



**COMUNE DI  
MONTOPOLI IN VAL D'ARNO**  
(PROVINCIA DI PISA)

**PIANO STRUTTURALE**

**VARIANTE GENERALE AI SENSI DELLA L.R.T. 1/05 e DEL D.P.G.R.T. 26/R/07**

**Sindaco:** Alessandra Vivaldi  
Assessore all'Urbanistica: Claudio Sassetti  
Assessore all'Ambiente: Maria Vanni

**Responsabile del Procedimento:**  
- Arch. Nicola Gagliardi

**Progettisti incaricati:**  
- Arch. Giovanni Maffei Cardellini  
- Dott. Geol. Fabio Mezzetti

**Ufficio di Piano:**  
- Katia Banti  
- Serena Bonsignori - Garante della Comunicazione  
- Raffaella Ciabatti  
- Nicola Gagliardi  
- Luisetta Giglioli  
- Stefano Lotti

**Consulenti:**  
- Ing. Nicola Croce  
- Dott.ssa Monica Baldassarri

**RELAZIONE**

**Luglio 2008**



**Studio di geologia dott. Fabio Mezzetti**  
via mario canavari, 15 - 56127 - Pisa  
tel. e fax: 050 576231  
email: fmezzetti@iol.it

\_\_\_\_\_   
timbro e firma

STUDIO GEOLOGICO TECNICO

## INDICE

	pagina
1. Premessa	01
2. Metodologia di studio	02
3. Inquadramento geologico strutturale	05
3.1. Evoluzione paleogeografica del territorio di Montopoli	05
3.2. Cenni di tettonica	06
4. Il contesto geomorfologico	07
4.1. Caratteristiche geologiche e stratigrafiche (TAV.1 e TAV.2)	08
4.2. Caratteristiche litologico-tecniche dei terreni (TAV.3)	10
4.3. Dati geotecnici di base (TAV.4)	11
4.4. Caratteristiche geomorfologiche (TAV.5)	12
4.5. Caratteristiche clivometriche (TAV.6)	16
5. Il contesto idrogeologico ed idraulico	17
5.1. Caratteristiche idrologico-idrauliche (TAV.7)	17
5.2. Caratteristiche idrogeologiche e piezometriche (TAV.8)	18
6. Valutazione di pericolosità	20
6.1. Pericolosità geomorfologica (TAV.9)	20
6.1.1. Attribuzione delle aree a pericolosità geomorfologica	21
6.2. Pericolosità idraulica (TAV.10)	22
6.2.1. Attribuzione delle aree a pericolosità idraulica	23
6.3. Problematiche idrogeologiche (TAV.11)	24
6.3.1. Attribuzione delle aree a vulnerabilità della risorsa idrica	24
6.4. Pericolosità sismica locale (TAV.12)	25
6.4.1. Il contesto sismico	25
6.4.2. La carta ZMPSL	26
6.4.3. Attribuzione delle aree a pericolosità sismica locale	28
7. Caratteristiche di fattibilità degli interventi	28

## APPENDICE

Verifiche idrauliche in corso - nota del consulente tecnico Ing. Nicola Croce.

### ELENCO DELLE TAVOLE

	scala
TAV. 1.1 e 1.2 Carta geologica	1:5.000
TAV. 2 Sezioni geologiche	1:5.000/2.000
TAV. 3.1 e 3.2 Carta litologico tecnica	1:5.000
TAV. 4.1 e 4.2 Carta dei dati di base	1:5.000
TAV. 5.1 e 5.2 Carta geomorfologica	1:5.000
TAV. 6.1 e 6.2 Carta delle pendenze dei versanti	1:5.000
TAV. 7.1 e 7.2 Carta delle aree allagabili	1:5.000
TAV. 8.1 e 8.2 Carta idrogeologica	1:5.000
TAV. 9.1 e 9.2 Carta delle aree a pericolosità geomorfologica	1:5.000
TAV. 10.1 e 10.2 Carta delle aree a pericolosità idraulica	1:5.000
TAV. 11.1 e 11.2 Carta delle aree con problematiche idrogeologiche	1:5.000
TAV. 12.1 e 12.2 Carta delle zone a maggior pericolosità sismica locale (ZMPSL)	1:5.000

### ELENCO DEGLI ALLEGATI

ALL. 1 Dati di base

## **1. Premessa**

La presente relazione illustra lo studio geologico tecnico, redatto su incarico dell'Amministrazione Comunale di Montopoli in Val d'Arno (PI), a supporto della Variante generale al Piano Strutturale di adeguamento alla L.R. n.1 del 03/01/05 che costituisce un aggiornamento del quadro conoscitivo per i vari aspetti di carattere geologico che concorrono alla definizione delle aree a pericolosità geomorfologica, a pericolosità idraulica, a pericolosità sismica locale ed a problematiche idrogeologiche del territorio montopolese, così come previsto dalle nuove normative in materia.

In particolare lo studio è stato realizzato in ottemperanza del Decreto del Presidente della Giunta Regionale n.26/R del 27 Aprile 2007 "Regolamento di attuazione dell'articolo 62 della legge regionale 3 gennaio 2005, n.1 (Norme per il governo del territorio) in materia di indagini geologiche", del D.P.C.M. 06/05/05 di approvazione del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) redatto dall'Autorità di Bacino del Fiume Arno, della D.C.R.T. n.72 del 24/07/07 di approvazione del nuovo Piano di Indirizzo Territoriale (P.I.T.) della Regione Toscana, della D.C.P. n.100 del 27/07/06 di approvazione del nuovo Piano Territoriale di Coordinamento (P.T.C.) della Provincia di Pisa e, per alcune elaborazioni aggiuntive, in riferimento ai contenuti della precedente normativa sulle indagini geologico tecniche di supporto alla pianificazione urbanistica (D.R. n.94/'85).

Facciamo presente che il vigente Piano Strutturale comunale è supportato da elaborati geologici redatti nel Maggio 1997 dallo studio Technogeo dei geologi L. Bruni e O. Della Vista secondo le modalità della superata normativa urbanistica L.R. n.5/'95 e della superata normativa geologica applicata all'urbanistica D.R. n.94/'85 e D.C.R.T. n.230/'94 per quanto riguarda i provvedimenti sul rischio idraulico; tali elaborati hanno rappresentato il punto di partenza per l'aggiornamento eseguito sulla base dei dati esistenti relativi a successive e numerose indagini effettuate sul territorio comunale, sia per il rilascio delle singole concessioni edilizie che di supporto a piani urbanistici o progetti specifici, integrati da specifiche indagini e controlli eseguiti in sito.

Gli elaborati cartografici sono stati aggiornati ed integrati anche in funzione degli ultimi studi geologici messi a disposizione dalla Regione Toscana ("Cartografia geologica di base in scala 1:10.000") e dalla Provincia di Pisa ("La geologia della Provincia di Pisa - cartografia, geositi e banche dati") recependo inoltre le perimetrazioni delle aree con pericolosità da fenomeni geomorfologici di versante e quelle delle aree con pericolosità idraulica delle cartografie del P.A.I.. Per quest'ultime facciamo presente che è in corso un rapporto di collaborazione tecnica con l'Autorità di Bacino del Fiume Arno, ai sensi dell'art.35 delle norme di attuazione del P.A.I., per una rivisitazione delle perimetrazioni di pericolosità geomorfologia ed idraulica dello stesso P.A.I., sulla base degli approfondimenti di indagine svolti per l'aggiornamento del quadro conoscitivo di supporto alla presente Variante generale al Piano Strutturale. In particolare, per quanto riguarda gli aspetti geomorfologici questi sono stati approfonditi e verificati mentre per quanto riguarda le verifiche idrauliche, queste sono in corso di definizione con i tecnici dell'Autorità di Bacino ed il consulente tecnico comunale Ing. Nicola Croce (vedi sua nota circa le "**verifiche idrauliche in corso**" riportata in appendice alla presente relazione); nel frattempo il presente studio recepisce le perimetrazioni e le verifiche contenute nel P.A.I..

Le nuove carte geotematiche sono state prodotte in formato digitale attraverso la georeferenziazione dei vari tematismi in ambiente GIS (Archview) e la creazione del loro rispettivo database, utilizzando come base cartografica una sovrapposizione informatica della cartografia al 2.000 realizzata ed aggiornata dal Comune di Montopoli in Val d'Arno con i fogli della Carta Tecnica Regionale al 10.000 e con quelli disponibili della Carta Tecnica Regionale al 2.000 forniti dalla Regione Toscana.

## **2. Metodologia di studio**

L'aggiornamento del quadro conoscitivo del piano strutturale per gli aspetti geologici, partendo dalle carte geotematiche prodotte nel 1997 a supporto del vigente P.R.G. e nel rispetto del D.P.G.R. 26/R/'07, si è articolato secondo le seguenti fasi di lavoro:

- acquisizione degli elaborati cartografici relativi al P.A.I. ed al P.T.C., degli ultimi studi geologici effettuati sul territorio comunale da parte della Regione Toscana e della Provincia di Pisa, degli studi di dettaglio di supporto sia a piani urbanistici che a progetti specifici eseguiti a livello comunale e dei dati geologico tecnici relativi ad indagini puntuali eseguite per il rilascio delle singole concessioni edilizie estratti dagli archivi comunali;
- verifica ed integrazione degli elementi geologico-strutturali e geomorfologici attraverso nuovi controlli sul terreno con particolare disamina delle situazioni critiche in evoluzione;
- caratterizzazione delle unità litostratigrafiche che costituiscono la struttura geologica sotto il profilo litotecnico, in base ai nuovi numerosi dati puntuali sulle caratteristiche geotecniche dei terreni investigati nella loro porzione più superficiale;
- censimento dei “pozzi superficiali” significativi, con misurazione del livello di falda in condizioni statiche; ricostruzione dell'andamento della superficie piezometrica dell'acquifero superficiale; individuazione della rete idrografica principale e secondaria di scolo delle acque superficiali; individuazione delle aree soggette a fenomeni di ristagno delle acque e di difficoltoso drenaggio;
- caratterizzazione del territorio comunale sulla base delle pendenze dei versanti distinte in sei classi a diversa acclività;
- verifica e definizione degli ambiti territoriali comunali interessati da allagamenti per fenomeni di inondazione da corsi d'acqua riferiti a tempi di ritorno di 20, 30, 100, 200 e 500 anni (in corso);
- zonizzazione del territorio comunale eseguita sulla base delle caratteristiche relative alla “pericolosità geomorfologica”, alla “pericolosità idraulica”, alla “pericolosità sismica locale” ed alle “problematiche idrogeologiche” legate alla vulnerabilità degli acquiferi presenti nel sottosuolo del territorio di Montopoli in Val d'Arno.

Nell'elaborazione dei vari geotematismi si è tenuto conto della nuova documentazione acquisita con particolare riferimento agli elaborati del P.A.I. (recepiti integralmente), alla cartografia geologica di base al 10.000 della Regione Toscana, agli elaborati del P.T.C., alla cartografia geologica e geomorfologica della Provincia di Pisa (realizzata con la supervisione scientifica del C.N.R. “Centro di studio della geologia strutturale e dinamica dell'Appennino”) ed agli studi per la salvaguardia idraulica del torrente Vaghera e per la riduzione del rischio idraulico del Fiume Arno finalizzati alla realizzazione della cassa di espansione denominata “Montopoli” (realizzati di concerto con l'Autorità di Bacino del Fiume Arno).

Lo studio geologico tecnico di supporto alla Variante al Piano Strutturale è composto dai seguenti elaborati:

- **relazione** tecnica descrittiva delle varie carte tematiche prodotte che illustra gli aspetti che concorrono alla definizione dell'assetto geologico tecnico del territorio e sintetizza gli elementi che da esse emergono e che possono rappresentare controindicazioni con limitazioni alle utilizzazioni previste, le ipotesi alternative o le contromisure da adottare.
- **elaborati cartografici:**

**"carta geologica"** contiene informazioni sulle unità litostratigrafiche costituenti il territorio e che definiscono l'assetto strutturale tettonico; le unità sono distinte sulla base delle caratteristiche litologiche, paleontologiche, sedimentologiche, petrografiche e mineralogiche riconoscibili in affioramento e per mezzo delle indagini in sito; sono inoltre cartografati i principali elementi strutturali quali le faglie;

**"sezioni stratigrafiche"** contiene informazioni sull'andamento stratigrafico del sottosuolo attraverso la ricostruzione di alcune sezioni litostratigrafiche interessanti il territorio comunale; le sezioni sono riprese da alcuni schemi stratigrafici noti in bibliografia;

**"carta litologico-tecnica"** contiene informazioni sulle caratteristiche geotecniche dei terreni più superficiali riscontrate ed analizzate per mezzo soprattutto delle numerose indagini in sito effettuate sul territorio comunale, che hanno consentito di suddividerlo in zone caratterizzate da litotipi che possono manifestare comportamento meccanico omogeneo raggruppati in unità litotecniche;

**"carta geomorfologica"** contiene informazioni sulle forme, i processi ed i depositi legati alla dinamica di versante ed alla dinamica fluviale (quali corpi di frana, soliflusso, ruscellamento) e la valutazione del relativo stato di attività (attivo, quiescente, inattivo) verificato attraverso un controllo diretto sul terreno e sulla base delle aree in dissesto e delle aree di influenza (rispettivamente zona 1 e zona 2 ai sensi del D.P.G.R. 26/R/'07); gli elementi evidenziati nella cartografia derivano, per gran parte, da quelli riportati negli elaborati del P.A.I., della Regione Toscana, del P.T.C. e del vigente P.R.G., opportunamente controllati e definiti a scala di maggior dettaglio;

**"carta dei dati di base"** contiene l'ubicazione puntuale dei dati geognostici presenti sul territorio comunale derivanti da indagini eseguite in situ che sono stati utilizzati per la caratterizzazione litotecnica e stratigrafica dei terreni; tali dati sono relativi a prove penetrometriche statiche, prove penetrometriche dinamiche, saggi e sondaggi geognostici e logs stratigrafici relativi a pozzi per acqua; la documentazione di ogni singola prova costituisce i dati di base che sono stati accorpati e riportati in allegato (ALL.1 "Dati di base");

**"carta delle pendenze dei versanti"** contiene informazioni sulle caratteristiche di acclività dei terreni che sono distinti in sei classi di pendenza ritenute significative in rapporto al quadro altimetrico locale ed alle soglie che rivestono importanza nei confronti della propensione al dissesto dei terreni;

**"carta delle aree allagabili"** contiene informazioni sulle aree morfologicamente depresse soggette a difficoltoso drenaggio delle acque superficiali e sulle aree che si trovano in situazione morfologicamente sfavorevole rispetto ai fenomeni di inondazione dai corsi d'acqua;

**"carta idrogeologica"** contiene informazioni sugli aspetti idrogeologici principali come l'andamento della superficie piezometrica dell'acquifero superficiale, l'ubicazione dei pozzi privati censiti; l'ubicazione dei pozzi e della sorgente ad uso idropotabile presenti sul territorio comunale con le relative aree di rispetto, la rete idrografica principale e secondaria, le condizioni di drenaggio superficiale e le aree soggette a ristagno d'acqua;

**"carta delle aree a pericolosità geomorfologica"** sintetizza la zonizzazione di pericolosità di tipo geomorfologico nella quale sono distinte le varie porzioni del territorio comunale secondo i criteri indicati dal D.P.G.R. 26/R/'07 e conformemente agli elaborati del P.A.I. dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno; i due rispettivi criteri di perimetrazione sono stati sovrapposti e distinti sulla carta riconducendo le relative zonizzazioni alle quattro classi di pericolosità: G1-Bassa, G2-Media, G3-Elevata, G4-Molto Elevata ai sensi del D.P.G.R. 26/R/'07 ed alle quattro aree P.F.1-Moderata, P.F.2-Media, P.F.3-Elevata, P.F.4-Molto Elevata ai sensi del P.A.I..

**"carta delle aree a pericolosità idraulica"** sintetizza la zonizzazione di pericolosità di tipo idraulico nella quale sono distinte le varie porzioni del territorio comunale secondo i criteri indicati dal D.P.G.R. 26/R/'07 e conformemente agli elaborati del P.A.I. dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno; i due rispettivi criteri di perimetrazione sono stati sovrapposti e distinti sulla carta riconducendo le relative zonizzazioni alle quattro classi di pericolosità: I1-Bassa, I2-Media, I3-Elevata, I4-Molto Elevata ai sensi del D.P.G.R. 26/R/'07 ed alle quattro aree P.I.1-Moderata, P.I.2-Media, P.I.3-Elevata, P.I.4-Molto Elevata ai sensi del P.A.I..

**"carta delle aree con problematiche idrogeologiche"**, sintetizza la zonizzazione di vulnerabilità della risorsa idrica in funzione del grado di protezione degli acquiferi da eventuali inquinanti nella quale sono distinte le varie porzioni del territorio comunale, secondo i criteri indicati dal P.T.C. della Provincia di Pisa; sulla carta le perimetrazioni sono ricondotte, in analogia alle altre carte di pericolosità, alle quattro classi di pericolosità: V1-Bassa, V2-Media, V3-Elevata, V4-Molto Elevata.

**"carta delle zone a maggior pericolosità sismica locale (ZMPSL)"** sintetizza la zonizzazione di pericolosità di tipo sismico nella quale sono distinte le varie porzioni del territorio comunale secondo i criteri indicati dal D.P.G.R. 26/R/'07; sulla carta le perimetrazioni delle aree soggette ad amplificazione locale o di sito in occasione di eventi sismici sono ricondotte alle relative quattro classi di pericolosità: S1-Bassa, S2-Media, S3-Elevata, S4-Molto Elevata ai sensi del D.P.G.R. 26/R/'07.

Le suddette carte geotematiche, georeferenziate, utilizzano una base cartografica costituita da una sovrapposizione informatica dei fogli al 2.000 realizzata ed aggiornata dal Comune di Montopoli in Val d'Arno con i fogli della Carta Tecnica Regionale al 10.000 e con quelli disponibili della Carta Tecnica Regionale al 2.000 forniti dalla Regione Toscana e sono restituite in scala 1:5.000 attraverso la definizione di due tavole per ogni carta tematica, rappresentative della porzione settentrionale e meridionale del territorio comunale di Monopoli in Val d'Arno.

Le carte di pericolosità e vulnerabilità che sintetizzano il quadro conoscitivo per gli aspetti geomorfologici, idrogeologici, idraulici e sismici saranno sovrapposte alle nuove previsioni urbanistiche, per fornire attendibili informazioni circa la fattibilità geologica dei singoli interventi proposti.

Fattibilità geologica che sarà definita in sede di Regolamento Urbanistico attraverso la distinzione in quattro crescenti classi di fattibilità contenenti ciascuna particolari vincoli e piani di indagine nel rispetto del D.P.G.R. 26/R/'07, fermo restando il completo recepimento delle normative contenute nel P.A.I. dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno approvato con D.P.C.M. 06/05/05 (G.U. n.230 del 03/10/05).

Per quanto riguarda l'elaborazione informatica delle cartografie redatte in formato digitale in ambiente GIS, il lavoro si è articolato in varie fasi successive per l'acquisizione, l'analisi, la creazione e la verifica dei dati in formato vettoriale relativi ad elementi a geometria puntuale (quali ad esempio: ubicazione delle prove geognostiche e dei pozzi), a geometria lineare (quali ad esempio: orli di scarpata e curve isopieze) ed a geometria poligonale (quali ad esempio: corpi di frana ed aree soggette a ristagno). Tutti i files relativi agli elementi contenuti nelle cartografie dello studio geologico hanno un database strutturato in modo da contenere le informazioni essenziali alla loro identificazione come ad esempio per gli elementi geomorfologici analizzati la descrizione della forma, lo stato di attività, la fonte di provenienza, l'attribuzione tipologica, ecc...

### **3. Inquadramento geologico strutturale**

Una sintetica descrizione degli assetti geologico strutturali, tettonici e idrogeologici in cui si colloca il territorio comunale di Monopoli in Val d'Arno è riportata nei sottostanti paragrafi.

#### **3.1. Evoluzione paleogeografia del territorio di Montopoli**

Il territorio comunale di Montopoli in Val d'Arno si colloca in un'area compresa tra i rilievi collinari pliocenici di Palaia, a sud, la pianura alluvionale del Fiume Arno, a nord, la valle del fiume Elsa, ad est e quella del fiume Era, ad ovest. Queste due valli, i cui corsi d'acqua confluiscono in sinistra d'Arno, drenano due bacini di sprofondamento tettonico neogenico ad asse appenninico (NW-SE) posti ad oriente, la Valdelsa, e ad occidente, la Valdera, della Dorsale Medio Toscana. Questa è rappresentata dai rilievi con affioranti rocce triassiche e pre-triassiche che dal Monte Pisano si prolungano nei nuclei di Iano, della Montagnola Senese, di Monticano fino a quelli del Grossetano (Giannini et al., 1971); nell'insieme la dorsale descrive un arco a concavità occidentale, interno e parallelo a quello dell'attuale crinale dell'Appennino Settentrionale.

La Dorsale Medio Toscana è stata raggiunta e quasi completamente scavalcata dal mare pliocenico la cui trasgressione è avvenuta in un passaggio caratterizzato, nella Toscana occidentale, da accentuati sbalzi morfologici determinati dallo sviluppo della tettonica di distensione; questa è avvenuta in due fasi (Bertini et al., 1991): una prima compresa tra il Miocene medio e il Tortoniano superiore sviluppatasi in corrispondenza delle coperture (successioni toscana, ligure e sub-ligure) con un sistema di faglie dirette, una seconda compresa tra il Tortoniano superiore e il Pliocene medio (fino al Pleistocene inferiore in limitati settori geografici) che ha sviluppato le fosse tettoniche con prevalenti rigetti verticali.

Il quadro paleogeografico di questa parte della Toscana occidentale vedeva una successione di dorsali, a concavità occidentale, nella progressione da ovest: Meloria - Secche di Vada - Peritirrenica - Medio Toscana delineatesi nella prima fase distensiva di grande estensione alle quali si alternavano, in parte intersecandole, i bacini di sprofondamento tettonico a prevalente sviluppo verticale delineatisi a partire dall'inizio della seconda fase distensiva (Bossio et al., 1992).

Durante il Messiniano superiore l'isolamento del Mediterraneo aveva determinato una crisi di salinità per cui i bacini di sprofondamento tettonico della Toscana occidentale andarono a secco e/o furono sommersi dai depositi paralici definiti come di "lago-mare". Col riattivarsi delle comunicazioni tra Atlantico e Mediterraneo si sviluppò l'ingressione marina del Pliocene iniziale, al fondo dei bacini tettonici della Toscana occidentale, con la sostituzione delle acque della facies di lago-mare con acque marine di ambiente profondo realizzando la trasgressione "acqua su acqua" oppure, nelle aree rimaste all'asciutto nelle fasi del miocene terminale, sviluppando una rapida trasgressione diacrona. La trasgressione marina del Pliocene inferiore-medio ha interessato tutto il territorio comunale dove, sui fondali del paleomare, si depositarono strati di sedimenti detritici sabbiosi e argillosi che oggi costituiscono la maggior parte dei terreni delle colline montopolesi e dentro i quali non sono rari livelli ricchi di fossili.

Dopo il Pliocene, l'area iniziò un lento sollevamento tettonico a cui seguì il ritiro definitivo del mare ma è stato durante il Pleistocene medio che, a causa di un nuovo sollevamento, si innalzarono i sedimenti fluvio-lacustri depositi nel frattempo in un antico lago che si estendeva dal Monte Pisano al Montalbano e che oggi, per il territorio di Montopoli, troviamo prevalentemente lungo la dorsale a nord del torrente Vaghera e immediatamente a sud dello stesso torrente. Durante l'Olocene si sono poi definiti i tratti attuali della valle dell'Arno e delle valli minori, procedendo l'erosione progressiva dei rilievi.

### 3.2. Cenni di tettonica

Da un punto di vista strutturale il territorio montopolese è quindi situato nella zona di transizione tra i bacini distensivi della Valdera e della Valdelsa corrispondente ad un cuneo sedimentario pliocenico-quadernario che giace in discordanza sulle rocce del tratto di Dorsale Medio Toscana compreso tra il Monte Pisano e Iano-Montaione. Il sollevamento intorno ai 200 m di tutto questo cuneo sedimentario dovrebbe essere avvenuto dopo la deposizione del ciclo del Pleistocene inferiore, come suggerito dal fatto che le faglie dello sprofondamento tettonico della Valdera non si sono sviluppate a nord dell'allineamento di Villa Saletta-Partino-Palaia. In effetti le quote intorno, e talora oltre, i 100 m alle quali si trovano i depositi fluvio-lacustri della formazione di Casa Poggio ai Lecci nelle colline dell'orlo meridionale del Valdarno, dalle Colline Pisane a Montopoli e San Miniato, pur non potendo per la natura continentale di questi depositi essere considerate indicative dell'antico livello del mare, sono tali da lasciare presupporre un notevole sollevamento tettonico posteriore alla loro deposizione, certamente avvenuta nell'ambito cronologico del Pleistocene medio (Marroni et al., 1990).

Indagini geofisiche e perforazioni nel sottosuolo (Ghelardoni et al., 1968) hanno raggiunto la Dorsale Medio Toscana, sepolta da sedimenti affioranti del Pliocene, del Pleistocene inferiore e medio e dell'Olocene, evidenziando un approfondimento, tra Montecastello e Palaia, di oltre 1.000 m con sovrapposizione di sedimenti anche del Miocene superiore. Ad ovest di Montopoli si sprofonda il bacino dell'Era con uno spessore di sedimenti neogenici di più di 1.500 m, mentre ad est si sprofonda il bacino dell'Elsa con uno spessore di sedimenti neogenici di più di 2.000 m.

Il ciclo sedimentario pliocenico si compone di un complesso basale trasgressivo le cui litologie prevalenti sono sabbie e subordinatamente conglomerati e calcari detritici, tutte con fossili marini, di un complesso intermedio costituito da argille azzurre e di un complesso superiore a tendenza generale regressiva ma disomogeneo, in quanto composto da diverse alternanze di banchi di sabbie e di banchi di argille sabbioso-limose.

La successione litologica del Pleistocene inferiore si compone di un ciclo stratigrafico completo con fase trasgressiva rappresentata dalle sabbie e argille ad Arctica islandica di facies marina e dalle argille talora torbose di Vignanuova di Peccioli di facies salmastra e con fase regressiva corrispondente alle sabbie di Nugola Vecchia di facies in prevalenza marina.

La successione del Pleistocene medio corrisponde ad alcuni residui terrazzati dell'orlo collinare del Valdarno inferiore composti da conglomerati, sabbie e limi di Casa Poggio ai Lecci di facies fluvio-lacustre e dalle lenti, a questi intercalate, di tufiti marno-sabbiose di Monopoli datate a 0,59 +/- 0,08 Ma (Arias et al., 1980).

La successione del Pleistocene superiore-Olocene corrisponde a depositi fluviali disposti nelle valli principali, sia al fondo sia in terrazzi, e risalenti spesso anche le valli minori.

#### **4. Il contesto geomorfologico**

In questo paragrafo vengono analizzate e descritte le caratteristiche litologiche, stratigrafiche, litotecniche, geomorfologiche e clivometriche dei terreni interessanti il territorio comunale di Monopoli in Val d'Arno che sono riportate sulle relative carte geotematiche di base.

##### **4.1. Caratteristiche geologiche e stratigrafiche (TAV.1 e TAV.2)**

Nell'ambito del presente studio è stato eseguito un lavoro di analisi, verifica ed integrazione degli aspetti geologici inerenti le "unità litostratigrafiche" affioranti sul territorio montopolese, attraverso una sovrapposizione degli elementi esistenti e costituenti il quadro conoscitivo di supporto al vigente P.S. con quelli di nuova acquisizione; tali nuovi elementi sono riferibili principalmente alla carta geologica di base al 10.000 della Regione Toscana, alla carta geologica della Provincia di Pisa curata dal C.N.R. ed ai risultati delle numerose investigazioni geognostiche del sottosuolo a cui hanno fatto seguito ulteriori successivi controlli sul terreno, con particolare disamina delle litologie affioranti.

La sintesi finale della caratterizzazione geologica del territorio comunale di Monopoli in Val d'Arno è rappresentata sulla "**Carta geologica**" di **TAV.1**.

Il territorio comunale risulta caratterizzato, in affioramento, dalle seguenti "unità litostratigrafiche", a partire da quella più recente (le sigle utilizzate per la definizione delle singole unità sono quelle utilizzate nella cartografia geologica della Provincia di Pisa curata dal C.N.R.):

##### CONa - Cono alluvionale (età: Olocene)

si tratta di depositi fluviali aventi una forma di accumulo tipica a ventaglio che si aprono allo sbocco dei corsi d'acqua in pianura e sono costituiti dal materiale detritico derivato dai processi erosivi che agiscono all'interno del bacino idrografico; i sedimenti che lo costituiscono sono granulometricamente vari e nel territorio montopolese, in particolare, si rinvencono allo sbocco in pianura della valle del torrente Chiecina;

##### CD - Cono di deiezione (età: Olocene)

si tratta di depositi di conoide originati dai corsi d'acqua a regime torrentizio costituiti da materiali ciottolosi e ghiaiosi in matrice sabbioso limosa contenente elementi litoidi di varie dimensioni, talvolta in assetto caotico, provenienti dai rilievi circostanti; sono presenti nelle porzioni più basse dei rilievi allo sbocco nel fondovalle ed in particolare, nel territorio montopolese, lungo il margine sud ovest dei rilievi collinari in corrispondenza della valle di Fogna;

##### ALRm - Depositi alluvionali recenti a tessitura mista (età: Olocene)

si tratta di depositi a granulometria mista che si sviluppano nei fondovalle collinari fino allo sbocco con la pianura del Fiume Arno, a seguito dell'attività torrentizia delle acque di ruscellamento superficiale e del trasporto per gravità; la composizione mista dei sedimenti deriva dalle azioni di disfacimento delle unità costituenti i rilievi collinari;

##### ALRs - Depositi alluvionali recenti prevalentemente sabbioso-limosi (età: Olocene)

si tratta di sedimenti a prevalenza sabbiosa e limosa, in rapporto variabile, depositati in alcuni fondovalle allo sbocco con la piana dell'Arno; occupano limitate porzioni della parte settentrionale del territorio comunale come quella in località Villino di Palea;

##### ALRI - Depositi alluvionali recenti prevalentemente argilloso-limosi (età: Olocene)

si tratta di sedimenti prevalentemente fini con limi e argille in rapporto variabile, e subordinatamente sabbie, depositati dal fiume Arno; occupano completamente la porzione di pianura settentrionale del territorio comunale prospiciente l'attuale corso dell'Arno stesso;

#### ALAm - Depositi alluvionali antichi (età: Pleistocene superiore - Olocene)

si tratta di depositi alluvionali, di origine fluviale, reinciati in terrazzi presenti nelle valli minori che si affacciano nel Valdarno ed in particolare sui rilievi collinari tra Monopoli capoluogo e San Romano, a sud del corso del torrente Vaghera; le litologie prevalenti sono sabbie e limi;

#### CPLt - Tufiti di Montopoli (età: Pleistocene medio)

affiorano in lenti e livelli all'interno della formazione di Casa Poggio ai Lecci sui rilievi collinari che orlano in sinistra idrografica la piana dell'Arno ed in particolare sono prevalenti nella porzione centro occidentale del territorio comunale nei dintorni della località Monsone; sono costituite da marne sabbiose dal beige al bianco avorio, ricche di vetro vulcanico; sulla base di tracce di fissione sono state datate a 0.59 +/- 0.08 Ma (Arias et al. 1980), e riferite, sulla base di affinità geochimica, ai prodotti esplosivi dell'apparato Vicano nel Lazio settentrionale;

#### CPL - Formazione di Casa Poggio ai Lecci (età: Pleistocene medio)

affiorano prevalentemente in una fascia centrale del territorio comunale, che si estende da nord est a sud ovest, in corrispondenza delle porzioni terminali delle digitazioni collinari che si affacciano sulla piana dell'Arno; si tratta di conglomerati matrice-sostenuti a prevalenti ciottoli di quarziti ed anageniti in matrice prevalentemente sabbiosa, alternati a sabbie fortemente arrossate per pedogenesi e, meno frequentemente, a limi sabbiosi e sabbie in facies deltizia-lagunare e fluvio-palustre. In questa unità sono incluse almeno due diverse sequenze, entrambe terrazzate, ben visibili presso la Cava Campani, poco a ovest di Marti (Montopoli): nella facies deltizia-lagunare si hanno conglomerati matrice-sostenuti con ciottoli subarrotondati mediamente sortiti di provenienza dalle Unità Ligure, del Verrucano e della Serie Toscana, la matrice è sabbiosa a luoghi arrossata o con caliche ed è presente anche cemento carbonatico e lenti calcarenitiche con fori di litodomi, Ostreidi, Pectinidi e Coralli; nella facies fluvio-palustre si hanno conglomerati matrice-sostenuti, la matrice è limoso-argillosa, frequenti gli arrossamenti della matrice e in patine sui ciottoli.;

#### AIS - Formazione delle sabbie e argille ad Arctica Islandica (età: Pleistocene inferiore)

è presente un affioramento solo in una piccola zona dell'estremità meridionale del territorio comunale a monte della valle di Fogna; si tratta di una formazione di ambiente marino ristretto costituita da sedimenti a granulometria molto variabile: argille con limo sabbiose o debolmente sabbiose, limi con argilla sabbiosi e limi con sabbia argillosi, di colore grigio, spesso ricche di faune fossili ad ospiti nordici; presentano laminazioni piano-parallela, incrociata piana o laser; vi sono anche livelli arenitici ad andamento lenticolare; caratteristica è la presenza di Cladochora caespitosa e di Arctica islandica;

#### VLMs - Formazione di Villamagna - Sabbie di San Giusto (età: Pliocene medio)

è una delle due alternanti litofacies che costituiscono la formazione di Villamagna e che caratterizzano la porzione centro meridionale del territorio comunale; si tratta di livelli di sabbie fini grigio chiaro-gialle massive o con stratificazione piano parallela ed interstrati di limi argillosi, con livelli arenacei più cementati ricchi di Ostreidi, Pectinidi e Balanini; l'ambiente di sedimentazione è di mare basso e spiaggia;

#### VLMa - Formazione di Villamagna - Argille sabbiose di San Cipriano (età: Pliocene medio)

questa litofacies si alterna, nella porzione centro meridionale del territorio comunale, a quella delle sabbie di San Giusto costituendo la formazione di Villamagna, è caratterizzata da livelli di argille sabbiose o sabbie argillose nocciola o grigie e con limi talora con livelli torbosi; i macrofossili che si rinvencono localmente con frequenza, insieme alle caratteristiche sedimentarie, indicano un ambiente deposizionale marino di tipo neritico.

Sulla "Carta geologica" di TAV.1 in scala 1:5.000 sono distinte, con diversa colorazione e simbologia, le unità litostratigrafiche sopra descritte ed affioranti all'interno del territorio comunale di Monopoli in Val d'Arno e sono inoltre individuati gli elementi strutturali quali le faglie e le tracce delle sezioni stratigrafiche riportate sulla TAV.2. Le faglie, in particolare, interessano prevalentemente i rilievi collinari presenti nella porzione centro occidentale del territorio comunale ed hanno un andamento preferenzialmente nord est – sud ovest con alcune interagenti ad andamento opposto nord ovest – sud est.

Sulla base dei dati bibliografici e dei nuovi elementi raccolti, con particolare riferimento ai logs stratigrafici dei sondaggi eseguiti, è stato possibile ricostruire l'andamento schematico del sottosuolo di Montopoli attraverso la rivisitazione di otto sezioni stratigrafiche, di cui due (D, E) dagli elaborati geologici della Regione Toscana e sei (A, B, C, F, G, H) dagli elaborati geologici di supporto al vigente P.S. del dott. L. Bruni, in scala 1:5.000/2.000, che costituiscono l'elaborato di **TAV.2 "Sezioni geologiche"**.

Le sezioni geologiche A, B, F, G presentano un andamento sud ovest – nord est ed in particolare si estendono: la A dal rilievo collinare di Castel del Bosco, attraversando la porzione di fondovalle solcata dal rio Ricavo e dal torrente Chiecina, al rilievo collinare di Capanne; la B dal fondovalle del torrente Chiecina, attraversando il rilievo collinare di Montopoli capoluogo, al fondovalle del rio Cafaggio, la F dal fondovalle del rio Ricavo, attraversando i rilievi collinari che fiancheggiano il fondovalle del rio Risciolo, al fondovalle del rio Vallecchio, la G dal rilievo collinare di Marti, attraversando il fondovalle del fosso della Granchiaia, ai rilievi fiancheggiati il fondovalle del torrente Chiecina.

Le sezioni geologiche D, E, H presentano un andamento nord ovest – sud est ed in particolare si estendono: la D dal corso del Fiume Arno, attraversando il fondovalle solcato dal rio Ricavo, ai rilievi collinari nei dintorni di Marti; la E dai rilievi di San Romano, attraversando il fondovalle del torrente Vaghera, ai rilievi collinari di San Miniato; la H dal corso del Fiume Arno, attraversando il fondovalle del torrente Chiecina, ai rilievi collinari di Montopoli.

La sezione geologica C, infine, presenta un andamento sud – nord estendendosi dai rilievi collinari di Capanne, attraversando il fondovalle solcato dal torrente Vaghera, al corso del Fiume Arno.

Le otto sezioni mostrano una sequenza stratigrafica che, procedendo dall'alto verso il basso, può essere come di seguito sintetizzata:

- *depositi alluvionali recenti di fondovalle (età: Olocene)* [CONa, CD, ALRm, ALRs, ALRI]: questi sedimenti alluvionali superficiali che ricoprono la valle dell'Arno ed i fondovalle collinari di Montopoli costituiscono l'orizzonte che chiude la successione sedimentaria prevalentemente di origine fluvio-lacustre; hanno uno spessore che mediamente varia tra i 10-15 metri ed i 35-40, valutato con i dati provenienti dai sondaggi;
- *depositi alluvionali antichi (età: Pleistocene sup. - Olocene)* [ALAm]: questi sedimenti alluvionali reinciati ricoprono parte dei rilievi collinari tra Montopoli e San Romano, con spessori con possono raggiungere i 35 m circa;
- *formazione di Casa Poggio ai Lecci (età: Pleistocene medio)* [CPLt, CPL]: questi depositi affiorano lungo il margine settentrionale dei rilievi collinari di Montopoli e si ritrovano anche in pianura, al di sotto dei depositi alluvionali, sebbene con spessori alquanto ridotti;
- *formazione di Villamagna (età: Pliocene medio)*: questi depositi caratterizzano le porzioni più interne delle colline di Montopoli e costituiscono il livello su cui si appoggia la formazione precedente; in pianura la loro posizione stratigrafica è riconoscibile solo attraverso l'analisi dei dati stratigrafici dei pozzi profondi;

Sulle sezioni geologiche di TAV.2 sono evidenziate anche le faglie e le faglie presunte che interessano le formazioni dei rilievi collinari.

## 4.2. Caratteristiche litologico-tecniche dei terreni (TAV.3)

I vari litotipi cartografati e descritti al precedente paragrafo 4.1 sono stati raggruppati in “unità litotecniche”, secondo parametri che consentano di delimitare i terreni che possono presentare caratteristiche tecniche comuni.

A tale proposito si è provveduto ad utilizzare anche i dati delle numerose indagini geotecniche eseguite sul territorio comunale per il rilascio delle concessioni edilizie. Su alcune di queste, ed in particolare sulle prove penetrometriche statiche, è stata eseguita un’analisi dei primi tre metri di sottosuolo rilevando la resistenza media di punta offerta dai terreni più superficiali all’avanzamento della punta del penetrometro.

Sulla "**Carta litologico-tecnica**" di **TAV.3** sono riportate le unità litotecniche distinte in successioni litoidi - ghiaiose - sabbiose e argillose caratterizzanti le aree di collina ed in successioni argillose - limose e sabbiose caratterizzanti le aree di pianura; in sintesi il territorio comunale di Montopoli, sulla base delle caratteristiche fisico meccaniche dei terreni, risulta interessato dalle seguenti unità litotecniche:

UNITA' LITO-TECNICHE	CARATTERISTICHE	UNITA' LITO-STRATIGRAFICA
	<b>AREA DI COLLINA</b>	
	SUCCESSIONI LITOIDI - GHIAIOSE - SABBIOSE E ARGILLOSE	
<b>1.1</b>	<i>successioni litoidi</i>	CPLt
<b>1.2</b>	<i>successioni di litotipi prevalentemente sabbiosi e ghiaiosi</i>	CD - CPL - ALAm
<b>1.3</b>	<i>successioni di litotipi prevalentemente sabbiosi</i>	VLMs
<b>1.4</b>	<i>successioni di litotipi prevalentemente sabbioso-argillosi</i>	VLMa - AIS
	<b>AREA DI PIANURA</b>	
	SUCCESSIONI ARGILLOSE - LIMOSE E SABBIOSE	
<b>2.1</b>	<i>successioni di litotipi a tessitura mista</i>	ALRm - CONa
<b>2.2</b>	<i>successioni di litotipi prevalentemente sabbioso-limosi</i>	ALRs
<b>2.3</b>	<i>successioni di litotipi prevalentemente argilloso-limosi</i>	ALRI

La distinzione operata permette una schematica valutazione circa i fenomeni e le eventuali problematiche ad essi connesse riguardanti la compressibilità dei terreni, le loro caratteristiche fisico-meccaniche, la loro propensione al dissesto in funzione dell’acclività e del grado di cementazione, la loro erodibilità.

Per quanto riguarda le successioni litoidi, i possibili fenomeni connessi sono relativi a: problemi di instabilità dinamica locale con possibili fenomeni di crollo in zone acclivi e dilavate dalle acque di ruscellamento in rocce piuttosto fratturate.

Per quanto riguarda le successioni ghiaiose-sabbiose e argillose, i possibili fenomeni connessi sono relativi a: problemi di instabilità dinamica locale in zone acclivi e dilavate dalle acque di ruscellamento in terreni ghiaiosi poco addensati ed a prevalenza sabbiosa; possibili fenomeni di crollo in terreni a prevalenza detritica; possibili cedimenti delle strutture indotti da scadenti caratteristiche di capacità portante dei terreni negli interstrati argillosi presenti nelle successioni a prevalenza sabbioso-ghiaiosa e possibili locali deformazioni gravitative per imbibizione delle acque meteoriche e superficiali non regimate in zone acclivi.

Per quanto riguarda le successioni argillose-limose e sabbiose, la fenomenologia connessa può essere legata a: scadente capacità portante dei terreni ed ai cedimenti delle strutture; problemi di attrito negativo inerenti strutture fondazionali profonde su pali battuti e/o trivellati; problemi relativi alla saturazione in acqua ed all'abbassamento dei terreni per subsidenza.

Sulla TAV.3 sono riportati anche i punti di indagine geognostica relativi alle prove penetrometriche statiche, suddivisi con tre diversi tipi di colorazione, in funzione delle analisi eseguite sui risultati della resistenza media alla punta che il penetrometro ha incontrato nei primi tre metri di sottosuolo investigato e precisamente per: Rp minore di 10 Kg/cmq (rosso) , Rp tra 10 e 20 Kg/cmq (blu) ed Rp maggiore di 20 Kg/cmq (verde).

#### **4.3. Dati geotecnici di base (TAV.4)**

Come summenzionato la caratterizzazione litologico tecnica e stratigrafica dei terreni che costituiscono il sottosuolo del territorio comunale di Montopoli è stata operata sulla base dei numerosi dati acquisiti, soprattutto negli archivi tecnici comunali, relativi a “prove geotecniche in situ” ed in particolare a sondaggi e saggi geognostici, prove penetrometriche statiche con punta meccanica e punta elettrica e prove penetrometriche dinamiche eseguite per conto di enti e privati, oltre ai dati stratigrafici acquisiti per la realizzazione di pozzi per acqua.

Complessivamente sono stati raccolti settecentoventi dati puntuali suddivisi in:

- n.18 saggi geognostici (SG);
- n.31 sondaggi geognostici (S);
- n.269 prove penetrometriche statiche (CPT);
- n.40 prove penetrometriche statiche con punta elettrica (CPTE);
- n.342 prove penetrometriche dinamiche (DP);
- n.20 pozzi con stratigrafia (P).

L'ubicazione di queste prove, distinte con diversa simbologia e numerazione, è individuata sulla "**Carta dei dati di base**" di TAV.4.

Tutti gli elementi utili relativi alle prove in situ (logs stratigrafici, parametri geotecnici, diagrammi dei risultati, ecc.) contraddistinti con la stessa numerazione riportata in cartografia, sono accorpati nell'**ALL.1 "Dati di base"**; tale allegato è riprodotto sia in formato cartaceo che digitale attraverso la scansione e relativa catalogazione informatica degli elaborati originali.

#### 4.4. Caratteristiche geomorfologiche (TAV.5)

Da un punto di vista morfologico il territorio di Montopoli si distingue per la sua porzione settentrionale inserita nella pianura alluvionale del Valdarno che qui si sviluppa a quote altimetriche comprese tra 16 e 21 metri su l.m.m. e per la sua porzione centrale e meridionale estesa sulle colline sabbiose e argillose pliocenico-quadernarie che raggiungono una massima quota altimetrica di circa 160 metri su l.m.m..

I rilievi collinari sabbiosi sono per lo più interessati da fenomeni erosivi assai intensi per i quali si rileva una forte sproporzione tra l'intensità del fenomeno che ha determinato sistemi vallivi assai ramificati, acclivi ed ampi e la portata dei corsi d'acqua che spesso hanno rilevanza solo stagionale. Ciò è dovuto alla forte erodibilità delle sabbie e limi del Pliocene che si presentano per lo più sciolte anche se alternate a banchi a cemento calcareo-arenaceo. Data la netta prevalenza delle sabbie e dei limi sui livelli argillosi, il fenomeno delle frane nelle zone collinari è da ritenersi nel complesso piuttosto contenuto, specie se confrontato con l'incidenza che esso ha in comuni attigui posti più a sud (come Palaia e Piccioli) dove però prevalgono le argille azzurre plioceniche.

I terrazzi fluviali, che si collocano in concordanza stratigrafica con le sabbie, hanno uno sviluppo assai regolare e sub-parallelo al fianco sinistro della valle dell'Arno, anch'essi si presentano spesso interessati dall'azione di una idrografia che si è sviluppata successivamente al loro deposito e con andamento prevalente sud-nord cioè perpendicolare all'asse del Valdarno. Gli effetti morfologici di tale azione erosiva sono più modesti rispetto a quelli detti per le sabbie, col risultato di valli e vallecole di dimensioni più ridotte e con forme sensibilmente più dolci.

La fascia di fondovalle è delimitata a nord dal corso del fiume Arno, ha una larghezza variabile da 1 a 1,5 km e si caratterizza soprattutto per essere attraversata dai tratti finali di quattro corsi d'acqua provenienti dalla parte collinare e cioè il rio Bonello, il rio Ricavo ed il torrente Chiecina, compresi tra Castel del Bosco e Le Capanne, ed il torrente Vaghera, tra Le Capanne e San Romano. La tessitura di questa porzione di pianura è comunque conseguenza di una marcata azione antropica che ha modificato alcuni lineamenti morfologici attraverso la realizzazione di argini, scavi e riporti di terreno come per la realizzazione dei rilevati della linea ferroviaria Pisa-Firenze-Genova e della superstrada Fi-Pi-Li.

Nella porzione comunale di pianura sono riscontrabili aree interessate da alvei fluviali sepolti, testimonianti le divagazioni subite nel tempo dai corsi d'acqua, aree interessate da opere idrauliche come argini e canali ed aree interessate da conii detritici alluvionali depositi allo sbocco delle valli collinari; tutte fenomenologie connesse all'azione delle acque correnti superficiali.

Nella porzione comunale di collina sono presenti forme e processi dovuti all'azione delle acque correnti superficiali come gli orli dei terrazzi, il ruscellamento diffuso ed i solchi di ruscellamento concentrato e forme e processi dovuti all'azione gravitativa come i depositi colluviali ed i corpi di frana, in aree particolarmente acclivi soggette a movimenti gravitativi di versante.

Nell'aggiornamento del quadro conoscitivo per gli aspetti geomorfologici ha avuto una certa rilevanza l'analisi della cartografia geologica della Regione Toscana e della Provincia di Pisa.

Sulla "**Carta geomorfologica**" di TAV.5 sono distinte e cartografate le seguenti "forme", "processi" e "depositi" nel rispetto dei criteri del D.P.G.R. 26/R/07 (con una particolare cura per le tipologie delle frane, gli stati di attività, le aree in dissesto "zona 1" e le aree di influenza "zona 2"):

OS - orlo di scarpata quiescente

gli orli di scarpata sono diffusi su tutti i rilievi collinari del territorio montopolese caratterizzando in particolare le porzioni sommitali delle colline che vista la loro composizione prevalentemente sabbiosa hanno favorito nel tempo la loro genesi, sia nelle porzioni caratterizzate da versanti particolarmente acclivi che in quelle che presentano morfologie più dolci;

OSf - orlo di scarpata di frana quiescente

diversi orli di distacco sono riconoscibili alla testata di frane quiescenti sia per scorrimento che per colamento; si presentano con varie estensioni areali su tutto il territorio collinare montopolese ma con maggiore frequenza nella sua porzione meridionale;

CFpai - corpo di frana (PAI 25K) attivo

sono state riportate fedelmente le perimetrazioni della frane del P.A.I. contenute nelle cartografie a livello di sintesi (scala 1:25.000); per tutte è stato considerato attivo il loro stato di attività, con la sola eccezione di quelle ricadenti all'interno delle perimetrazioni delle UTOE che, a seguito di verifica sul terreno, sono state identificate come quiescenti. Facciamo presente che le cartografie PAI a livello di dettaglio (scala 1:10.000) non individuano alcuna frana ad eccezione di due piccole porzioni di frana al confine meridionale, nei pressi della località Val d'Olmo, le cui aree sono state comunque considerate ed inserite come attive. Precisiamo inoltre che i perimetri delle frane PAI sono stati realizzati su di una vecchia base cartografica al 25.000 per cui la loro riproposizione su cartografia al 5.000, sebbene utilizzando i dati informatici georeferenziati originali, ne provoca in alcuni casi una loro traslazione visiva;

CFq - corpo di frana (PAI 25K) quiescente

tutte le frane PAI che ricadevano all'interno delle UTOE sono state verificate in campagna; quelle risultanti quiescenti (quattro di cui tre a Capanne ed una a Montopoli) sono state definite come tali e ne sono stati riportati fedelmente i loro perimetri;

CFc - corpo di frana (colamento) attivo

sono presenti solo due frane attive per colamento (movimenti caratterizzati da deformazione continua nello spazio di materiali sciolti che non avvengono solo sulla superficie di separazione fra massa in frana e materiale in posto, ma anche nel corpo di frana stesso che tende a muoversi come un fluido viscoso attraverso superfici di taglio multiple) interessanti una stessa porzione di versante collinare in località Poggio al Pino, immediatamente a sud di Marti;

CFc - corpo di frana (colamento) quiescente

anche in questo caso sono presenti solo due frane quiescenti per colamento e sono ubicate al confine meridionale del territorio comunale su di una porzione di versante nei pressi della località Gasparrino.

CFm - corpo di frana (complessa o mista) quiescente

per questa tipologia di frana complessa (caratterizzata dalla combinazione, in sequenza temporale, di due o più tipi di movimento gravitativo) è presente un solo elemento avente uno stato di attività quiescente ed ubicato a sud di Montopoli nei pressi della località Podere Costalbano;

CFsr - corpo di frana (scorrimento rotazionale) attivo

le frane per scorrimento rotazionale (movimenti caratterizzati da deformazione di taglio e spostamento lungo una o più superfici curve di rottura localizzate a diversa profondità nel terreno; la massa dislocata si muove lungo tale superficie curva che rappresenta quindi il limite tra la zona che è instabile e quella che invece è stabile) sono tra le più diffuse sul territorio ma sono pochi i casi in cui si presentano attive ed in particolare si trovano sui versanti collinari a sud di Montopoli e di Marti;

#### CFsr - corpo di frana (scorrimento rotazionale) quiescente

questa tipologia di frana si rinviene frequentemente sulle colline del territorio comunale sebbene la maggior parte di tali fenomeni gravitativi risulti concentrarsi sui versanti dei rilievi situati a sud di Marti e su quelli situati nei dintorni di Montopoli capoluogo;

#### CFs - corpo di frana (scorrimento) attivo

tra le frane attive presenti sul territorio quelle per scorrimento (movimenti caratterizzati da deformazione di taglio e spostamento lungo una o più imprecisate superfici di rottura preesistenti) sono le più numerose e si rinvengono prevalentemente nella sua porzione meridionale a sud di Montopoli e di Marti;

#### CFs - corpo di frana (scorrimento) quiescente

anche tra le frane quiescenti quelle per scorrimento sono le più numerose e diffuse sulle colline montopolesi; sono sparse un po' su tutti i versanti ad esclusione di quelli nei dintorni di Casteldelbosco che si presentano con forme morfologicamente più dolci e con minori dissesti gravitativi;

#### COL - depositi colluvio-alluvionali attivi

questi accumuli per gravità di materiale sciolto proveniente dai processi erosivi dei rilievi collinari sono piuttosto diffusi sui versanti del territorio comunale, con una maggiore frequenza su quelli presenti nella sua porzione centrale;

#### Sf - soliflusso attivo

le aree soggette ad un movimento molto lento dei terreni più superficiali costituiti da sedimenti più fini capaci di imbevversarsi d'acqua e di produrre modeste deformazioni per colamento sono poco diffuse sul territorio montopolese e quei processi attivi presenti si rinvengono, in prevalenza, sui rilievi più vicini al confine sud del Comune;

#### *FORME PROCESSI E DEPOSITI PER ACQUE CORRENTI SUPERFICIALI*

#### P - traccia di alveo fluviale abbandonato (paleoalveo) inattivo

nella porzione di pianura sono individuati numerosi tratti di alvei fluviali sepolti, testimonianza del divagare nel tempo dei corsi d'acqua tra cui principalmente il fiume Arno ed in subordine il torrente Chiecina;

#### OT - orlo di terrazzo attivo

il limite di passaggio tra una morfologia sommitale di spianata ed una morfologia di versante in scarpata demarcato da un orlo di terrazzo attivo risulta evidente solo in due zone del territorio comunale, una sul rilievo collinare dell'abitato di Capanne e l'altra poco più a nord est in località casa Fornoli;

#### CONa - cono alluvionale quiescente

sono presenti quattro accumuli di materiale detritico quiescente allo sbocco in pianura della valle del torrente Chiecina;

#### CL - calanco quiescente

questa forma di erosione tipica dell'azione delle acque dilavanti sui versanti particolarmente acclivi e costituiti prevalentemente da terreni argillosi teneri è piuttosto diffusa sulle colline di Montopoli; le aree interessate da tale morfologia si rinvengono prevalentemente sulle colline centro occidentali del territorio comunale, con una maggiore concentrazione di forme sul rilievo collinare di Poggio del Lupo tra le valli del rio Ricavo e del rio Bonello;

#### Src - solco da ruscellamento concentrato attivo

l'azione erosiva concentrata delle acque di ruscellamento che discendono i rilievi collinari è molto diffusa sul territorio comunale così come sono molto diffuse le incisioni vallive che si ramificano sui versanti più o meno acclivi e che le acque percorrono fino a convergere nei sottostanti fondovalle;

#### Rd - ruscellamento diffuso attivo

sono individuate due zone, di cui una piuttosto ampia, al margine sud occidentale del territorio comunale nei pressi della Valle di Fogna che sono soggette ad un'azione generalizzata di ruscellamento da parte delle acque di scorrimento superficiale;

- sulla cartografia sono stati messi in evidenza anche i corsi/corpi d'acqua principali che attraversano il territorio comunale e che rappresentano una dinamica attiva d'alveo;

#### *FORME PROCESSI E DEPOSITI ANTROPICI*

#### AA - argine artificiale quiescente

nella porzione di pianura del territorio montopolese è messo in evidenza un argine artificiale in terra realizzato a nord della zona produttiva di Fontanelle, a monte dell'area interessata dalla discarica comunale;

#### CA - canale artificiale attivo

è messo in evidenza un canale artificiale di scolo delle acque realizzato ai piedi della porzione di versante collinare meridionale, sulla cui sommità si estende l'abitato di Capanne;

#### A - arginature e/o sponde dei corsi d'acqua

nelle zone di pianura sono evidenziati gli elementi antropici di interazione diretta con le dinamiche dei corsi d'acqua quali le arginature e/o sponde;

#### AC - area di cava

sono individuati i perimetri delle aree di escavazione di sabbia presenti nella porzione centrale del territorio comunale in località Risciolo e Costia della Chiecina;

#### AD - area di discarica

è individuata l'area interessata dalla discarica comunale presente nella porzione centrale della pianura alluvionale a nord della zona produttiva di Fontanelle, in località Le Conche;

- ai sensi del nuovo regolamento regionale sulla carta geomorfologica sono stati messi in evidenza i perimetri delle aree in dissesto denominate "zone 1", riferiti alle zone caratterizzate da fenomenologie attive, estendendo tale caratterizzazione a tutto il territorio comunale anziché limitandola alle sole UTOE;

- ai sensi del nuovo regolamento regionale sulla carta geomorfologica sono stati definiti i perimetri delle aree di influenza denominate "zone 2", riferiti alle zone interessate dalla possibile evoluzione del dissesto in funzione della tipologia del fenomeno e delle ipotesi cinematiche ad esso connesse; tale caratterizzazione è stata estesa a tutte le fenomenologie attive presenti sull'intero territorio comunale ed anche a quelle quiescenti interessanti le zone di potenziale previsione urbanistica ovvero le UTOE (unità territoriali organiche elementari definite negli elaborati urbanistici di supporto alla variante generale al P.S.) che corrispondono essenzialmente agli attuali centri abitati.

Per quanto riguarda la definizione in formato digitale delle aree di influenza facciamo presente che per alcuni elementi lineari (es. orli di terrazzo, orli di scarpata ecc.) è stata seguita una procedura semiautomatica ovvero è stato costruito un "buffer" iniziale (distanza predefinita sia verso monte che verso valle rispetto all'elemento) e successivamente ne è stata controllata l'estensione e la forma rispetto alla morfologia modificando manualmente i perimetri, dove ritenuto necessario, per renderli coerenti con la base cartografica di riferimento che ricordiamo essere in scala al 2.000; per i restanti fenomeni considerati, la zona 2 è stata delimitata in maniera completamente manuale, adattando la forma e l'estensione alla situazione morfologica esistente.

#### 4.5. Caratteristiche clivometriche (TAV.6)

Sulla "**Carta delle pendenze dei versanti**" di TAV.6 sono state distinte le classi di acclività ritenute più significative in rapporto al quadro altimetrico locale ed alle "soglie" che rivestono importanza nei confronti della propensione al dissesto dei terreni.

L'intero territorio comunale è stato quindi suddiviso in sei classi di acclività così come indicato di seguito:

- classe 1 = pendenza 0 - 5 %
- classe 2 = pendenza 5 - 10 %
- classe 3 = pendenza 10 - 15 %
- classe 4 = pendenza 15 - 20 %
- classe 5 = pendenza 20 - 35 %
- classe 6 = pendenza > 35 %.

La carta è stata realizzata in ambiente GIS con metodica semiautomatica, attraverso uno studio specifico delle quote altimetriche di tutto il territorio comunale; la scala di acquisizione è al 2.000 per consentire di ottenere un maggior dettaglio complessivo. Per la realizzazione del Modello Bidimensionale del terreno sono stati caricati sul GIS gli shape files rappresentanti le curve di livello con riportato nel database il valore di elevazione sul livello medio marino ed i punti quotati ovvero punti esterni alle isoipse avente valore di quota specifico nel database, sempre espresso sul livello medio marino. Le linee delle curve di livello sono state trasformate in elementi puntuali conservando il loro valore di quota assoluta nel database. Tutti i valori puntuali così ottenuti sono stati uniti in un unico shape file di tipo puntuale per permettere la modellazione. Il modello digitale del terreno è stato ottenuto interpolando tutti i punti secondo un metodo che utilizza una media pesata il cui peso è inversamente proporzionale alla distanza tra il punto esaminato e quello di misura. Il modello bidimensionale è stato successivamente derivato per ottenere le classi di pendenza espresse come percentuale. Come dimensione delle celle di analisi è stata scelta una maglia di 20 m x 20 m per evitare che l'elaborazione considerasse la massima pendenza solo in corrispondenza delle curve di livello, unica zona dove era effettivamente presente un dato numerico non derivato. L'elaborazione fin qui semi automatica è stata ulteriormente approfondita editando manualmente le classi specifiche di pendenza percentuale riportate nell'elaborato definitivo. Terminata la fase di elaborazione il GRID, ovvero l'uscita raster, ottenuta è stata confrontata con la cartografia a disposizione per verificarne la congruenza. Eventuali punti che presentavano anomalie dovute a valori isolati sono stati eliminati manualmente.

Il territorio comunale di Montopoli in Val d'Arno risulta così costituito nelle sue porzioni di pianura e di fondovalle collinare da pendenze prevalentemente comprese tra lo 0% ed il 5% e tra il 5% ed il 10% nelle zone più alte dei fondovalle collinari; mentre la collina è caratterizzata da pendenze prevalentemente comprese tra 20% e >35% con le fasce pedecollinari mediamente comprese tra 10% e 20%. Le zone di spianata collinare interessate dai nuclei abitati si presentano generalmente con acclività comprese tra 0% e 10%, mentre gran parte dei pendii sono caratterizzati da pendenze >35% come per i rilievi circostanti Montopoli e Marti; il rilievo di Poggio del Lupo, nella parte occidentale del territorio comunale, presenta invece pendenze generalmente inferiori al 35%.

La normativa geologico tecnica stabilisce delle soglie di acclività per la potenziale instabilità dinamica dei versanti e nel nostro caso, ovvero per i pendii delle colline di Montopoli prevalentemente costituiti da terreni sabbiosi, è maggiore del 25% a causa dell'assenza di falda acquifera nei primi metri del sottosuolo (viceversa la pendenza media per l'innescò dei fenomeni franosi sarebbe stata maggiore del 15%). Di conseguenza riveste una particolare importanza la perimetrazione delle aree riconducibili alle classi 5 e 6 di acclività per la definizione delle carte di pericolosità successive.

## **5. Il contesto idrogeologico ed idraulico**

In questo paragrafo vengono analizzate e descritte le caratteristiche idrologico-idrauliche, idrogeologiche e piezometriche dei terreni interessanti il territorio comunale di Montopoli che sono riportate sulle relative carte geotematiche di base.

### **5.1. Caratteristiche idrologico-idrauliche (TAV.7)**

Il Comune di Montopoli è un territorio caratterizzato dalle acque superficiali che lo attraversano sia nella sua porzione collinare, dove i corsi d'acqua a carattere torrentizio discendendo i rilievi da sud est verso nord ovest hanno inciso vallecicole più o meno ampie e profonde, che nella sua porzione di pianura alluvionale attraversata, al confine nord, dal corso del fiume Arno a cui confluiscano, in sinistra idrografica, i quattro torrenti principali che procedendo da monte verso valle sono: il torrente Vaghera, il torrente Chiecina, il rio Ricavo ed il rio Bonello.

Nelle carte storiche il territorio montopolese si distingueva proprio per i suoi corsi d'acqua che formavano tra l'altro delle zone paludose nelle quali veniva praticata la pesca, sia nella pianura dell'Arno, soggetta ad interventi di colmata, che nei pressi del mulino lungo il torrente Chiecina.

La zona di pianura ha subito nel tempo numerosi interventi antropici per la regimazione dei corsi d'acqua attraverso la realizzazione di argini, scavi, canali e riporti di terreno che hanno modificato l'assetto idrologico di deflusso delle acque superficiali aggravato in tempi recenti dalla realizzazione dei rilevati della linea ferroviaria e della superstrada; proprio questi interventi viari, intersecando gli affluenti di sinistra dell'Arno, provocano, specie nei periodi di piena, una crisi nel sistema di deflusso delle acque superficiali delle aree circostanti.

Tali problematiche del reticolo idraulico devono essere ancora risolte e si sommano a quelle relative all'esonazione del fiume Arno per la quale è in corso la progettazione di una cassa di espansione denominata "Montopoli" a cura dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno, la cui realizzazione è prevista nella porzione nord-ovest della piana dell'Arno tra il suo corso ed il tracciato della ferrovia.

Sulla "**Carta delle aree allagabili**" di TAV.7 è messa in evidenza la rete idrografica principale di scolo delle acque del territorio di Montopoli, le aree occupate da laghetti artificiali e/o specchi d'acqua minori e l'area destinata alla cassa di espansione "Montopoli".

Sono state individuate le aree morfologicamente depresse soggette a fenomeni di ristagno delle acque e di difficoltoso drenaggio superficiale legate ad eventi meteorici intensi, si tratta di zone interessate da fenomeni di allagamento per insufficienza di drenaggio propri dei momenti di crisi delle aree di bonifica e pertanto ben diversi dalle inondazioni dei corsi d'acqua.

Tali perimetrazioni sono state ottenute su base informatica utilizzando lo shape file puntuale delle quote già utilizzato per la carta delle pendenze, impostando un raggio di analisi prefissato; in questo modo è stato derivato un GRID che evidenziava le aree che presentavano concavità maggiori rispetto alle aree adiacenti e che, se interessate da acqua, davano origine a ristagno; le "isole" così ottenute sono state digitalizzate manualmente, verificando sulla base topografica il risultato ottenuto ed, eventualmente, corrette.

Sulla carta di TAV.7 sono state riportate anche le aree di fondovalle del territorio comunale morfologicamente in condizione sfavorevole, di norma a quote altimetriche inferiori rispetto alla quota posta a 2 m sopra il piede esterno dell'argine o, in mancanza, sopra il ciglio di sponda.

Anche queste perimetrazioni derivano da elaborazioni informatiche in ambiente GIS con metodica semiautomatica che hanno consentito di individuare, attraverso una preliminare analisi degli elementi lineari del reticolo idrografico, una interpolazione di linee partenti dal piede esterno dell'argine o, in sua assenza, dal ciglio di sponda dei corsi d'acqua ed un'estensione areale prestabilita, le zone che si pongono ad una quota di 2 metri sopra lo stesso piede dell'argine o, in sua assenza, del ciglio di sponda. Successivamente tali aree sono state modificate manualmente in funzione delle isoipse riportate nella cartografia di base e dei punti quotati.

Ricordiamo, come già espresso in premessa, che gli approfondimenti legati alle verifiche idrauliche sono in corso di elaborazione in coordinamento tra i tecnici dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno ed il consulente tecnico comunale Ing. Nicola Croce (vedi appendice) e che il presente studio recepisce gli ambiti territoriali interessati da allagamenti per tempi di ritorno di 30, 100, 200 e 500 anni verificati dal PAI.

## **5.2. Caratteristiche idrogeologiche e piezometriche (TAV.8)**

Un aspetto idrogeologico analizzato è la piezometria dell'acquifero freatico più superficiale circolante nei primi dieci metri di profondità dal piano di campagna, all'interno degli interstrati a maggiore permeabilità presenti nei depositi alluvionali di fondovalle, la cui presenza può risultare condizionante per la previsione urbanistica e per la progettazione edilizia.

Per la ricostruzione della superficie piezometrica di tale acquifero è stata condotta una campagna di rilievi piezometrici su circa cinquanta "pozzi superficiali" ad uso privato ricadenti nell'ambito del territorio comunale di Montopoli nel periodo di febbraio/marzo 2008. Sui pozzi censiti si è provveduto ad effettuare, con l'ausilio di un freatometro elettrico, la misurazione del livello piezometrico della falda superficiale in condizioni statiche (assenza di pompaggi in atto); l'elaborazione dei dati ottenuti ha consentito la ricostruzione della superficie piezometrica rappresentativa di un periodo di ricarica dell'anno idrologico.

Sulla "**Carta idrogeologica**" di **TAV.7** sono ubicati i pozzi superficiali censiti, il loro numero d'ordine e la relativa quota piezometrica riportata in metri dal piano di campagna e sono state tracciate le curve isopieze relative all'acquifero freatico, con equidistanza pari a un metro, riferite al livello medio del mare.

L'andamento generale delle curve isopieze è messo in evidenza dalle direzioni di flusso in rete che sono state tracciate e che rivelano, per questo periodo dell'anno idrologico (febbraio/marzo), una direttrice prevalente dell'acqua di falda verso nord e cioè verso l'asse drenante del fiume Arno.

In gran parte della porzione di pianura i valori piezometrici della falda freatica, direttamente alimentata dalle acque meteoriche, che sono stati misurati, sono risultati generalmente compresi entro i primi tre metri di profondità dal piano di campagna.

Sulla base delle nostre conoscenze del quadro idrogeologico locale derivante da misurazioni piezometriche eseguite in altri periodi dell'anno idrologico, sono ipotizzabili escursioni stagionali del livello di falda dell'ordine di circa un metro rispetto ai valori del periodo di misurazione, sia in positivo, in concomitanza di periodi di forte ricarica, sia in negativo, per periodi di magra.

Sulla TAV.7 sono stati riportati anche i pozzi artesiani ad uso idropotabile gestiti da Acque spa, che alimentano l'acquedotto comunale, con la loro relativa zona di rispetto rappresentata da un'area circolare di 200 metri di raggio ed è riportata anche l'ubicazione della sorgente Tesorino con la relativa area di rispetto, la cui acqua è oggetto di imbottigliamento a seguito di concessione mineraria rilasciata alla società Tesorino spa.

Sono stati messi in evidenza anche altri aspetti idrogeologici come la rete idrografica principale di scolo delle acque superficiali del territorio di Montopoli, con le relative direzioni di flusso affluenti verso l'Arno e la rete idrografica secondaria di scolo delle acque rappresentata dal fitto reticolo di fossi, scoline, canali e capofossi tributari dei corsi d'acqua principali.

Per esporre un quadro completo delle caratteristiche idrogeologiche sono stati riproposti nella TAV.7 anche i perimetri delle aree morfologicamente depresse soggette a fenomeni di ristagno delle acque e di difficoltoso drenaggio superficiale, l'ubicazione dei laghetti artificiali e/o specchi d'acqua minori e l'individuazione dell'area destinata alla cassa di espansione "Montopoli".

Per quanto riguarda gli acquiferi collinari, distinti in carta da quelli alluvionali di fondovalle, trovano sede di circolazione preferenziale nei livelli ghiaiosi presenti all'interno della formazione sabbiosa di Casa Poggio ai Lecci e la loro presenza è stata riscontrata, durante la perforazione dei pozzi per uso idropotabile, fino a diverse decine di metri di profondità.

## **6. Valutazione di pericolosità**

In questo paragrafo vengono analizzate e descritte le caratteristiche di pericolosità geomorfologica, idraulica, sismica locale e le problematiche idrogeologiche del territorio comunale di Montopoli in Val d'Arno, definite sulla base delle informazioni contenute nelle cartografie di base sopra descritte e sulla base delle perimetrazioni relative agli elaborati del P.A.I. dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno e nel rispetto dei criteri del D.P.G.R. 26/R/'07.

### **6.1. Pericolosità geomorfologica (TAV.9)**

La "**Carta delle aree a pericolosità geomorfologica**" di TAV.9 rappresenta l'aggiornamento della carta di pericolosità di Tav.2, parte integrante degli elaborati a supporto del vigente piano strutturale.

La nuova cartografia è stata redatta secondo i criteri indicati dal nuovo regolamento regionale e riproduce fedelmente, in sovrapposizione, le perimetrazioni delle aree a pericolosità da fenomeni geomorfologici di versante - livello di sintesi in scala 1:25.000 - del P.A.I. (a livello di dettaglio in scala 1:10.000, non sono inventariati fenomeni franosi per il territorio comunale di Montopoli ad eccezione di due piccole porzioni di frana al confine meridionale, nei pressi della località Val d'Olmo, prese in considerazione).

Sulla TAV.9 sono quindi riportate, distinte con una diversa retinatura a diversa colorazione, le *aree a pericolosità da fenomeni geomorfologici di versante* provenienti dal "III° Settore Tecnico SIT e Centro di Documentazione" dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno; per tutte è stato considerato attivo il loro stato di attività, con la sola eccezione di quelle ricadenti all'interno delle perimetrazioni delle UTOE che, a seguito di verifica sul terreno, sono state identificate e distinte come quiescenti.

Per il territorio di Montopoli sono quindi state individuate le seguenti aree:

AREE A PERICOLOSITA' DA FENOMENI GEOMORFOLOGICI DI VERSANTE (livello di sintesi)

- P.F.1 - Aree a pericolosità moderata da processi geomorfologici di versante  
[aree apparentemente stabili, interessate da litologie con caratteri intrinsecamente sfavorevoli alla stabilità dei versanti]
- P.F.2 - Aree a pericolosità media da processi geomorfologici di versante  
[aree apparentemente stabili ed interessate da litologie con caratteri favorevoli alla stabilità dei versanti che, talora, possono essere causa di rischio reale o potenziale moderato]
- P.F.3 - Aree a pericolosità elevata da processi geomorfologici di versante  
[aree interessate da fenomeni di dissesto *attivi* e da condizioni geomorfologiche marcatamente sfavorevoli]
- P.F.3 - Aree a pericolosità elevata da processi geomorfologici di versante  
[aree interessate da fenomeni di dissesto *quiescenti* e da condizioni geomorfologiche marcatamente sfavorevoli].

Il territorio collinare montopolese ricade quasi interamente all'interno della P.F.2 ad esclusione di alcune zone della fascia pedecollinare che si estende alla base dei rilievi che ricadono all'interno della PF1 e delle diverse limitate aree interessate da movimenti franosi attivi e quiescenti, presenti prevalentemente sui versanti dei rilievi collinari della frazione di Marti e di Montopoli capoluogo, che sono comprese nella P.F.3. Non sono presenti aree a pericolosità molto elevata da processi geomorfologici di versante (P.F.4).

Sulla base delle caratteristiche di pericolosità contenute nel D.P.G.R. 26/R/07 che prevede quattro aree omogenee a crescente pericolosità geomorfologica, il territorio comunale di Montopoli è stato suddiviso nelle seguenti aree:

G.1 - Pericolosità geomorfologia bassa

[aree in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche, giaciture non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di movimenti di massa]

G.2 - Pericolosità geomorfologia media

[aree in cui sono presenti fenomeni franosi inattivi stabilizzati (naturalmente o artificialmente); aree con elementi geomorfologici, litologici e giaciture dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto]

G.3 - Pericolosità geomorfologia elevata

[aree in cui sono presenti fenomeni quiescenti; aree con indizi di instabilità connessi alla giacitura, all'acclività, alla litologia, alla presenza di acque superficiali e sotterranee, nonché a processi di degrado di carattere antropico; aree interessate da intensi fenomeni erosivi e da subsidenza]

G.4 - Pericolosità geomorfologia molto elevata

[aree in cui sono presenti fenomeni attivi e relative aree di influenza].

Le perimetrazioni relative alle aree a pericolosità geomorfologica che sono state individuate nell'ambito del Comune di Montopoli in Val d'Arno sono riportate, distinte con diversa colorazione a tinta unita, sulla TAV.9 e sottostanti alle perimetrazioni retinate del P.A.I..

### **6.1.1. Attribuzione delle aree a pericolosità geomorfologica**

Le caratteristiche di pericolosità geomorfologica ai sensi del D.P.G.R. 26/R/07 per il territorio montopolese sono riconducibili a tutte le aree omogenee previste: G1 (bassa), G2 (media), G3 (elevata) e G4 (molto elevata).

Le aree G1 a pericolosità bassa comprendono:

- aree della pianura alluvionale non interessate da significativi elementi morfologici che possano indurre movimenti di massa;
- aree dei fondovalle collinari, attraversate dai quattro principali torrenti, non interessate da significativi elementi morfologici che possano indurre movimenti di massa.

Le aree G2 a pericolosità media comprendono:

- aree della pianura alluvionale e dei fondovalle collinari interessate da elementi morfologici (alvei fluviali sepolti) caratterizzati da una bassa propensione al dissesto.
- aree della fascia pedecollinare e collinari caratterizzate da superfici di acclività inferiori al 20% con una bassa propensione al dissesto.

Le aree G3 a pericolosità elevata comprendono:

- aree della pianura caratterizzate da fenomeni quiescenti quali argini artificiali, conifera alluvionali ed aree soggette a ristagno delle acque (queste zone si concentrano prevalentemente nella porzione nord ovest del territorio comunale in corrispondenza dello sbocco delle incisioni vallive nella valle dell'Arno);
- aree della collina caratterizzate da fenomeni quiescenti quali calanchi, corpi di frana e relative aree di influenza (individuati solo per le UTOE), orli di scarpata e orli di scarpata di frana ed aree contraddistinte da superfici di acclività superiori al 20% (queste zone sono diffuse un po' su tutti i rilievi collinari del Comune con una minore frequenza nelle frazioni di San Romano, Capanne e Casteldelbosco).

Le aree G4 a pericolosità molto elevata comprendono:

- aree della pianura caratterizzate da fenomeni attivi e relative aree di influenza quali l'area interessata dalla discarica, il canale artificiale, le aree interessate dalle arginature dei corsi d'acqua principali ed i corpi d'acqua stessi;
- aree della collina caratterizzate da fenomeni attivi e relative aree di influenza quali corpi di frana; orli di terrazzo, solchi da ruscellamento concentrato, aree di cava, aree interessate da depositi colluvio-alluvionali, aree interessate da ruscellamento diffuso e da soliflusso (queste zone sono diffuse un po' su tutti i rilievi collinari del Comune interessando maggiormente quelli della porzione meridionale nella frazione di Marti e di Montopoli capoluogo).

## 6.2. Pericolosità idraulica (TAV.10)

La "**Carta delle aree a pericolosità idraulica**" di **TAV.10** rappresenta l'aggiornamento della carta di pericolosità di Tav.2, parte integrante degli elaborati a supporto del vigente piano strutturale.

La nuova cartografia è stata redatta secondo i criteri indicati dal nuovo regolamento regionale e riproduce fedelmente, in sovrapposizione, le perimetrazioni delle aree a pericolosità idraulica - livello di sintesi in scala 1:25.000 e livello di dettaglio in scala 1:10.000 - del P.A.I..

Sulla TAV.10 sono quindi riportate, distinte con diversa colorazione a tinta unita, le *aree a pericolosità idraulica* provenienti dal "III° Settore Tecnico SIT e Centro di Documentazione" dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno ed in particolare, per il territorio montopolese, sono state individuate le seguenti aree:

### AREE A PERICOLOSITA' IDRAULICA (livello di sintesi e livello di dettaglio)

#### P.I.1 - Aree a pericolosità idraulica moderata

[comprende aree inondabili da eventi con tempo di ritorno  $200 < TR \leq 500$  anni (a livello di dettaglio) e aree derivanti dall'involuppo delle alluvioni storiche sulla base di criteri geologici e morfologici (a livello di sintesi)]

#### P.I.2 - Aree a pericolosità idraulica media

[comprende aree inondabili da eventi con tempo di ritorno  $300 < TR \leq 1000$  anni e con battente  $h < 30$  cm, aree inondabili da eventi con tempo di ritorno  $100 < TR \leq 200$  anni (a livello di dettaglio) ed aree inondate durante l'evento del 1966 come da "Carta guida delle aree inondate" di cui al Piano di Bacino, stralcio relativo alla riduzione del "Rischio Idraulico"]

#### P.I.3 - Aree a pericolosità idraulica elevata

[comprende aree inondabili da eventi con tempo di ritorno  $TR \leq 30$  anni e con battente  $h < 30$  cm, aree inondabili da eventi con tempo di ritorno  $30 < TR \leq 100$  anni e con battente  $h \geq 30$  cm (a livello di dettaglio) ed alle aree corrispondi alla classe B.I. così come definita nel Piano Straordinario approvato con delibera del Comitato Istituzionale n.137/1999]

#### P.I.4 - Aree a pericolosità idraulica molto elevata

[comprende aree inondabili da eventi con tempo di ritorno  $TR \leq 30$  anni e con battente  $h \geq 30$  cm ed aree come definite nel Piano Straordinario approvato con delibera del Comitato Istituzionale n.137/1999].

Il territorio comunale ricade per il fondovalle collinare percorso dal torrente Vaghera, per la parte più alta dei fondovalle collinari percorsi dal rio Bonello e Ricavo e per i fondovalle collinari dei corsi d'acqua minori, all'interno della P.I.1; per il fondovalle collinare del torrente Chiecina e per la parte più bassa dei fondovalle collinari del rio Bonello e Ricavo, all'interno della P.I.2; per l'area di pianura alluvionale della frazione di San Romano e per alcune aree poste allo sbocco dei fondovalle collinari del Chiecina, del Ricavo e del Bonello nella piana dell'Arno, all'interno della P.I.3 e per la vasta area di pianura alluvionale presente sull'intera porzione nord ovest del territorio comunale, sia a monte che a valle della linea ferroviaria Pisa-Firenze-Genova che l'attraversa, in P.I.4.

Ricordiamo che per il piano stralcio per la riduzione del rischio idraulico permangono le vincolistiche legate al perimetro della cassa di espansione denominata "Montopoli", riportato nelle precedenti carte tematiche, in fase di progettazione definitiva da parte del Comune stesso, in coordinamento con l'Autorità di Bacino del Fiume Arno.

Sulla base delle caratteristiche di pericolosità idraulica ai sensi del D.P.G.R. 26/R/07 che prevede quattro aree omogenee a crescente pericolosità idraulica ed in attesa dei risultati delle verifiche idrauliche in corso svolte in collaborazione con l'Autorità di Bacino del Fiume Arno, vengono recepite le perimetrazioni derivanti dalle verifiche del PAI e riadattate in funzione dei diversi criteri di valutazione della pericolosità idraulica assunti dal nuovo regolamento regionale.

Il territorio comunale di Montopoli risulta così suddiviso nelle seguenti aree:

- I.1 - Pericolosità idraulica bassa  
[aree collinari o montane prossime ai corsi d'acqua per le quali non vi sono notizie storiche di inondazioni e sono in situazioni favorevoli di alto morfologico]
- I.2 - Pericolosità idraulica media  
[aree interessate da allagamenti per eventi compresi tra  $200 < Tr \leq 500$  anni]
- I.3 - Pericolosità idraulica elevata  
[aree interessate da allagamenti per eventi compresi tra  $30 < Tr \leq 200$  anni]
- I.4 - Pericolosità idraulica molto elevata  
[aree interessate da allagamenti per eventi con  $Tr \leq 30$  anni].

Le perimetrazioni relative alle aree a pericolosità idraulica che sono state individuate nell'ambito comunale sono riportate, distinte con una diversa retinatura a diversa colorazione, sulla TAV.10 e sovrapposte alle perimetrazioni del P.A.I..

#### **6.2.1. Attribuzione delle aree a pericolosità idraulica**

Le caratteristiche di pericolosità idraulica ai sensi del D.P.G.R. 26/R/07 per il territorio montopolese sono riconducibili a tutte le aree omogenee previste: I1 (bassa), I2 (media), I3 (elevata) ed I4 (molto elevata).

Le aree I1 a pericolosità bassa comprendono tutte le aree collinari non interessate da alcuna perimetrazioni del PAI, le aree I2 a pericolosità media corrispondono alle perimetrazioni P.I.1 del PAI, le aree I3 a pericolosità elevata corrispondono alle perimetrazioni P.I.2 del PAI e le aree I4 a pericolosità molto elevata corrispondono alle perimetrazioni P.I.3 e P.I.4 del PAI.

### 6.3. Problematiche idrogeologiche (TAV.11)

La "**Carta delle aree con problematiche idrogeologiche**" di TAV.11 sintetizza la zonizzazione di pericolosità per quanto riguarda la vulnerabilità idrogeologica degli acquiferi, in funzione del grado di protezione da eventuali elementi inquinanti, nella quale sono distinte le varie porzioni del territorio comunale, secondo i criteri indicati dal D.P.G.R. 26/R/07 ed in riferimento a quanto contenuto nel P.T.C. provinciale, riconducendole a quattro aree a vulnerabilità della risorsa idrica: V1 (bassa), V2 (media), V3 (elevata) e V4 (molto elevata).

La TAV.11 deriva anche da un'analisi della permeabilità dei terreni affioranti svolta tenendo conto delle caratteristiche litologiche, delle modificazioni fisico-chimiche subite e degli indizi indiretti forniti dalla morfologia e dall'idrografia superficiale; così risultano poco permeabili le formazioni argillose ed i versanti molto acclivi, mediamente permeabili le formazioni sabbiose ed i paleoalvei sepolti e ricoperti da sedimenti più fini, mentre risultano più permeabili i terreni detritici, quelli sabbioso ghiaiosi sciolti e quelli che interessano delle aree soggette a criticità come le cave, la discarica e gli specchi d'acqua.

Per il territorio di Montopoli sono state distinte le seguenti aree:

- V.2 - Aree a bassa vulnerabilità della risorsa idrica  
[aree in cui la risorsa idrica è apparentemente non vulnerabile]
- V.3 - Aree a media vulnerabilità della risorsa idrica  
[aree in cui la risorsa idrica presenta un grado di protezione mediocre e non sufficiente a garantirne la salvaguardia]
- V.4 - Aree ad elevata vulnerabilità della risorsa idrica  
[aree in cui la risorsa idrica è esposta ovvero si possono ipotizzare tempi estremamente bassi di penetrazione e di propagazione in falda di eventuali inquinanti].

Le perimetrazioni relative alle aree ad irrilevante vulnerabilità della risorsa idrica V.1 non sono state individuate nell'ambito comunale in quanto non sono presenti terreni praticamente privi di circolazione idrica sotterranea.

Sulla TAV.11 sono state inoltre riportati, per completezza di informazione circa le problematiche idrogeologiche, i perimetri delle aree soggette a vincolo idrogeologico (ai sensi del R.D. n.3267/1923) e quelli delle aree boscate soggette a vincolo idrogeologico (ai sensi del L.R. n.39/2000).

#### 6.3.1. Attribuzione delle aree a vulnerabilità della risorsa idrica

Le caratteristiche di vulnerabilità della risorsa idrica, in riferimento ai criteri del P.T.C., per il territorio montopolese sono riconducibili a tre delle quattro aree omogenee previste ed in particolare: V2 (media), V3 (elevata) e V4 (molto elevata).

Le aree V2 a pericolosità media comprendono:

- aree del pianura in cui la risorsa è apparentemente non vulnerabile come quelle caratterizzate da sedimenti alluvionali prevalentemente argilloso-limosi a bassa permeabilità (queste zone si estendono lungo la piana dell'Arno ed in particolare in una fascia intermedia grossomodo da est ad ovest compresa tra i terreni più a nord prossimi al corso del fiume e quelli più a sud che si approssimano ai rilievi collinari);
- aree della collina in cui la risorsa è apparentemente non vulnerabile come quelle caratterizzate da affioramenti di depositi a prevalenza argillosa e quelle di versante caratterizzate da elevata acclività >35% (queste zone si estendono principalmente sui rilievi collinari della frazione di Marti e di Montopoli capoluogo).

In queste aree sono ipotizzabili tempi di arrivo in falda superiori a 30 giorni.

Le aree V3 a pericolosità elevata comprendono:

- aree della pianura in cui la risorsa presenta un grado di protezione mediocre come quelle caratterizzate da sedimenti alluvionali prevalentemente sabbioso-limosi e quelle interessate da alvei fluviali sepolti (queste zone si estendono per gran parte della pianura alluvionale e dei fondovalle collinari);
- aree della collina in cui la risorsa presenta un grado di protezione mediocre come quelle caratterizzate da affioramenti di depositi a prevalenza sabbiosa (queste zone si estendono su gran parte dei rilievi collinari del territorio ad esclusione delle porzioni di versante molto acclivi).

In queste aree sono ipotizzabili tempi di arrivo in falda tra i 7 ed i 30 giorni.

Le aree V4 a pericolosità molto elevata comprendono:

- aree della pianura in cui la risorsa è esposta come quelle caratterizzate da depositi di coni di detrito, da depositi alluvionali, da laghetti e corsi d'acqua (queste zone sono limitate e prevalenti nella porzione centrale della pianura);
- aree della collina in cui la risorsa è esposta come quelle caratterizzate da depositi di coni detritici, da depositi colluvio-alluvionali e da aree di cava (queste zone sono limitate e prevalenti nelle porzioni più settentrionali delle colline di Montopoli).

In queste aree sono ipotizzabili tempi di arrivo in falda tra 1 ed i 7 giorni.

I riferimenti normativi relativi a queste classi di vulnerabilità idrogeologica sono contenuti nelle norme del P.T.C. provinciale, a cui si fa riferimento.

## **6.4. Pericolosità sismica locale (TAV.12)**

### **6.4.1. Il contesto sismico**

In tempi storici la zona di Montopoli in Val d'Arno non è stata interessata da rilevanti eventi sismici infatti il "Catalogo dei Terremoti Italiani dall'anno 1000 al 1980" (C.N.R. - Progetto finalizzato Geodinamica Bologna 1985) che elenca solo quelli di intensità >V° grado della scala Mercalli, non ne fa uno specifico riferimento, ma riporta una serie di terremoti che hanno interessato delle aree attigue come la Valdera.

Il sisma più inteso registrato è quello che nell'agosto del 1846 colpì la zona di Orciano Pisano, S. Luce e Lorenzana con punte massime fino al X° grado; altri terremoti di intensità minore, pari al V° - VI° grado, si verificarono tra il Dicembre 1896 ed il Luglio 1897 con epicentro Pontedera mentre a Chianni si registrò un sisma del V° grado nel Luglio 1930 ed uno del VII° grado nel Novembre del 1947.

Vicopisano ha registrato un sisma del V° grado nel maggio del 1930 e scosse ancora più deboli (III° e IV° grado) e con epicentro sempre nei dintorni di Pontedera sono avvenute nel 1934, nel 1977 e nel 1978.

Fatta eccezione per il terremoto di Orciano Pisano del 1846, che nelle zone più direttamente colpite provocò danni notevoli e numerose vittime, per gli altri terremoti menzionati non si hanno notizie di effetti particolari riferiti al territorio di Montopoli in Val d'Arno.

La riclassificazione sismica del territorio regionale ai sensi dell'O.P.C.M. n.3519 del 28.04.2006 e della D.G.R.T. n.431 del 19.06.2006 inserisce il Comune di Montopoli nella "zona 3S" con un valore di accelerazione massima del suolo (ag) compreso tra 0,100g e 0,125g. Tale riclassificazione che in termini di pericolosità sismica rappresenta un declassamento dalla precedente zona 2, non prevede una diminuzione del livello di protezione; infatti le costruzioni devono essere progettate e realizzate con le azioni sismiche della vecchia zona 2 ai sensi delle Norme tecniche per le Costruzioni del D.M. 14.01.08.

## 6.4.2. La carta ZMPSL

La "**Carta delle zone a maggior pericolosità sismica locale (ZMPSL)**" di **TAV.12** rappresenta un nuovo elaborato introdotto dal D.P.G.R. 26/R/07 ed individua qualitativamente gli elementi in grado di generare i fenomeni di amplificazione locale ed instabilità dinamica.

La carta è stata realizzata secondo le legende riportate nell'allegato 1 e nell'allegato 2 delle direttive per le indagini geologico-tecniche che costituiscono l'allegato A della D.P.G.R. 26/R/07 e che riportiamo integralmente di seguito ricordando, come sopra detto, che la zona sismica di riferimento del territorio comunale montopolese è la zona 3S (ai sensi del D.G.R.T. n.431 del 19/06/'06).

La **TAV.11** sintetizza la zonizzazione delle aree a maggiore pericolosità sismica locale nella quale sono distinte le varie porzioni del territorio comunale riconducendole a quattro aree a pericolosità sismica locale: S1 (bassa), S2 (media), S3 (elevata) e S4 (molto elevata).

Per il territorio di Montopoli sono state distinte le seguenti aree:

### S.2 - Pericolosità sismica locale media

[aree in cui è possibile l'amplificazione dovuta ad effetti topografici (6)]

- zona caratterizzata da orli di terrazzo e/o di scarpata (6)
- zona collinare priva di fenomenologie attive e quiescenti (6)

### S.3 - Pericolosità sismica locale elevata

[aree in cui sono presenti fenomeni di instabilità quiescenti (2A) e che pertanto potrebbero subire una riattivazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici]

- zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti dal P.A.I. (2A)
- zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti (2A)

[zone potenzialmente franose o esposte a rischio frana (2B) per le quali non si escludono fenomeni di instabilità indotta dalla sollecitazione sismica]

[zone caratterizzate da terreni soggetti a liquefazione dinamica (5)]

[zone con possibile amplificazione sismica connesse a zone di bordo della valle e/o aree di raccordo con il versante (8)]

[zone con possibile amplificazione per effetti stratigrafici caratterizzate da depositi alluvionali granulari e/o sciolti (9)]

[zone con possibile amplificazione per effetti stratigrafici caratterizzate da coperture colluviali (10)]

[zone con possibile amplificazione per effetti stratigrafici caratterizzate da conii alluvionali e/o detritici (11)]

[zone caratterizzate dalla presenza di faglie (13)]

### S.4 - Pericolosità sismica locale molto elevata

[aree in cui sono presenti fenomeni di instabilità attivi (1) e che pertanto potranno subire una accentuazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici]

- zona caratterizzata da movimenti franosi attivi dal P.A.I. (1)
- zona caratterizzata da movimenti franosi attivi (1)

Le perimetrazioni relative alle aree a pericolosità sismica locale bassa S.1 non sono state individuate nell'ambito comunale in quanto non sono presenti zone caratterizzate dalla presenza di formazioni litoidi e zone dove non si ritengono probabili fenomeni di amplificazione o instabilità indotta dalla sollecitazione sismica.

**Allegato n. 1 alle direttive**

**LEGENDA PER LA CARTA DELLE ZONE A MAGGIORE PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE (ZMPSL)**

SCALA 1: 1.0.000 o di maggior dettaglio(1:5.000 - 1:2.000)

Simbologia	Tipologia delle situazioni	Possibili effetti
	Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi	Accentuazione dei fenomeni di instabilità in atto e potenziali dovuti ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici
	Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti	
	Zone potenzialmente franose <sup>1</sup>	
	Zona caratterizzata da movimenti franosi inattivi	
	Zone con terreni particolarmente scadenti (argille e limi molto soffici, riporti poco addensati)	Cedimenti diffusi
	Zone con terreni granulari fini poco addensati, saturi d'acqua con falda superficiale indicativamente nei primi 5m dal p.c.	Possibili fenomeni di liquefazione
	Zona di ciglio H > 10m costituita da scarpate con parete sub-verticale, bordi di cava, nicchie di distacco, orli di terrazzo e/o di scarpata di erosione (buffer di 10m a partire dal ciglio)	Amplificazione sismica dovuta ad effetti topografici
	Zona di cresta rocciosa sottile (buffer di 20m) e/o cocuzzolo	
	Zone di bordo della valle e/o aree di raccordo con il versante (buffer di 20m a partire dal contatto verso la valle)	Amplificazione sismica dovuta a morfologie sepolte
	Zona con presenza di depositi alluvionali granulari e/o sciolti	Amplificazione diffusa del moto del suolo dovuta alla differenza di risposta sismica tra substrato e copertura dovuta a fenomeni di amplificazione stratigrafica
	Zona con presenza di coltri detritiche di alterazione del substrato roccioso e/o coperture colluviali	
	Aree costituite da conoidi alluvionali e/o con detritici	
	Zona di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse (buffer di 20m)	Amplificazione differenziata del moto del suolo e dei cedimenti; meccanismi di focalizzazione delle onde
	Contatti tettonici, faglie, sovrascorrimenti e sistemi di fratturazione (buffer di 20m)	

<sup>1</sup> versanti con giacitura a franapoggio meno inclinata del pendio, versanti con giacitura a reggipoggio ed intensa fratturazione degli strati, pendii con pendenza media >25% (se con falda superficiale >15%) costituiti da sabbie sciolte, argille, limi soffici e/o detriti

**Allegato n. 2 alle direttive**

**ELEMENTI DI PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE CON ASSOCIATO IL GRADO DI PERICOLOSITÀ SISMICA IN RELAZIONE ALLA ZONA SISMICA DI APPARTENENZA DEL TERRITORIO COMUNALE.**

Tra parentesi si riporta la simbologia che la legenda della carta ZMPSL associata a ciascun elemento

	Zone sismiche di riferimento*		
	Zona 2	Zona 3S	Zona 3
Movimenti franosi attivi (1)	S4	S4	S4
Movimenti franosi quiescenti (2A)	S3	S3	S3
Zone potenzialmente franose (2B)	S3	S3	S3
Movimenti franosi inattivi (3)	S2	S2	S2
Cedimenti diffusi in terreni particolarmente scadenti (4)	S3	S3	S3
Terreni suscettibili a liquefazione (5)	S4	S3	--
Amplificazione per effetti topografici (6, 7)	S2	S2	--
Amplificazione per morfologie sepolte (8)	S3	S3	S3
Amplificazione per effetti stratigrafici (9,10, 11)	S3	S3	S2
Contatti tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse (12)	S3	S3	S3
Faglie e/o strutture tettoniche (13)	S3	S3	S3

\* Del GRT. 431 del 19/06/2006

### 6.4.3. Attribuzione delle aree a pericolosità sismica locale

Le caratteristiche di pericolosità sismica locale, ai sensi del D.P.G.R. 26/R/07, per il territorio montopolese sono riconducibili a tre delle quattro aree omogenee previste ed in particolare: S2 (media), S3 (elevata) e S4 (molto elevata).

Le aree S2 a pericolosità media comprendono:

- aree della collina in cui l'amplificazione è dovuta ad effetti topografici come quelle zone caratterizzate da orli di terrazzo e/o di scarpata ed in situazioni morfologiche prive di fenomenologie attive e/o quiescenti (queste zone si concentrano prevalentemente sulla porzione terminale delle digitazioni collinari che si affacciano sulla valle dell'Arno coinvolgendo in particolare le frazioni di Casteldelbosco, Capanne, San Romano e le località di Musicano-Muscianello e Varramista).

Le aree S3 a pericolosità elevata comprendono:

- aree della pianura in cui l'amplificazione sismica è possibile per effetti stratigrafici in zone caratterizzate da depositi alluvionali granulari e/o sciolti e da coni alluvionali (praticamente tutta la pianura alluvionale ed i fondovalle collinari);
- aree della fascia pedecollinare in cui l'amplificazione sismica è possibile nelle zone di bordo della valle e/o aree di raccordo con il versante (sono piuttosto limitate e circoscritte alla base delle colline);
- aree della collina in cui l'amplificazione sismica è connessa a fenomeni di instabilità quiescenti ed alle relative aree potenzialmente franose, aree soggette a liquefazione dinamica dei terreni, aree con coperture colluviali e coni detritici soggette ad amplificazione per effetti stratigrafici, aree caratterizzate dalla presenza di faglie (queste zone sono diffuse un po' su tutti i rilievi collinari del Comune ed in particolare nella loro parte meridionale più interna).

Le aree S4 a pericolosità molto elevata comprendono:

- aree della collina in cui l'amplificazione sismica per effetti dinamici è connessa a fenomeni di instabilità attivi (queste zone sono limitate e sparse ma presenti prevalentemente nelle frazioni di Marti e di Montopoli capoluogo).

## 7. Caratteristiche di fattibilità degli interventi

Dalla sovrapposizione tra le carte di pericolosità geomorfologica, idraulica, sismica e delle problematiche idrogeologiche, redatte ai sensi del D.P.G.R. 26/R/07 e le categorie di intervento previste dalla Variante generale al Piano Strutturale si otterranno attendibili informazioni circa la "fattibilità" dei singoli interventi proposti.

Nel regolamento urbanistico saranno disciplinate le situazioni di pericolosità riscontrate in funzione delle destinazioni urbanistiche previste, fornendo indicazioni in merito alle limitazioni delle destinazioni d'uso del territorio nonché in merito agli studi ed alle indagini di approfondimento da effettuare sia in sede di redazione del regolamento urbanistico stesso (nei casi previsti dal nuovo regolamento regionale) che a livello attuativo ed alle opere da realizzare per la mitigazione del rischio (opere che andranno definiti sulla base di studi e verifiche che permettano di acquisire gli elementi utili alla predisposizione della relativa progettazione).

Il D.P.G.R. 26/R/07 prevede la distinzione in quattro categorie di fattibilità che sono riportate come di seguito:

*Fattibilità senza particolari limitazioni (F1):* si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali non sono necessarie prescrizioni specifiche ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.

*Fattibilità con normali vincoli (F2):* si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali è necessario indicare la tipologia di indagini e/o specifiche prescrizioni ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.

*Fattibilità condizionata (F3):* si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali, ai fini della individuazione delle condizioni di compatibilità degli interventi con le situazioni di pericolosità riscontrate, è necessario definire la tipologia degli approfondimenti di indagine da svolgersi in sede di predisposizione dei piani complessi di intervento o dei piani attuativi o, in loro assenza, in sede di predisposizione dei progetti edilizi.

*Fattibilità limitata (F4):* si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali la cui attuazione è subordinata alla realizzazione di interventi di messa in sicurezza che vanno individuati e definiti in sede di redazione del medesimo regolamento urbanistico, sulla base di studi e verifiche atti a determinare gli elementi di base utili per la predisposizione della relativa progettazione.

Le categorie di fattibilità saranno individuate su apposite cartografie o schede da redigere in sede di Variante generale al Regolamento Urbanistico di adeguamento alla L.R. n.1 del 03/01/05 in funzione degli interventi previsti.

Il D.P.G.R. 26/R/07 definisce i criteri generali di fattibilità per l'attuazione delle previsioni urbanistiche da dover rispettare nella formazione della variante al R.U. in relazione agli aspetti di pericolosità geomorfologica, idraulica, sismica ed alle problematiche idrogeologiche.

Per quanto riguarda le perimetrazioni delle aree a pericolosità geomorfologica e idraulica recepite dagli elaborati del P.A.I., la disciplina di riferimento è quella delle norme di attuazione del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico redatto dall'Autorità di Bacino del Fiume Arno e approvato con D.P.C.M. 06/05/05 (G.U. n.230 del 03/10/2005).

Per quanto riguarda le perimetrazioni delle aree a vulnerabilità della risorsa idrica, la disciplina di riferimento è quella delle norme di attuazione del Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Pisa approvato con Del.C.P. n.100 del 27/07/06.

Pisa, Luglio 2008

**Dott. geol. Fabio Mezzetti**

Hanno collaborato al presente studio:

- per la redazione della cartografia geotematica di base i geologi dott. Alessandro Fontanelli di Calcinaia ed il dott. Antonio Esposito di Ponsacco;
- per l'informatizzazione degli elaborati l'agronomo dott. Mauro Redini di Pisa.

## **APPENDICE**



Studio di Ingegneria Dott. Ing. Nicola Croce Prof. Ing. Pietro Croce  
via Carducci, 47 - 56010 Ghezzano (PI) e-mail: [croce@interfree.it](mailto:croce@interfree.it); [www.studiocroce.com](http://www.studiocroce.com);  
[www.stairs.com](http://www.stairs.com); tel 050 878716 050 878507 fax 050 877 994

## COMUNE DI MONTOPOLI IN VAL D'ARNO (PI)

Variante generale al Piano Strutturale  
(ai sensi della L.R.T. 1/05 e del D.P.G.R.T. 26/R/07)

### **- Nota sulle verifiche idrauliche in corso -**

Per quanto riguarda il quadro conoscitivo riguardante il rischio idraulico, sono in corso studi di dettaglio finalizzati alla nuova perimetrazione delle aree di pericolosità idraulica del territorio di Montopoli.

Tali studi effettuati in stretto contatto con L'Autorità di Bacino del fiume Arno, consistono nella determinazione di nuovi battenti idraulici in funzione dei tempi di ritorno di venti, trenta, cento e duecento anni. I nuovi battenti vengono calcolati considerando la cartografia regionale in scala 1:2000 e rispalmando i volumi delle celle di esondazione del PAI.

L'elaborazione e gestione dei dati è stata effettuata con l'ausilio di programmi GIS forniti delle estensioni atte a permettere la mappatura delle aree allagate.

L'identificazione del battente idrico avviene attraverso l'ausilio dei colori ognuno dei quali è associato ad un determinato intervallo di battenti.

La cartografia di riferimento è stata fornita dal Comune di Montopoli in formato dxf tridimensionale in scala 1:2000; ciò ha permesso di generare un modello tridimensionale del suolo in formato TIN (Triangulated Irregular Network) sufficientemente accurato in quanto tiene conto non solo dei punti quotati ma anche della presenza di rilevati, quali strade, argini, ecc., fossi, canali, laghi ma soprattutto degli edifici realizzati fino ad oggi ai quali è attribuita una quota pari a quella di gronda. Il calcolo si basa sul legame tra volume di invaso e livello liquido restituito direttamente dal modello a partire dal TIN del terreno; una volta calcolato il livello corrispondente al volume di esondazione è stato possibile determinare i battenti cella per cella.

Sono in corso di definizione le pericolosità idrauliche derivanti dalle esondazioni dei principali affluenti dell'Arno, in particolare il rio Bonello, Ricavo, Vaghera e il Chiecina.

Per questi ultimi sono stati considerati, per i vari tempi di ritorno, tre scenari, corrispondenti a tre diverse durate di pioggia, rispettivamente di 6, 12 e 24 ore. Con queste durate sono stati calcolati gli idrogrammi corrispondenti e sono state simulate le caratteristiche idrauliche dei 4 affluenti e dell'Arno.

Sulla base di questi modelli sono in corso di definizione le pericolosità idrauliche.

L'elaborazione e gestione dei battenti è stata effettuata con l'ausilio di un software dotato di applicativi atti a permettere la mappatura delle aree allagate.

Il software utilizzato è in grado di distribuire un idrogramma di piena sul territorio, schematizzato con un sistema a griglia suddiviso in elementi (celle) volume, applicando la conservazione del volume.

Il modello permette di simulare piene di fiumi e il deflusso overbank, ma può anche essere utilizzato su problemi non convenzionali, come le inondazioni non confinate, flussi alluvionali più complessi per topografia e rugosità e flussi di fango o di detriti e inondazioni urbane. Nelle simulazioni possono essere incluse piogge e le infiltrazioni, argini, strutture idrauliche, strade, flussi di sedimenti e gli effetti di edifici o di altra ostruzione.

Il software simula, in particolare, il deflusso overland utilizzando i file di dati che sono stati sviluppati da un modello digitale del terreno sottoforma di mappa digitalizzata. In particolare il modello FLO-2D include il preprocessore GDS, che partendo da una griglia a maglia regolare sovrapposta a un sistema di punti (DTM del terreno) permette di generare un modello raster del terreno attraverso operazioni di filtro e interpolazione del DTM stesso.

I risultati di output delle elaborazioni consistono nelle grandezze idrauliche caratteristiche del moto tra cui il battente, la portata e la massima velocità; tali grandezze sono caratterizzate da variabilità temporale e possono essere visualizzati graficamente consentendo inoltre di riprodurre le animazioni delle alluvioni e di generare le mappe di rischio.

I risultati, in corso di elaborazione verranno presentati entro Settembre all'Autorità di Bacino del Fiume Arno che le potrà adottare.

Luglio, 2008

Ing. Nicola Croce