARDI P., GARZONIO C.A. (1983)- La frana di Marcialla (Certaldo, Firenze).- Geol.Tecn.n.1: 13-19 (tav.)

GARZONIO C.A.(1982)- Dissesti in aree di intensa attività agricola: alcuni esempi di fenomeni franosi in una zona vitivinicola della Toscana.- L'Universo, LXII n.4:707-732

GEOECO (1996) Indagini geologico-tecniche di supporto alla redazione della Variante urbanistica di adeguamento al piano regionale delle attività estrattive PRAE – di un'area ubicata in località Podere Pescina nel Comune di Tavarnelle val di Pesa.

GEOECO (1996) Indagini geologico-tecniche di supporto alla redazione della Variante urbanistica di adeguamento al piano regionale delle attività estrattive PRAE – di un'area ubicata in località Località Ginestra nel Comune di Tavarnelle val di Pesa.

GEOECO (1996) Aree C3 Sambuca. Interventi per la riduzione del rischio di inondazione ai sensi della deliberazione del Consiglio regionale 24.06.1994. n.230.

GEOTECNO (1997) Circonvallazione del capoluogo fra via Pallazzuolo e Mocale. Relazione di fattibilità.

GEOECO (2000) Indagini geologico-tecniche di supporto al piano di recupero per la trasformazione di parte dei fabbricati del complesso scolastico Edmondo de Amicis in residenza nel Capoluogo.

GEOECO (1997) Indagini geologico-tecniche di supporto al piano di recupero di Badia a Passignano.

GEOECO (1993) Indagini geologico-tecniche sulla zona F/6 Variante generale al PRG.

GEOECO (1997) Indagini geologico-tecniche di supporto al piano di recupero di San Donato in Poggio.

GEOECO (2001) Indagini geologico-tecniche di supporto al piano di recupero urbano del Capoluogo.

SONGEO (2002) Campagna geognostica per la progettazione della circonvallazione del capoluogo tra via Palazzuolo e SS:Cassia in località San Michele.

Studio Geologico Fiorentino (2001) Circonvallazione del capoluogo tra via Palazzuolo e SS:Cassia in località San Michele. Relazione geologica di supporto alla variante al PRG.

Allegati.

Allegato 1 Schedatura dei pozzi riportati nella relativa carta (G6), tramite le denunce al Genio Civile ed alla Provincia.

Allegato 2 Elenco sondaggi e dati geotecnici come riportato nella carta dei sondaggi G13

Allegato 3 Relazione sull'analisi degli effetti ambientali delle trasformazioni agricoli.