

**COMUNE DI QUARRATA**  
PROVINCIA DI PISTOIA



# PIANO STRUTTURALE

Art. 92 LR 65/2014

## STUDI GEOLOGICI

SINDACO  
Marco Mazzanti

ASSESSORE ALL'URBANISTICA  
Francesca Marini

DIRIGENTE AREA VALORIZZAZIONE  
E SVILUPPO DEL TERRITORIO  
Ing. Iuri Gelli

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO  
Arch. Caterina Biagiotti

GARANTE DELL'INFORMAZIONE  
E DELLA PARTECIPAZIONE  
Anna Maria Venturi

PROGETTO URBANISTICO  
Arch. Riccardo Luca Breschi  
Arch. Andrea Giraldi

STUDI GEOLOGICI E  
IDROLOGICO-IDRAULICI  
Raggruppamento Temporaneo di Professionisti  
Capogruppo Dott. Geol. Gaddo Mannori

Consulente studi idraulici  
Ing. Simone Galardini - D.R.E. Am Italia

## Doc. G. Relazione Geologica

(modificata a seguito delle osservazioni)



## INDICE

1 – SCOPO DELL'INCARICO E GRUPPO DI LAVORO	pag. 2
2 – RIFERIMENTO ALLA NORMATIVA	pag. 2
3 – ORGANIZZAZIONE GENERALE DELLO STUDIO	pag. 3
4 – RILIEVI GEOLOGICI, GEOMORFOLOGICI, IDROGEOLOGICI	pag. 4
4.1 – Carta geologica	pag. 4
4.2 – Carta geomorfologica	pag. 7
4.3 – Carta dei dati di base	pag. 10
4.4 – Carte Geologico-tecniche	pag. 11
4.4.1 – Aree di pianura	pag. 11
4.4.2 – Aree di collina	pag. 13
4.5 – Situazione idrogeologica	pag. 14
4.5.1. – Aspetti generali	pag. 14
4.5.2 – La Carta delle isofreatiche	pag. 15
4.5.3 – I punti di captazione di acqua per uso acquedottistico	pag. 17
5 – SITUAZIONE IDRAULICA	pag. 19
5.1 – Carta delle aree allagate	pag. 19
5.2 – Carta dei battenti per Tr200	pag. 19
5.3 – Carta degli interventi strutturali	pag. 22
5.4 – Analisi dei benefici a seguito degli interventi strutturali sui torrenti Lucciano e Falchereto	pag. 22
5.4.1 – Metodologia	pag. 23
5.4.2 – Risultati	pag. 24
6 – CARTA DELLA PERICOLOSITÀ GEOLOGICA	pag. 25
7 – CARTA DELLA PERICOLOSITÀ IDRAULICA	pag. 26
8 – CARTA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE	pag. 27
9 – CARTA DELLE PROBLEMATICHE IDROGEOLOGICHE	pag. 29
10 – DIRETTIVE PER LA FORMAZIONE DEL PIANO OPERATIVO	PAG. 32
10.1 – Pericolosità e fattibilità	pag. 32
10.1.1 – Aspetti geologici e geomorfologici	pag. 32
10.1.2 – Aspetti idraulici	pag. 32
10.1.3 – Aspetti sismici	pag. 33
10.1.4 – Aspetti idrogeologici	pag. 34
10.2 – Invariante 1 del PIT	pag. 34
10.3 – Attività estrattive	pag. 36

## APPENDICE

Tabella delle indagini di sottosuolo

## **COMUNE DI QUARRATA**

### **RELAZIONE GEOLOGICA**

---

---

#### **1 - SCOPO DELL'INCARICO E GRUPPO DI LAVORO**

Con Determina del Responsabile del Servizio Urbanistica del Comune di Quarrata n. 862 del 20.12.2013 è stato affidato al RTI composto dallo Studio Mannori & Burchietti Geologi Associati, dallo Studio associato GTI Geologia Tecnica e dalla dott.ssa Irene Iandelli l'incarico per la redazione delle indagini geologiche di supporto alla Variante generale al Piano Strutturale.

Il Dott. Mannori ha eseguito i rilievi in campagna, ha curato la redazione delle cartografie con particolare riferimento a quelle di pericolosità e, in qualità di capogruppo del RTI, ha coordinato l'intero lavoro; si è servito della collaborazione della Dott.ssa Gabriella Burchietti per l'elaborazione delle altre cartografie e la restituzione informatica. Il dott. Capecechi, Studio GTI Geologia Tecnica, ha curato la raccolta e l'interpretazione dei dati di sottosuolo disponibili ed ha elaborato la Carta idrogeologica. La dott.ssa Iandelli ha collaborato alla restituzione informatica della cartografia. Le analisi idrauliche propedeutiche alla stesura della carta di pericolosità idraulica sono state eseguite dall'Ing. Simone Galardini di Dream Italia.

#### **2 - RIFERIMENTO ALLA NORMATIVA**

Il presente studio fa riferimento alla DPGR 25/10/11 n. 53R che detta le regole per la formazione e l'adeguamento degli strumenti urbanistici ai fini della prevenzione dal rischio geologico idraulico e sismico. Per quanto riguarda la normativa sovracomunale si è tenuto in debita considerazione il PTC della Provincia di Pistoia ed Piano per la Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) adottato in data 17/12/2015.

Si è tenuto conto inoltre del Piano di Indirizzo Territoriale delle Regione Toscana con particolare riferimento alla definizione delle unità morfogenetica del territorio di Quarrata e dei relativi vincoli.

### **3 – ORGANIZZAZIONE GENERALE DELLO STUDIO**

Il lavoro è consistito nell'aggiornamento degli elaborati geologici già presenti negli strumenti urbanistici vigenti e nella elaborazione di nuova cartografia che recepisce i risultati dei recenti studi dell'Autorità di Bacino del F. Arno sul rischio idraulico del bacino dell'Ombrone.

I risultati dello studio sono articolati nei seguenti documenti:

Doc. G	Relazione Geologica
Tav. Ga	Carta degli interventi strutturali
Tav. Gb	Carta dei benefici per Tr30 a seguito di interventi strutturali

Elaborati cartografici di base

Tav. G1	Carta geologica
Tav. G2	Carta geomorfologica
Tav. G3	Carta dei dati di base
Tav. G4.1	Carte geologico-tecniche delle aree di pianura
A	Intervallo 0-4 m
B	Intervallo 4-8 m
C	Intervallo 8-12 m
Tav. G4.2	Carta geologico tecnica delle aree di collina
Tav. G5	Carta Idrogeologica delle aree di pianura
Tav. G6	Carta delle aree allagabili per Tr 30, 200, 500
Tav. G7	Carta dei battenti per Tr200

Carte di pericolosità

Tav. GP1	Carta della pericolosità geologica
Tav. GP2	Carta della pericolosità idraulica
Tav. GP3	Carta della pericolosità sismica locale
Tav. GP4	Carta delle problematiche idrogeologiche

Le metodologie utilizzate per il rilievo, l'elaborazione e la restituzione cartografica di ogni tematismo sono illustrate nei capitoli in cui vengono descritte le singole tavole.

I rilievi sul terreno sono stati eseguiti in scala 1:10.000 e restituiti utilizzando la cartografia più aggiornata della Regione Toscana.

## **4 - RILIEVI GEOLOGICI, GEOMORFOLOGICI, IDROGEOLOGICI**

Per la produzione di questi elaborati si è tenuto conto delle cartografie dei vigenti PS ed RU apportando gli aggiornamenti derivati dai nuovi dati nel frattempo acquisiti.

### **4.1 – CARTA GEOLOGICA (TAV. G1)**

Per quanto riguarda il substrato è stato riportato il rilievo della Carta Geologica Regionale 1:10.000 (Progetto CARG); per le coperture detritiche e le zone in dissesto è stato utilizzato il rilievo di dettaglio delle Carte geologiche allegate al Piano Strutturale ed al Regolamento Urbanistico vigenti.

Per quanto riguarda l'aspetto strutturale, si tratta della classica sovrapposizione tra unità Liguri (Supergruppo della Calvana) e la Falda Toscana; i contatti tra le unità sono naturalmente di natura tettonica. Più in particolare, dal punto di vista strutturale tutto il territorio comunale è interessato, nella parte alta, dalla piega al fronte della falda toscana che nella zona coinvolge anche i sovrastanti terreni argillitici delle unità Liguri.

Per quanto riguarda gli aspetti litologici si fornisce una breve descrizione delle singole unità litologiche distinte nella carta.

Preme far notare la coerenza della Carta Geologica con la perimetrazione dei sistemi morfogenetici di cui alla Invariante 1 del PIT. In entrambi i casi si tratta infatti di tematismi mutuati più o meno direttamente dagli stessi rilievi geologici del CARG della Regione Toscana.

#### ***Coperture detritiche e depositi alluvionali di pianura (Olocene)***

##### **Depositi antropici (Olocene)**

Dal punto di vista litologico sono costituiti in prevalenza da materiali eterogenei, di granulometria molto variabile, con vario grado di compattazione. Le diverse tipologie di questi interventi antropici sono descritti nel punto relativo agli elementi geomorfologici. Rispetto alla versione del 2001 è stata eseguita una revisione delle estensioni di questi depositi e sono stati cartografati solo quando caratterizzati da spessori significativi.

##### **Depositi di frane attive e quiescenti (Olocene)**

Dal punto di vista litologico, si tratta in entrambi i casi di accumuli gravitativi di materiale di pezzatura molto variabile con evidenze di movimenti in atto o recenti nel caso di frane attive o remoti nel caso di frane quiescenti. La composizione litologica dei corpi di frana dipende dalle formazioni su cui questi fenomeni si sviluppano; per la maggior parte i materiali degli accumuli sono costituiti da depositi limoso-argillosi delle coperture della formazione di Sillano.

Le diverse tipologie di frana e i diversi meccanismi che le hanno generate sono discussi nella descrizione della Carta Geomorfológica.

### **Depositi eluvio-colluviali (Olocene)**

Su tutte le formazioni rocciose che costituiscono il substrato è presente una copertura originata dall'alterazione in situ dello stesso substrato e/o da modesti fenomeni di trasporto ad opera di acque di ruscellamento. Questa copertura è stata cartografata quando il suo spessore è stato stimato superiore a 2 metri. Nelle zone in cui il substrato è costituito dalle Arenarie Macigno i depositi detritici sono costituiti da sabbie limose con numerosi frammenti arenacei di dimensioni estremamente variabili; in quelle con substrato argillitico sono composti in prevalenza da argille più o meno limose; in presenza di Alberese infine prevalgono i clasti calcarei e marnosi in scarsa matrice limosa. Le due diverse facies di questi depositi (sabbiosa e argillosa) sono state distinte nella carta.

### **Depositi alluvio-colluviali (Olocene)**

Sono presenti nelle zone di raccordo fra il piede dei versanti e le aree di fondovalle; in questi ambienti deposizionali i sedimenti presentano elevata eterogeneità litologica essendo costituiti in parte da depositi di versante (clasti a spigoli vivi scarsamente classati) ed in parte da sabbie e ciottoli alluvionali.

### **Depositi alluvionali recenti (Olocene)**

Costituiscono la litologia del territorio di pianura. Si tratta di depositi litologicamente eterogenei, comprendenti tutti i termini fra le argille e i ciottoli; nell'area di Quarrata, distante dallo sbocco in pianura di immissari di dimensioni e portata consistente (Ombrone, Agna, Bisenzio) prevalgono generalmente i depositi a granulometria fine costituiti prevalentemente da argille e limi e subordinatamente da sabbie. Livelli e lenti di sabbie, ghiaia e ciottoli sono irregolarmente distribuiti nella matrice fine a partire dalla profondità di m 8-15 dal p.c. Depositi alluvionali si rilevano anche nei fondovalle dei corsi d'acqua nel territorio collinare. In questi casi si tratta di fasce ristrette, praticamente corrispondenti all'alveo fluviale, costituiti da sedimenti più grossolani (ciottoli e ghiaia).

### **Depositi di colmata (Olocene)**

Sono stati cartografati in una sola area: a ridosso del muro del Barco Reale Mediceo nei pressi di Villa La Magia. Abbiamo voluto indicare i sedimenti che hanno colmato un vecchio vaso che riforniva di acqua la villa medicea; si tratta di sedimenti a granulometria fine con prevalenza di argille e limi.

### ***Depositi lacustri (Villafranchiano superiore)***

#### **Argille e sabbie lacustri**

Affiorano soltanto in alcune zone sui rilievi pedecollinari ma sono presenti anche in tutto il territorio di pianura al di sotto della copertura alluvionale recente. Lo spessore massimo dei sedimenti lacustri, verificato con sondaggi profondi eseguiti in passato nell'area della Ferruccia, è di circa 350 metri. Da un punto di vista litologico sono costituiti

da materiali argillosi e limosi con livelli e lenti di sabbie e ghiaia generalmente di modesto spessore ed estensione.

### ***Successione “Ligure”***

#### **Formazione di Monte Morello**

Affiora in lembi di non grande estensione nell'area collinare in strati di spessore variabile da pochi centimetri ad un metro circa. Si tratta di un'alternanza di marne, calcari marnosi, calcisiltiti e calcareniti di colore biancastro (i cosiddetti “calcari alberese”); nella zona di Valenzatico si rilevano livelli argillitici marroni e bruni. I naturali fenomeni di dissoluzione chimica da parte delle acque piovane e di circolazione che attaccano le litologie calcaree di questa formazione sono responsabili del limitato spessore dei suoli generalmente presenti al di sopra del substrato roccioso.

Età: Eocene medio-superiore

#### **Formazione di Sillano**

Affiora estesamente in gran parte dell'area collinare, si tratta di una formazione con grande prevalenza di argilliti nelle quali sono inglobati irregolarmente blocchi e spezzoni di strato di arenarie, marne e calcareniti. La Formazione di Sillano è stratigraficamente sottostante al Calcere Alberese e la sua giacitura è tettonicamente molto disturbata, anche se nel territorio comunale è quasi sempre riconoscibile la stratificazione originaria; solo in aree limitate le argilliti presentano grado di alterazione molto elevato fino ad apparire come una massa argillosa di consistenza molto scarsa.

Età: Cretaceo superiore – Eocene inferiore

### ***Successione “Toscana”***

#### **Marne di Marmoreto**

Affiorano in un'area di piccola estensione tra gli abitati di Forrottoli e Montemagno. Sono costituite da marne e marne calcaree grigio verdi o verdi a frattura scagliosa intercalate da strati sottili e medi di areniti, areniti manganesifere e siltiti.

Età: Oligocene superiore-Miocene inferiore

#### **Olistostroma di M. Modino**

Si tratta di depositi gravitativi di massa comprendenti litofacies argillitico calcaree, pelitico arenacee, calcareo marnose, calcaree e clastiche. Affiorano per piccole estensioni presso le frazioni di Forrottoli e Montemagno.

Età: Oligocene superiore-Miocene inferiore

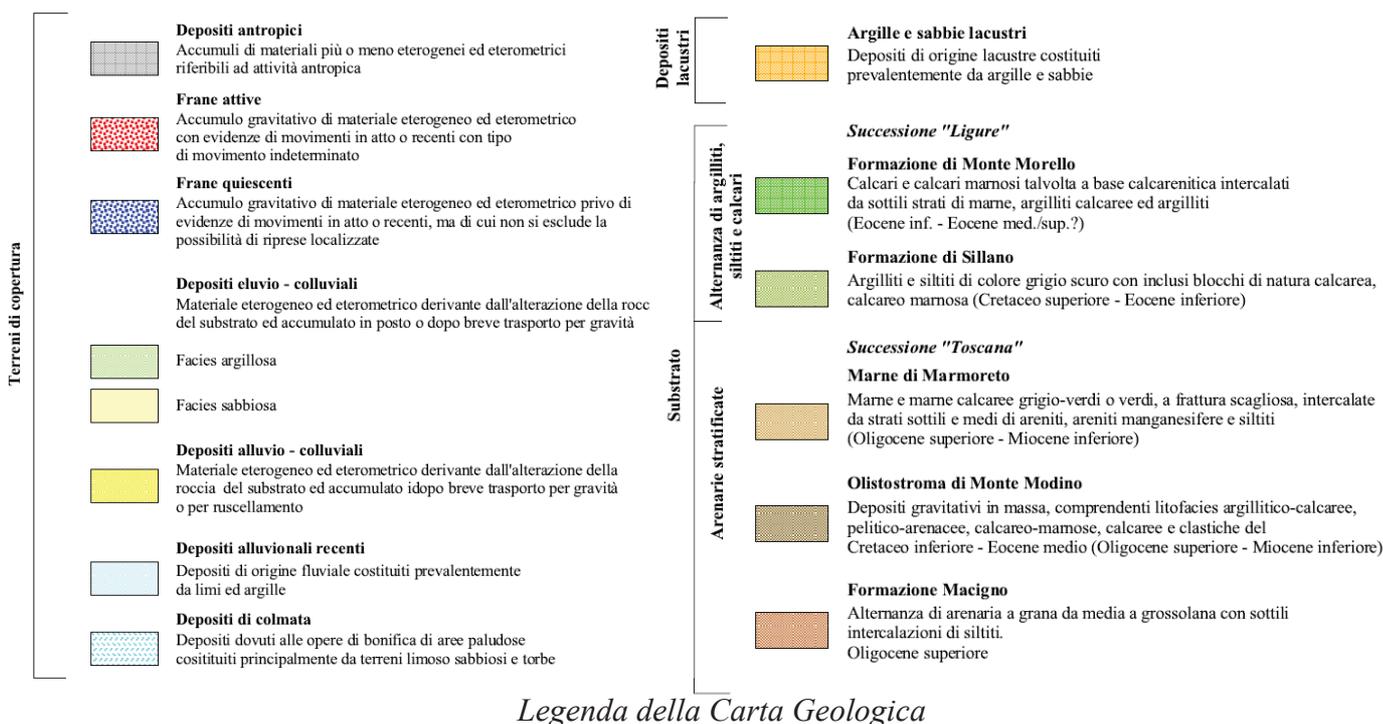
#### **Formazione Macigno**

Affiora al di sopra dei 200-250 metri lungo tutto il limite sud-occidentale del territorio comunale. Litologicamente è composto da una alternanza di strati di arenarie a grana da media a grossolana e di strati sottili di siltiti; talora sono presenti intervalli di siltiti

e argilliti ma con spessori limitati, non superiori ad una decina di metri.

Le arenarie, molto compatte, ben cementate, sono predominanti rispetto alle altre componenti litologiche, con strati di spessore in genere non superiore ad un metro; strati di arenaria a grana grossolana di potenza anche superiore al metro sono presenti come intercalazioni, talvolta con frequenza ritmica evidente.

Età: Oligocene superiore.



## 4.2 – Carta Geomorfologica (Tav. G2)

Rispetto ai rilievi presentati nel Piano Strutturale vigente la situazione geomorfologica è stata aggiornata con modesti elementi di maggior dettaglio derivanti da rilievi di maggior dettaglio e talora da comunicazioni dei funzionari dell'Ufficio Tecnico in merito a dissesti localizzati che hanno interessato in questi ultimi anni il territorio comunale.

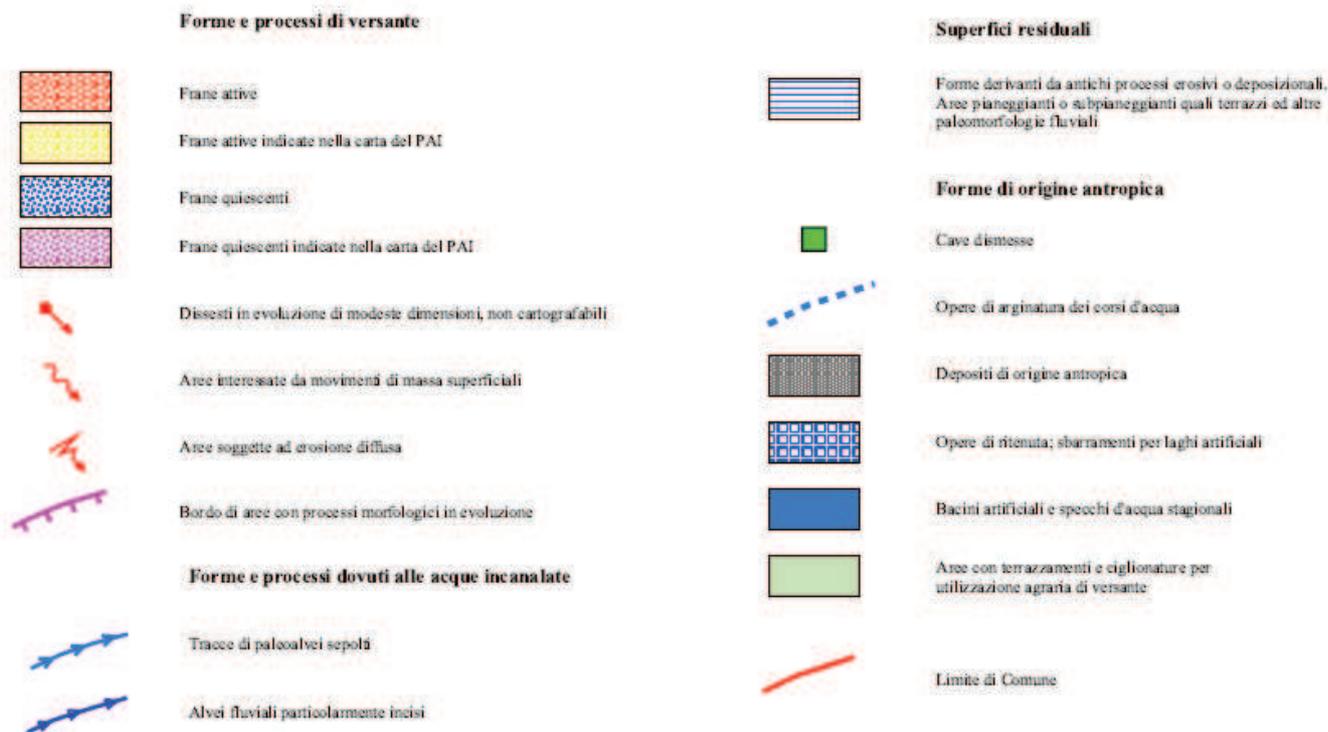
- **Forme di origine antropica:** rispetto al precedente rilievo sono stati ridisegnati sulla base di una lettura critica del territorio tenendo conto anche della necessità di adeguarsi a quanto riportato nella cartografia presentata in fase di Microzonazione Sismica. Fanno parte di questa categoria gli argini dei principali corsi d'acqua, le opere di ritenuta dei principali laghetti artificiali e gli stessi invasi artificiali. Particolare attenzione è stata riposta nella individuazione delle aree con terrazzamenti artificiali; si tratta di segni di antiche attività agricole che tutt'oggi

mantengono la loro funzione per la coltivazione dell'olivo e per la difesa del suolo.

- **Frane attive:** come detto al paragrafo precedente, si tratta di un numero limitato di aree di piccola estensione in cui sono rilevabili indizi di movimenti gravitativi attivi. I movimenti sono prevalentemente traslazionali e più raramente roto-traslazionali complessi con superficie di scivolamento piuttosto superficiali attestata in corrispondenza del limite coltre detritica/substrato roccioso. Con apposita simbologia sono state indicate anche le aree in frana attiva (Pf4) segnalate nelle cartografie di pericolosità del Piano per l'Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino del F. Arno (e, a nostro parere, non riconoscibili in campagna).
- **Frane quiescenti:** si tratta di forme derivate da movimenti gravitativi di cui non si rilevano al momento segni di evoluzione recente, ma di cui non si può escludere la riattivazione del movimento facilitata dalla composizione quasi sempre argillosa dei materiali e della natura del substrato. Il meccanismo del movimento è simile a quello delle frane attive; solo in un caso, fra le località di Spazzole e Forrottoli, ci sono indizi di colamento della coltre superficiale di alterazione delle argilliti. Con apposita simbologia sono state indicate anche le aree in frana quiescente (Pf3) segnalate nelle cartografie del Piano per l'Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino del F. Arno (e, a nostro parere, non riconoscibili in campagna).
- **Aree interessate da movimenti di massa superficiali:** nella maggior parte dei casi sono fenomeni gravitativi corticali, che interessano cioè limitati spessori di suolo, anche pochi decimetri di spessore; sono presenti quasi esclusivamente nella Formazione di Sillano in aree ad elevata pendenza o sulla testata degli impluvi. La scarsa estensione areale di questi fenomeni consente un riporto in carta solo come simboli puntuali.
- **Aree soggette ad erosione diffusa:** sono aree in cui, a causa dell'elevata pendenza e/o della scarsità di suolo per motivi litologici o culturali, i processi erosivi dovuti alle acque di ruscellamento producono effetti di denudazione del suolo. Nella maggior parte dei casi si tratta di aree con limitata estensione concentrate in prossimità di corsi d'acqua fortemente incisi. La scarsa estensione areale di questi fenomeni consente un riporto in carta solo come simboli puntuali.
- **Bordo di aree con processi morfologici in evoluzione:** limita verso monte porzioni di versante in cui sono attivi i processi erosivi dovuti alla progressiva incisione dei corsi d'acqua. In altre parole questa linea distingue quella parte di versante in cui si fanno sentire gli effetti del naturale approfondimento lungo le aste degli impluvi.
- **Alveo fluviale particolarmente inciso:** alcuni tratti di corsi d'acqua in territorio collinare, in corrispondenza delle aree a maggior acclività, risultano fortemente incisi; i versanti prospicienti questi tratti di corsi d'acqua denotano generalmente una maggiore predisposizione a forme di dissesto come l'erosione diffusa o i movimenti di massa.
- **Tracce di paleoalvei sepolti:** nel territorio di pianura è stato possibile individuare,

mediante fotointerpretazione, alcuni probabili percorsi di antichi alvei abbandonati. La loro individuazione è possibile grazie ad evidenze morfologiche ed alla maggiore umidità del terreno che influenza il tipo di vegetazione presente nel soprasuolo.

- **Tracce di cave dismesse:** nel territorio di Quarrata sono presenti numerose aree che indicano la presenza di vecchie cave oggi non più attive. Si tratta di aree di modesta estensione dove la ricolonizzazione da parte della vegetazione determina un impatto ambientale nel complesso molto limitato.



*Legenda della Carta Geomorfologica*

La scarsa diffusione degli elementi geomorfologici che maggiormente incidono sulla stabilità dei versanti (frane, erosione diffusa, movimenti di massa etc.) denota una bassa propensione al dissesto del territorio nel suo complesso. Le aree soggette a processi morfologicamente degenerativi sono, come è naturale che sia, più frequenti nelle zone di affioramento della Formazione di Sillano, ma anche in corrispondenza di questa formazione risultano poco numerose e arealmente poco estese. A conferma di questo basterà ricordare che in un solo caso in tutto il territorio comunale, nell'area di via Asiago, alla periferia meridionale della città, un movimento franoso interessa delle abitazioni.

Analizzando le carte Geologica e Geomorfologica alla scala dell'intero Comune, si differenziano in modo evidente alcune zone caratterizzate da una marcata omogeneità litologica e quindi morfologica che ha dato luogo, fin da epoche remote, a differenti utilizzazioni dell'ambiente.

**Ambiente di pianura dei depositi alluvionali.** Occupa circa la metà settentrionale del territorio del comune ed è solcato dai principali corsi d'acqua, (Ombrone e Stella) e dai fossi della bonifica settecentesca (Colecchio, Quadrelli); una complessa rete di fossi secondari invasa e smaltisce le acque basse. Si tratta di un ambiente fortemente antropizzato fin da epoche storiche attualmente sede di moderne attività produttive artigianali, industriali e agricole e delle principali infrastrutture viarie.

**Ambiente di bassa collina della serie Ligure.** Occupa i primi rilievi collinari e si spinge fino a circa 200-250 metri di quota. Questa parte di territorio è caratterizzata da morfologie dolci dovute alla facile erodibilità delle litologie argillitiche del substrato. Le caratteristiche morfologiche hanno permesso la coltivazione a vite ed olivo su terrazzamenti artificiali che nella zona pistoiese sono documentati fin dal XIV secolo. Attualmente questa zona rappresenta un'area con un elevato valore paesaggistico con un'agricoltura non "industrializzata" ancora in gran parte gestita a livello familiare spesso *part-time*.

**Ambiente di alta collina del Macigno.** Costituisce la parte alta del territorio comunale, oltre i 200-250 metri circa e comprende il crinale della dorsale del Montalbano. L'elevata resistenza all'alterazione delle arenarie ha quasi ovunque determinato pendenze superiori al 35%, tanto da impedire l'utilizzo di questa porzione di territorio per pratiche agricole. L'ambiente è praticamente disabitato con attività economiche limitate alla silvicoltura.

#### 4.3 – CARTA DEI DATI DI BASE (TAV. G3)

La carta contiene l'ubicazione dei dati geognostici del territorio comunale. E' stato aggiornato l'elenco delle indagini geognostiche già elaborato in fase di Regolamento Urbanistico del 2008 con i dati raccolti negli ultimi anni e con le indagini, soprattutto sismiche, eseguite in fase di redazione delle MOPS.

Complessivamente sono state analizzati n. 1.164 dati così suddivisi:

- n. 69 prove penetrometriche dinamiche
- n. 616 prove penetrometriche statiche
- n. 76 saggi con escavatore
- n. 59 sondaggi
- n. 26 indagini sismiche eseguite con tecniche varie
- n. 318 relazioni geologiche senza prove *in situ*.

Con questi dati, la cui fruizione è resa possibile per l'opera dell'Ufficio Tecnico Comunale che ha conservato e sistematizzato tutte le relazioni geologiche e geotecniche allegare alle pratiche edilizie degli ultimi anni, la ricostruzione del sottosuolo raggiunge un'attendibilità molto elevata.

L'archivio è stato integrato utilizzando gli stessi criteri di quello esistente nel Regolamento Urbanistico attualmente in vigore; ciascuna indagine è stata caratterizzata sulla base di n. 10 campi:

Numero e tipo di pratica

Tipo prova

Profondità raggiunta

Litologia prevalente fra 0 e 4 metri (LITO 0-4) (argilla, limo, sabbia, ghiaia, substrato)

Litologia prevalente fra 4 e 8 metri (LITO 4-8) (argilla, limo, sabbia, ghiaia, substrato)

Litologia prevalente fra 8 e 12 metri (LITO 8-12) (argilla, limo, sabbia, ghiaia, substrato)

Caratteristiche litotecniche medie fra 0 e 4 metri (GEOT 0-4) (scadenti, medie, buone)

Caratteristiche litotecniche medie fra 4 e 8 metri (GEOT 4-8) (scadenti, medie, buone)

Caratteristiche litotecniche medie fra 8 e 12 metri (GEOT 8-12) (scadenti, medie, buone)

Profondità del substrato, quando raggiunto (PROF\_SUBS) (metri dal p.c.)

Il campo “Caratteristiche litotecniche medie” è stato riempito tenendo conto delle resistenze penetrometriche statiche medie entro quel dato livello secondo il seguente criterio:

Resistenze penetrometriche medie

comprese fra 0 e 8 kg/cmq

caratteristiche scadenti

Resistenze penetrometriche medie

comprese fra 8 e 20 kg/cmq

caratteristiche medie

Resistenze penetrometriche medie

maggiori di 20 kg/cmq

caratteristiche buone

Di particolare utilità sono risultate le prove penetrometriche statiche che nel tipo di depositi alluvionali della pianura di Quarrata forniscono con buona attendibilità una caratterizzazione litologica e litotecnica.

L'archivio informatico è stato indispensabile per la realizzazione delle carte litotecniche del territorio di pianura del Comune; copia cartacea di tale archivio è allegata in Appendice.

#### 4.4 – CARTE GEOLOGICO-TECNICHE

##### 4.4.1 - Aree di pianura

Sono state elaborate tre **Carte della Litologia prevalente**, ottenute correlando i dati litologici ricavati dai numerosi punti di controllo stratigrafico distribuiti nella zona di pianura. Di particolare utilità sono state le 616 prove penetrometriche statiche; i grafici penetrometrici forniscono infatti un dettaglio molto raffinato per la distinzione delle granulometrie dei sedimenti compresi nel campo da argille a sabbie.

L'elaborazione è consistita nella individuazione della litologia prevalente in tre livelli (0-4, 4-8, 8-12) realizzando così una specie di “tomografia” litologica con un grado di attendibilità molto elevato considerato l'alto numero di dati a disposizione.

I criteri con cui sono state elaborate le carte sono gli stessi già utilizzati nel 2008 per la Relazione geologica allegata al Regolamento Urbanistico attualmente vigente. I limiti dei vari tipi litologici sono stati aggiornati a seguito all'inserimento di 114 nuovi punti di controllo, ma le variazioni che ne derivano sono veramente modeste e non significative.

I vari termini litologici portano in legenda anche la sigla utilizzata nella Carta delle MOPS secondo il seguente schema.

Definizione litologica	Sigla Carta Geologico Tecnica
Prevalenza di argille	ML Limi inorganici, farina di roccia, sabbie fini limose e argillose limi argillosi di bassa plasticità
Prevalenza di limo	
Prevalenza di sabbia a ghiaia	SM Sabbie limose, miscela di sabbia e limo

Si riporta di seguito una breve descrizione delle tre tavole

#### **Livello 0-4 metri (Tav. G4.1A)**

Esiste una marcata uniformità litologica in tutta la pianura con presenza di sedimenti coesivi comprendenti quasi esclusivamente argille e limi. Sono infatti completamente assenti sedimenti a granulometria grossolana (sabbie e ghiaie) anche in corrispondenza degli sbocchi in pianura dei corsi d'acqua provenienti dalle pendici del Montalbano. Si ha la conferma di quanto noto da studi di carattere generale che il riempimento dell'antico bacino Firenze-Prato-Pistoia è stato interamente a carico dei corsi d'acqua provenienti dal bordo settentrionale della depressione. L'unica presenza di sedimenti sabbiosi si ha in corrispondenza dell'affioramento di depositi lacustri fra Viale Europa e il colle di Valenzatico nei pressi del Santonovo; si tratta di materiali di sedimentazione lacustre riconducibile quindi ad un ambiente di sedimentazione molto diverso, e molto più antico, dei sedimenti alluvionali recenti della pianura. La sottile striscia di limi lungo il corso dello Stella da Valenzatico alla Catena è dovuto all'effetto "sbarramento" degli argini del torrente che, bloccando le acque basse, hanno determinato il deposito molto recente dei materiali in sospensione.

#### **Livello 4-8 metri (Tav. G4.1B)**

Rispetto all'intervallo precedente non si rilevano variazioni significative; si rileva soltanto un aumento dell'estensione dei sedimenti limosi nella zona del capoluogo. In conclusione fino alla profondità di m 8 esiste una marcata uniformità litologica sia in senso orizzontale che verticale.

#### **Livello 8-12 metri (Tav. G4.1C)**

In questo livello la situazione litologica cambia notevolmente con la presenza di depositi sabbiosi estesi in gran parte del territorio di pianura. Questo livello comprende una porzione di un acquifero con permeabilità media da tempo utilizzato per consumi locali di uso per lo più domestico. Cominciano in questa carta ad essere abbastanza estese le aree

con le formazioni rocciose del substrato che costituisce la base del riempimento fluvio lacustre.

I sedimenti alluvionali della pianura fino alla profondità di m 12 dal p.c. hanno in genere caratteri geotecnici medio-buoni. Secondo i criteri utilizzati per la classificazione litotecnica delle aree di pianura questo significa che si hanno resistenze penetrometriche statiche sempre superiori a 10 kg/cmq; di conseguenza si tratta di terreni con coesione non drenata che nelle condizioni peggiori hanno valori pari a  $C_u > 0.5$  kg/cmq.

Le prove penetrometriche statiche che indicano sedimenti scadenti con resistenze inferiori a 10 kg/cmq, sono in numero limitato, meno del 10%, e risultano distribuite in modo casuale a testimonianza che si tratta di situazioni locali di dimensioni non cartografabili alla scala utilizzata.

Ferma restando la necessità di caratterizzare con dettaglio adeguato il terreno nella fase dei progetti esecutivi delle opere edilizie, fin d'ora risulta che le caratteristiche geotecniche dei terreni alluvionali non pongono limiti all'utilizzazione del territorio.

#### 4.4.2- Aree di collina

##### **Carta geologico-tecnica delle aree collinari (Tav. G4.2)**

Si tratta di un elaborato derivato dalla carta geologica ottenuto raggruppando la varie formazioni tenendo conto della composizione litologica e delle loro caratteristiche tecniche; i criteri utilizzati per il raggruppamento delle varie formazioni e la terminologia sono quelli indicati dalla Regione Toscana nel volume “Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica”. Questa Carta quindi è la stessa di quella elaborata per la “Microzonazione sismica di livello 1”

Nella tabella che segue viene riportata la corrispondenza utilizzata.

Carta Geologica	Carta Geologico Tecnica
Depositi antropici	RI - Terreni contenenti resti di attività antropica
Frana attiva con tipo di movimento indeterminato	Complessa - attiva
Frana quiescente con tipo di movimento indeterminato	Complessa - quiescente
Depositi detritici eluvio colluviali argillosi	ML - Limi inorganici, farina di roccia, sabbie fini limose o argillose, limi argillosi di bassa plasticità eluvio/colluviali
Depositi detritici eluvio colluviali sabbiosi	GM – miscela di ghiaia, sabbia e limo
Depositi alluvio-colluviali	ML - Limi inorganici, farina di roccia, sabbie fini limose o argillose, limi argillosi di bassa plasticità eluvio/colluviali
Argille e sabbie lacustri	ML - Limi inorganici, farina di roccia, sabbie fini limose o argillose, limi argillosi di bassa plasticità lacustri
Formazione di M. Morello	LPS - Lapideo, stratificato
Formazione Macigno	
Formazione di Sillano	ALS - Alternanza di litotipi, stratificato

Formazione delle Marne di Marmoreto	ALS - Alternanza di litotipi, stratificato
Olistostroma di Monte Modino	AL – Alternanza di litotipi, non stratificati

L'attribuzione delle coperture non ha creato particolari problemi, sia per quanto riguarda i depositi alluvionali che per le coltri detritiche. La costruzione della carta si è basata sulla classificazione dei numerosi dati di sottosuolo e sull'analisi della morfologia di superficie; in particolare le coperture sono state suddivise in due sole categorie:

**ML Limi inorganici, farina di roccia, sabbie fini limose e argillose limi argillosi di bassa plasticità** – sono riferibili ad una sedimentazione palustre e lacustre lontano dagli sbocchi in pianura dei principali immissari. In questa categoria sono stati classificati i depositi bacinali fini ed i materiali detritici di collina, provenienti dalla disgregazione delle formazioni argillitiche del substrato.

**GM Ghiaia, miscela di ghiaia sabbia e limo** – sono riferibili ad una sedimentazione alluvionale di media energia; in questa categoria sono compresi i depositi detritici con matrice grossolana provenienti dal disfacimento delle arenarie e dei calcari del substrato.

Per una valutazione speditiva delle caratteristiche geo-meccaniche delle formazioni della collina, qualche indicazione può essere data solo per i materiali di copertura.

Come detto i depositi eluvio colluviali ed alluvio-colluviali sono sempre a forte componente argillosa in quanto in tutto o in parte provenienti dal disfacimento di rocce argillitiche. Si tratta quindi di materiali con comportamento coesivo. Possono essere attribuiti a questi terreni valori della coesione non drenata anche elevati, superiori a 0.8-1.0 kg/cmq; il valore di questo parametro risulta però scarsamente significativo dal momento che il rischio in questo caso deriva dai colamenti superficiali che possono verificarsi in questi tipi di terreno. Il problema quindi va visto in termini di tensioni efficaci non valutabili senza analisi di dettaglio localizzate; sulla base di esperienze in terreni analoghi si può fornire solo indicazioni di larga massima ipotizzando valori a lungo termine di dell'angolo di attrito  $\varphi' = 20-25^\circ$  e coesione drenata  $C' = 0$ .

#### 4.5– SITUAZIONE IDROGEOLOGICA

##### 4.5.1 – Aspetti generali

La pianura compresa fra Pistoia e Firenze si è formata per il colmamento di un bacino palustre originato all'inizio del Pleistocene dalla subsidenza delle zone di retro-arco appenninico. In una prima fase il riempimento della depressione è avvenuto ad opera di materiali fini, limi ed argille in prevalenza, con sporadici apporti di materiali grossolani (ghiaie e sabbie). Nell'ultima fase (Pleistocene Superiore) l'apporto sedimentario, assai consistente nelle fasi interglaciali, è consistito anche da sedimenti grossolani, fino al raggiungere il completo colmamento dell'area palustre; solo nelle aree più lontane dai

principali corsi d'acqua rimasero specchi palustri la cui bonifica, iniziata in epoche antiche, proseguita nel periodo granducale, è ancora in atto ad opera dei Consorzi di Bonifica.

Studi di carattere regionale hanno dimostrato che gli immissari principali che hanno contribuito in modo determinante al riempimento del paleoinvaso provenivano dalle alture settentrionali della depressione dove un'intensa attività tettonica determinava il sollevamento della dorsale appenninica e quindi un'attività erosiva molto intensa.

Nella zona di Quarrata, non essendo presenti immissari del bacino di importanza significativa, non sono presenti depositi grossolani di delta conoide. Gli acquiferi sono quindi costituiti da lenti sabbiose e ghiaiose intercalate in maniera più o meno irregolare nella successione palustre. I corsi d'acqua più importanti che attraversano il territorio comunale (torrenti Ombrone e Stella) sono il risultato di deviazioni e rettifiche avvenute per lo più nel periodo comunale e nel XVIII secolo: sono in pratica per lunghi tratti dei canali artificiali privi di subalveo naturale. Ne consegue che anche nelle fasce adiacenti ai corsi d'acqua non sono ipotizzabili spessori consistenti di materiali porosi. Acquiferi di un certo interesse possono essere presenti in fasce limitate corrispondenti a paleoalvei soprattutto del torrente Ombrone.

Sotto i sedimenti alluvionali pleistocenici il substrato roccioso pre-palustre si trova ad una profondità massima di poco superiore a 350 metri nella zona di confine tra i Comuni di Quarrata e Agliana. I pochi pozzi che hanno raggiunto questo substrato indicano la presenza di formazioni appartenenti alle Unità Liguri, con prevalenza di rocce argillitiche e di calcari tipo Alberese.

#### ***4.5.2 – La Carta delle isofreatiche (TAV G5)***

La morfologia della falda freatica di Quarrata ed i suoi rapporti con le acque della rete idrografica di superficie sono stati studiati più di una volta negli ultimi quaranta anni. La prima carta delle isofreatiche risale al 1978 ed è stata pubblicata nel 1986 nel Bollettino della Società Geologica Italiana; riporta la superficie della falda freatica dell'intera pianura di Pistoia sulla base di misure eseguite praticamente in contemporanea su oltre mille pozzi, scelti secondo una maglia prefissata. Successivamente uno studio del 1995 di Gargini e Pranzini, idrogeologi dell'Università di Firenze, aggiornò la carta delle isofreatiche in tutta la pianura Pistoia-Firenze e quindi anche nella pianura di Quarrata. Quest'ultima carta, naturalmente per quanto riguarda la pianura pistoiese e in particolare l'area del Comune di Quarrata, fu presentata e commentata negli elaborati del Piano Strutturale del 2001, arricchita di altri particolari inerenti il territorio comunale di Quarrata.

La carta del 1995 contiene le semplificazioni necessarie per la comprensione delle caratteristiche idrogeologiche di tutta la pianura Pistoia-Firenze, trascurando per questo i dettagli insignificanti alla scala dell'intero bacino, ma significativi per la piccola porzione di pianura ricadente nel territorio di Quarrata. Volendo quindi aggiornare nuovamente la carta delle isofreatiche abbiamo ritenuto opportuno ripartire dalla carta originaria del 1978

eseguendo nuove misurazioni su alcuni pozzi “campione” e riportando le variazioni su tutti gli altri pozzi, oggetto di misure nel 1978, di cui sono disponibili le schede allora compilate. I pozzi oggetto delle misure freatiche del settembre 2014 sono indicati nella carta con apposita simbologia, i valori misurati, confrontati con quelli del 1978 sono riportati nella tabella che segue.

n. pozzo	Misure 2014	Misure 1978	
	settembre	Aprile (situazione morbida)	Settembre (situazione magra)
1	0,55	0,40	3,40
2	0,13	0,10	2,90
3	2,10	0,7	4,60
4	0,42	0,70	2,80
5	0,77	0,60	2,20
6	2,65	2,80	4,50
7	1,10	1,09	1,80
8	0,65	0,40	1,30
9	0,60	0,50	2,10

Appare evidente che, tranne per il pozzo n. 3, i valori misurati nel settembre 2014 sono estremamente vicini a quelli misurati nell’aprile 1978; evidentemente la piovosità continua e intensa dell’estate 2014, determinando una alimentazione continua degli acquiferi e limitando i prelievi, ha fatto in modo che la falda freatica fosse in situazione di morbida già a settembre, quando in condizioni normali si dovrebbero invece avere situazioni di massima magra. In altre parole, la carta presentata nella Tav. G5, nonostante sia stata aggiornata con misure eseguite in settembre, riporta una situazione di morbida e deve essere paragonata con le misure che nel 1978 furono eseguite in aprile.

La morfologia della superficie freatica presentata nella Tav. G5, appare di poco diversa da quella dell’aprile 1978 e da quella del 1995; in questa porzione della pianura pistoiese la situazione della superficie freatica, pur subendo naturali oscillazioni stagionali, è sostanzialmente costante nel corso degli anni. Questo indica che gli acquiferi della pianura sono sfruttati ad un ritmo compatibile con la ricarica naturale, nonostante sia in atto un continuo incremento dei prelievi stagionali ad uso irriguo per l’estendersi dei terreni coltivati a vivaio in modo intensivo. Le uniche variazioni degne di nota sono:

- Un abbassamento della falda nell’area ad ovest di Vignole, tra la via Fiorentina e via Ceccarelli dovuto probabilmente ad un incremento locale dei prelievi per uso irriguo;
- La scomparsa di una depressione della falda nella zona di Casini dovuta alla cessazione dello sfruttamento dei pozzi comunali di Via Larga.

In entrambi i casi si tratta comunque di situazioni localizzate e non significative con variazioni del livello della falda di poco superiori al metro.

Alla scala dell’intero territorio di pianura possiamo rilevare i seguenti elementi

principali:

- Il flusso delle acque sotterranee segue a grandi linee quello dell'idrografia superficiale, con direzione dai rilievi circostanti la pianura verso il centro e da qui verso sud-est.
- Il torrente Ombrone alimenta la falda nel tratto dalla Ferruccia verso Caserana, fino al confine orientale del Comune. Nel tratto a monte, da Guado dei Sarti a Ferruccia, le acque dell'Ombrone sembrano essere in equilibrio con le acque di falda.
- Il torrente Stella ed i corsi d'acqua minori della pianura sono in connessione idraulica con le acque sotterranee, solo per brevi tratti. La cosa è perfettamente plausibile in quanto, come detto, si tratta di corsi d'acqua artificiali, privi di subalveo.
- I torrenti che scendono dal Montalbano non influenzano in maniera significativa la superficie freatica, probabilmente per la bassa permeabilità dei sedimenti alluvionali.
- Gli assi di drenaggio principali scorrono da nord-ovest a sud-est seguendo la pendenza naturale del terreno e quindi, come detto, la direzione dell'idrografia superficiale. Le aree della loro alimentazione si trovano in tutti i casi al di fuori del territorio comunale, nelle zone a maggior permeabilità dei conoidi dell'area pistoiese.
- Un asse di drenaggio localizzato con direzione prossima a nord-sud, si trova tra Caserana e Molin Nuovo. Si tratta di uno scorrimento sotterraneo, arealmente ristretto che indica con molta probabilità un vecchio corso dell'Ombrone. Questo asse di drenaggio era già segnalato nella carta del 1978; non era segnalato nella carta del 1995, allegata al PS del 2001 perché questa carta, presentata con equidistanza di due metri, trascurava, come detto, particolari non significativi a livelli dell'intero bacino.
- Il gradiente idraulico delle aree di pianura, distanti dalla stretta fascia pedemontana, è in media dello 0,25%. Si ritiene che il basso valore sia dovuto alla bassa permeabilità degli acquiferi, che determina una specie di ristagno delle acque sotterranee; il gradiente idraulico risulta basso anche nella fascia a ridosso del Montalbano, per la mancanza, da questo lato di una consistente alimentazione.
- Per quanto riguarda l'escursione media della falda, cioè la differenza di quota del livello freatico tra la stagione di morbida e quella di magra, si fa riferimento alle misure eseguite nel 1978; si rilevò allora una escursione media variabile da m 2 a m 3,5, crescente da nord-ovest a sud-est, dalla zona del Barba alla zona della Catena. Si ritiene che questi valori siano vicini alla situazione attuale, perché sono conseguenza della diminuzione di permeabilità e quindi di produttività degli acquiferi superficiali.

#### ***4.5.3 –I punti di captazione di acqua per uso acquedottistico***

I punti di prelievo, pozzi e sorgenti, delle acque distribuite per il consumo umano sono stati verificati con gli uffici di Publiacqua. Alcuni pozzi in funzione nel 2001 non sono più utilizzati o perché non più produttivi o perché fornivano un'acqua di qualità scadente con necessità di trattamento molto spinto e non economico. In particolare:

- sono stati abbandonati i due pozzi profondi 50 metri nei pressi della centrale di via Larga che fornivano poca acqua contenente elevate quantità di ferro e manganese; in

quest'area rimangono attivi, sia pure per emergenze idriche eccezionali, i due pozzi nel resede della centrale, di cui uno molto profondo (circa 230 metri).

- Non sono più utilizzati dall'acquedotto i due pozzi (uno molto profondo) da tempo presenti lungo via Montalbano all'altezza del serbatoio, detto "il fungo"; pozzi e serbatoio non sono mai stati presi in carico da Publicacqua.
- Nella zona dello Stadio, i due pozzi profondi, quello dei Boschetti e quello di via Udine, sono stati disattivati e sostituiti da un solo pozzo anch'esso a profondità maggiore di 200 metri, perforato di recente sempre in via Udine.

Sono invece ancora in attività i pozzi di collina che pur fornendo quantità di acqua limitate sono utilizzati per acquedotti secondari: pozzi di Montemagno, Lucciano, Colle.

Per quanto riguarda le sorgenti che, insieme ai pozzi sopra menzionati, alimentano acquedotti secondari per i nuclei abitati di collina, poco è cambiato rispetto al 2001. Solo due-tre sorgenti sono state abbandonate perché non più produttive; le altre hanno portate limitate, dell'ordine di pochi litri al minuto, ma forniscono acqua di buona qualità che permette di ridurre al minimo i trattamenti di potabilità.

Una risorsa importante per l'acquedotto di Quarrata è data da due invasi da tempo esistenti: il bacino del Falcheretto, con capacità di 200.000 mc e il bacino delle Due Forre, con capacità di 100.000 mc.

Tutti i punti di captazione che forniscono acque per il consumo umano, compresi i due invasi, sono riportati sulla carta. Sono tutti soggetti ai vincoli indicati nell'art. 94 del Dlgs n. 152/2006, per la *Zona di tutela assoluta, costituita dall'area immediatamente circostante le captazioni* e per la *Zona di rispetto con estensione di 200 metri di raggio rispetto al punto di captazione*. A questo proposito si fa osservare che per le sorgenti l'area di rispetto può essere limitata alle aree a monte dell'emergenza; la produzione naturale delle sorgenti non crea infatti il cono di depressione tipico dello sfruttamento forzato dei pozzi che può richiamare acqua anche dalle zone a valle.

## **5 – SITUAZIONE IDRAULICA**

Gli strumenti urbanistici vigenti, Piano Strutturale e Regolamento Urbanistico, sono stati eseguiti utilizzando le conoscenze idrauliche provenienti da studi elaborati da professionisti incaricati dall'Amministrazione Comunale. Era questa una necessità, dal momento che l'Autorità di Bacino non aveva ancora elaborato uno studio idraulico relativo al bacino dell'Ombrone e per le indicazioni di pericolosità si basava su studi parziali o addirittura su dati storico inventariali.

Nel 2012 è uscito il primo studio idraulico organico del bacino dell'Ombrone e quindi del territorio comunale di Quarrata, elaborato dall'Autorità di Bacino con criteri relativamente moderni e con conoscenze delle quote topografiche molto raffinate. I risultati di questo studio sono stati utilizzati anche per la redazione prima del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) e poi per la carta di pericolosità del Piano Gestione Rischio Alluvione (PGRA).

Le indicazioni idrauliche necessarie per la definizione delle pericolosità provengono da questo studio e sono state fornite direttamente dall'Autorità di Bacino.

### **5.1 – CARTA DELLE AREE ALLAGABILI (TAV. G6)**

La carta riporta le aree allagabili con diversa frequenza; in particolare:

- le aree allagabili con tempo di ritorno  $Tr \leq 30$  anni
- le aree allagabili con tempo di ritorno compreso fra 30 e 200 anni
- le aree allagabili con tempo di ritorno compreso fra 200 e 500 anni
- le aree non allagabili perché elevate in quota rispetto alla pianura ed alle valli collinari allagabili.
- • perimetro del territorio urbanizzato di cui alla Tav. P03
- • corsi d'acqua di cui all'elenco allegato al PIT 2005-2010
- • tratti dei corsi d'acqua modellati dall'Autorità di Bacino del F. Arno.

Sono le classi necessarie per elaborare la Carta di pericolosità secondo le indicazioni della DCRT 53/R.

Come detto si tratta di un documento mutuato integralmente dallo studio dell'Autorità di Bacino del F. Arno nell'ambito della redazione del PAI per l'asta dell'Ombrone nel 2012. Più in dettaglio si tratta di un'analisi idrologico idraulica eseguita utilizzando un metodo a celle quasi bidimensionale; le quote del terreno sono state ricavate dalla copertura Lidar con maglia m 1\*1.

### **5.2 – CARTA DEI BATTENTI PER TR200 (TAV. G7)**

Si tratta di un'elaborazione dei dati dello studio idraulico sull'asta dell'Ombrone dell'AdB. In dettaglio sono state recuperate le perimetrazioni delle Aree Potenzialmente Allagabili (APE) ed è stata considerata per ciascun'area la quota del battente atteso per

Tr200; i battenti idraulici per l'intero territorio sono stati ricavati sottraendo alla quota dei battenti delle APE, la quota del piano di campagna ricavata dal Lidar. Limitatamente ad una porzione del capoluogo in cui la copertura Lidar è assente, le quote del p.c. sono state ricavate dal modello digitale 10\_10 della Regione Toscana.

In Fig. 1 è riportata la delimitazione delle APE per il territorio di pianura fornito dall'AdB.

Nella tabella che segue sono indicate le quote del livello di allagamento per Tr200 in ciascuna APE.

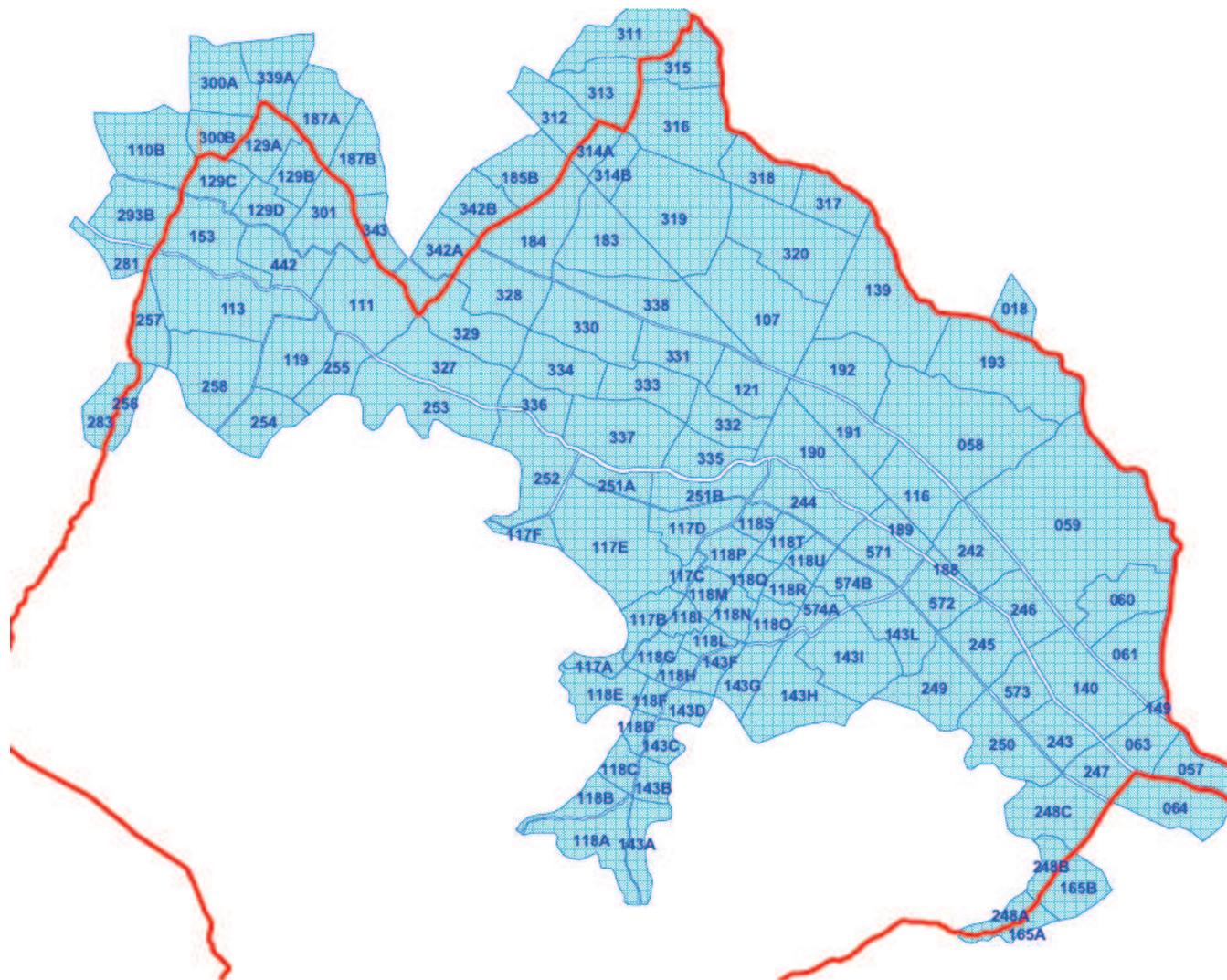


Fig. 1 – Perimetri delle Aree Potenzialmente Allagabili APE  
(Fonte AdB Arno)

N. Ape	Quota						
018	42.17	320	39.06	255	44.99	143A	56.33
057	40.54	327	41.48	256	51.70	143B	52.57
058	38.29	328	40.93	257	46.92	118F	48.32
059	37.70	329	41.44	258	46.52	118D	50.74
060	37.68	330	39.90	281	48.62	143C	50.79
061	37.67	331	39.50	283	51.84	143D	48.42
063	38.75	332	39.47	571	39.42	117A	48.10
107	39.00	333	39.52	572	37.77		
110B	45.46	334	40.31	573	37.72		
111	42.39	335	39.47	574B	39.42		
116	39.16	336	40.59	251A	40.24		
121	39.47	337	39.51	117C	42.70		
129A	43.66	338	39.84	117D	40.01		
139	38.31	339A	44.40	117B	44.77		
140	38.76	342B	41.16	117F	43.95		
149	38.88	343	42.05	143F	45.31		
153	44.33	442	43.36	143E	47.26		
183	40.28	300B	44.58	143G	44.90		
184	40.93	187B	42.59	118H	45.32		
185B	41.16	129B	43.41	118G	45.04		
187A	43.33	129C	44.31	118L	43.56		
188	38.91	129D	43.45	118I	43.56		
189	39.16	342A	41.16	118N	41.87		
190	39.29	314A	40.83	118O	40.54		
191	39.26	064	37.65	118R	40.28		
192	38.32	113	46.52	118Q	40.93		
193	38.29	117E	40.22	118T	39.68		
242	38.77	118U	39.68	118M	41.88		
246	38.76	119	45.13	118S	39.68		
293B	45.46	143I	37.89	118P	40.97		
300A	44.79	243	37.72	574A	39.34		
301	42.46	244	39.68	143L	37.84		
311	41.69	245	37.73	143H	40.95		
312	41.21	247	37.71	248A	40.65		
313	41.15	248C	37.71	248B	37.71		
314B	40.83	249	37.73	165A	42.29		
315	41.20	250	37.72	165B	38.02		
316	40.38	251B	40.01	118E	48.14		
317	39.77	252	43.47	118B	56.53		
318	40.14	253	43.83	118A	56.71		
319	39.57	254	46.91	118C	53.73		

Tabella 1 – Quota dei battenti di allagamento per Tr200 nelle varie APE (Fonte AdB Arno)

### **5.3 – CARTA DEGLI INTERVENTI STRUTTURALI (TAV. Ga)**

Le carte relative alla situazione idraulica delle aree allagabili e dei battenti attesi (Tavv. G6 e G7) e la Carta della Pericolosità Idraulica che ne consegue (Tav. GP.2) indicano un quadro veramente problematico per l'intero territorio di pianura. La grande estensione delle aree a pericolosità molto elevata (I4), unitamente ai vincoli imposti per tali aree dalle vigenti normative in materia di tutela del rischio idraulico, riducono fortemente la possibilità di utilizzare il territorio di pianura non tanto in termini urbanistici, quanto in quelli edilizi.

In questa situazione è evidente che uno dei primi atti di pianificazione debba riguardare la previsione di opere di mitigazione del rischio idraulico, senza le quali qualsiasi intervento di pianificazione urbanistica diventa praticamente impossibile.

La Carta di Tav. Ga riporta l'ubicazione delle casse di espansione previste per la mitigazione del rischio idraulico nel territorio di Quarrata. Come si vede la maggior parte delle opere è indicata nel Piano Rischio Idraulico (PRI) dell'Autorità di Bacino del F. Arno:

- Aree di tipo A: aree sulle quali si può procedere alla progettazione; nell'ambito di questa classificazione sono state ulteriormente distinte le aree per le quali è già in atto una qualche forma di progettazione (almeno progetto preliminare). In particolare sono state individuate la cassa della Querciola (lotto B) relativa alle acque dell'Ombrone, la cassa di Pontassio per lo Stella e la cassa sulla Senice in aderenza alla nuova viabilità per Prato.

- Aree di tipo B: aree per le quali sono necessarie ulteriori verifiche di fattibilità prima di procedere alla progettazione

Altri opere strutturali riguardano interventi più contenuti, previsti per la soluzione di problemi locali; fra questi, di particolare importanza la cassa di espansione sul Fosso di Lucciano, in prossimità dell'abitato di Ronchi e il piccolo ampliamento della Cassa sul Fosso Falchereto a sud di Villa La Magia. Questi due interventi hanno infatti lo scopo di liberare dagli allagamenti per tempi di ritorno per Tr30 la maggior parte del centro abitato di Quarrata, come indicato nella Tav. Gb descritta la paragrafo che segue.

### **5.4 – ANALISI DEI BENEFICI A SEGUITO DEGLI INTERVENTI STRUTTURALI SUI TORRENTI LUCCIANO E FALCHERETO (TAV. Gb)**

In questo paragrafo vengono descritte le procedure che hanno permesso di valutare i benefici in termini di mitigazione del rischio, a seguito della realizzazione di due interventi strutturali previsti anche nel precedente Regolamento Urbanistico. Si tratta di una cassa di espansione sul Fosso di Lucciano e dell'ampliamento dell'invaso a monte della bocca tarata presente sul Fosso Falchereto all'altezza della Magia.

#### 5.4.1 – Metodologia

Il modello idraulico utilizzato dall'Autorità di Bacino del Fiume Arno per la definizione dello scenario di rischio per il Comune di Quarrata è di tipo quasi bidimensionale e topograficamente basato sulle informazioni LIDAR; il modello schematizza il piano campagna suddividendolo in vari settori d'allagamento, modellati come insiemi di *storage area* interconnessi fra di loro e denominati APE.

Il modello idraulico, realizzato con schema di moto vario, prevede lungo i corsi d'acqua analizzati degli sfioratori laterali che ricalcano l'andamento degli argini; se sormontati gli sfioratori trasferiscono i volumi esondati nelle celle adiacenti, che a loro volta si riempiono secondo curve d'invaso funzione delle caratteristiche topografiche dell'area. Le celle sono interconnesse fra loro attraverso soglie sfioranti, in grado di trasferire i volumi da una cella all'altra se il livello stoccato in una supera la soglia limite. In questo modo viene schematizzata la propagazione delle piene sul territorio, avendo a disposizione a fine simulazione la massima quota raggiunta dall'acqua in ciascuna cella ed il volume invasato. Lo scenario di rischio è determinato tramite intersezione del piano dei battenti con il piano topografico, individuando i tiranti idrici attesi.

La definizione del rischio idraulico residuo a seguito degli interventi ipotizzati è stata effettuata previa progettazione idraulica esecutiva delle opere in esame, tramite l'implementazione di modelli di calcolo realizzati con il software Hec Ras.

Gli output delle verifiche idrauliche di dimensionamento delle opere, ovvero l'idrogramma di uscita dalla bocca tarata della Cassa sul Rio di Lucciano e quella del Rio Falchereto, sono stati inseriti quali input del modello fornito dall'Autorità di Bacino del Fiume Arno, in termini di portata senza modificare gli altri parametri (portate a monte, input a valle e altre condizioni al contorno).

Nella fattispecie gli idrogrammi in uscita dalla cassa d'espansione e dalla briglia a bocca tarata sono stati inseriti quali *lateral inflow*. Nello specifico sono stati eseguiti i seguenti passaggi:

- Acquisizione del modello idraulico dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno con schema di moto quasi bidimensionale (modello a celle) e della relativa parte idrologica;
- Definizione dello scenario di rischio in stato attuale per eventi con Tr 30 e 200 anni tramite implementazione del modello dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno;
- Dimensionamento idraulico delle opere in esame (cassa sul Rio di Lucciano e adeguamento opera Rio Falchereto) con schema di moto vario tramite Hec Ras, con definizione degli effetti di queste opere in termini di portate sul reticolo di valle, per eventi con Tr 30 e 200 anni;
- Implementazione del modello a celle dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno, con le nuove portate a seguito della realizzazione delle opere, con individuazione delle esondazioni residue nei tronchi di valle;
- Definizione dei battenti attesi a mezzo di confronto con il rilievo Lidar e loro rappresentazione cartografica.

#### 5.4.2 – Risultati

La Tav. Gb allegata alla presente relazione riporta i risultati delle analisi eseguite utilizzando i criteri descritti al paragrafo precedente. In particolare sono state cartografate le aree che, una volta eseguiti gli interventi strutturali, non saranno più allagate per Tr30; sono state inoltre cartografate le aree che quelle per le quali si ritengono necessari ulteriori approfondimenti basati su modelli idraulici di maggior dettaglio.

La focalizzazione sullo scenario del Tr30 deriva dal discriminare in termini di pericolosità idraulica che discende dal ricadere o meno all'interno di allagamenti con questo tempo di ritorno. Secondo il regolamento 53R infatti le aree allagabili per Tr30 vengono classificate nella massima pericolosità (Classe I4) e questo comporta che la loro utilizzazione ai fini urbanistici ed edilizi di questi territori risulta fortemente vincolata.

Osservando la Tav. Gb si osserva:

- Una vasta area in corrispondenza del centro abitato risulta affrancata dagli allagamenti per Tr30;
- Gli interventi in progetto non producono benefici per le porzioni di territorio poste alle quote inferiori, in quanto soggette ad allagamenti in gran parte dovuti al Fosso Colecchio, sul quale non sono previsti interventi strutturali.
- Alcune zone, tra cui la più estesa è quella compresa tra Via Giorgione, Via Piero della Francesca e Via Bocca di Gora e Tinaia, richiedono un approfondimento per valutare se siano ancora soggette o meno ad allagamenti per Tr30. In altre parole devono essere analizzate con studi idraulici più raffinati mediante l'utilizzo di modelli bidimensionali che tengano conto della topografia del terreno con maglia piccolissima, e non con quella utilizzata dal modello dell'Autorità di Bacino. In sintesi i volumi residui che esondano nonostante l'esecuzione delle due casse, sono talmente esigui che difficilmente possono essere modellati con un sistema a celle. Con questo criterio infatti i volumi vengono distribuiti "uniformemente" su ciascuna cella mentre con un modello più raffinato, in considerazione della pendenza media dell'area in questione, si potrebbero ottenere percorsi di propagazione delle piene piuttosto differenti.

	Aree affrancate da allagamenti per Tr30 a seguito degli interventi
	Aree soggette ad allagamenti residui per Tr30
	Aree che necessitano di ulteriori approfondimenti
	Cassa Fosso di Lucciano
	Cassa Fosso Falchereto

*Legenda della carta dei benefici  
(Tav. Gb)*

## **6 – CARTA DI PERICOLOSITÀ GEOLOGICA (TAV. GP1)**

La carta di pericolosità geologica di Tav. G7 è di fatto la riproposizione di quella allegata al vigente Regolamento Urbanistico, redatta ai sensi della DPGR 27/04/07 n.26R. Nella sostanza infatti i criteri per la zonazione di pericolosità non sono cambiati con il passaggio alla 53R ed il quadro conoscitivo non ha subito variazioni significative.

I criteri utilizzati sono riassunti di seguito.

### **Classe G1 (pericolosità bassa)**

Fanno parte di questa classe le aree di affioramento delle formazioni:

- depositi alluvionali recenti
- depositi di colmata;
- Argille e sabbie lacustri.

### **Classe G2 (pericolosità media)**

E' la classe in cui ricade genericamente tutto il territorio collinare e montano, quando non siano presenti elementi sfavorevoli che indichino una pericolosità maggiore. In particolare fanno parte di questa classe le aree di affioramento delle formazioni:

- depositi alluvio-colluviali ed eluvio-colluviali in facies sabbiosa con pendenza minore del 15%;
- formazione di M. Morello;
- formazione di Sillano;
- Marne di Marmoreto;
- Olistostroma di Monte Modino;
- Formazione Macigno

### **Classe G3 (pericolosità elevata)**

Sono comprese in questa classe le aree di affioramento di:

- depositi antropici;
- frane quiescenti (comprese quelle indicate dalle carte del Piano per l'Assetto Idrogeologico);
- depositi eluvio colluviali in facies argillosa;
- depositi alluvio-colluviali ed eluvio-colluviali in facies sabbiosa con pendenza maggiore del 15%.

Sono state inserite in questa classe anche una decina di aree di piccole dimensioni in cui si facevano sentire gli effetti di due o più forme e processi di versante puntuali. Più in particolare il criterio utilizzato prevede l'inserimento di un'area in G3 quando entro una distanza di m 100 sia presente più un simbolo puntuale, indipendentemente dalla sua tipologia. Per definire l'estensione e la forma delle nuove aree si è tenuto conto di considerazioni di carattere morfologico, oltre naturalmente della necessità di comprendere i simboli in questione.

**Classe G4 (pericolosità molto elevata)**

Sono comprese in questa classe:

- Le aree soggette a Frane attive, con movimenti in atto o recenti (comprese quelle indicate dalle carte del Piano per l'Assetto Idrogeologico).

Come si vede i criteri indicati dalla 53R sono stati interpretati cautelativamente inserendo in G3 i corpi detritici con acclività >15% anziché >25%.

Per le aree di pianura la definizione della pericolosità ha tenuto conto, oltre che della inesistenza di criticità geomorfologiche, anche delle qualità geotecniche dei terreni discusse nella descrizione della Carta della Litologica Prevalente.

**7 – CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA (TAV. GP2)**

La zonazione di pericolosità idraulica è stata redatta secondo i criteri indicati dalla DCPR 53/R che prevede le seguenti classi di pericolosità:

**Classe I.1 (pericolosità bassa)**

Comprende le aree collinari per le quali ricorrono le seguenti condizioni:

- non vi sono notizie storiche di inondazioni;
- sono in situazioni favorevoli di alto morfologico, con quote superiori a m 2 rispetto all'alveo.

**Classe I.2 (pericolosità media)**

Comprende le aree allagabili per eventi con tempi di ritorno compresi tra 200 e 500 anni.

**Classe I.3 (pericolosità elevata)**

Comprende le aree allagabili per eventi con tempi di ritorno compresi tra 30 e 200 anni.

**Classe I.4 (pericolosità molto elevata)**

Comprende le aree allagabili per eventi con tempi di ritorno inferiore/uguale a 30 anni.

Come si vede, la quasi totalità del territorio comunale di pianura è inserito nella classe a più elevata pericolosità; questa zonazione, considerate le normative vigenti, rende difficilmente utilizzabile il territorio anche per interventi di modesto impatto e di bassa vulnerabilità come sono di regola quelli che il Regolamento Urbanistico consente sull'edificato esistente.

## **8 – CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE (TAV. GP3)**

Secondo le indicazioni del 53R la zonazione di pericolosità sismica segue necessariamente la realizzazione di uno studio di Microzonazione sismica livello 1 definito dalle specifiche tecniche di cui all'o.d.p.c.m. 3907/2010; tale studio è già in possesso dell'Amministrazione Comunale e contiene fra l'altro la "Carta delle frequenze" e la "Carta delle microzone in prospettiva sismica (MOPS)" indispensabili per la redazione della Carta della pericolosità sismica.

In termini metodologici i criteri di redazione della carta di pericolosità sismica sono definiti nel 53R; in sintesi nella quasi totalità dei casi questa carta è una trasposizione della carta delle MOPS, in quanto questa già riassume gli elementi litostratigrafici e geosismici necessari per la definizione della pericolosità.

Il territorio del sistema insediativo è stato suddiviso nelle quattro classi indicate dalla normativa.

### **Classe S1 – Pericolosità bassa**

Comprende le zone stabili caratterizzate dalla presenza di litotipi assimilabili al substrato rigido in affioramento con morfologia pianeggiante o poco inclinata e dove non si ritengono probabili fenomeni di amplificazione o instabilità indotta dalla sollecitazione sismica. In altre parole in questa classe ricadono le aree comprese nella Zona 1 delle MOPS corrispondenti al substrato stabile con pendenza  $< 15^\circ$ .

### **Classe S2 – Pericolosità media**

Comprende le zone suscettibili di instabilità di versante inattiva e che pertanto potrebbero subire una riattivazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; zone stabili suscettibili di amplificazioni locali (che non rientrano tra quelli previsti per la classe di pericolosità sismica S.3). Ricadono in questa classe:

- le zone di affioramento di substrato stabile con pendenza  $> 15^\circ$
- le zone di pianura in cui non sia stato registrato un alto contrasto di impedenza. Questo elemento è stato valutato mediante la carta delle frequenze: la pianura è stata suddivisa in base alla frequenza ed all'ampiezza del picco di risonanza  $f_0$ . E' prassi comune considerare fra 1 e 10 hz la finestra critica per l'edilizia comunemente presente nel nostro territorio e l'ampiezza mediamente  $A > 3.0$  per indicare valori di contrasti di impedenza significativi. Fra 1 e 10 hz sono comprese infatti, con stime di larga massima, le frequenze di risonanza di edifici con altezza fino a 30 metri. Nella carta delle MOPS queste aree corrispondono alle zone stabili suscettibili di amplificazioni locali in cui, al di sotto dei depositi di copertura, il substrato risulti compreso oltre i 130 metri (Zona 10). Sovrapponendo infatti la carta delle isobate

con quella delle frequenze si osserva infatti che il limite  $F_0 = 1$  hz, considerato come valore soglia, corrisponde circa ad una profondità del substrato di 100-130 metri.

### **Classe S3 - Pericolosità elevata**

Vi sono comprese le zone suscettibili di instabilità di versante quiescente che pertanto potrebbero subire una riattivazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti che possono dar luogo a cedimenti diffusi; zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisicomeccaniche significativamente diverse; zone stabili suscettibili di amplificazioni locali caratterizzati da un alto contrasto di impedenza sismica atteso tra copertura e substrato rigido entro alcune decine di metri. Ricadono in questa classe:

- le zone di contatto tra alluvioni/coltri detritiche e substrato roccioso (buffer di 40 metri).
- le zone suscettibili di amplificazioni locali in cui sia stato registrato un alto contrasto di impedenza. Nel nostro caso queste aree corrispondono al territorio di pianura in cui, al di sotto dei depositi i copertura, il substrato risulti compreso entro i 130 metri (Zone 4, 5, 6, 7, 8 e 9).
- Le aree interessate da frane quiescenti riportate nella carta geomorfologica.

### **Classe S4 - Pericolosità molto elevata**

Comprende le zone suscettibili di instabilità di versante attiva che pertanto potrebbero subire una accentuazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; ricadono in questa classe le aree interessate da frane attive.

## 9 – CARTA DELLE PROBLEMATICHE IDROGEOLOGICHE (Tav. GP4)

La valutazione della vulnerabilità all'inquinamento delle acque sotterranee è uno dei metodi essenziali per la programmazione territoriale. Questa valutazione, infatti, consente:

- una corretta pianificazione territoriale, favorendo l'ubicazione di infrastrutture e di attività potenzialmente inquinanti nelle aree di minore vulnerabilità;
- una valutazione del rischio di inquinamento delle risorse idriche sotterranee, confrontando la vulnerabilità delle falde con le attività potenzialmente inquinanti attualmente presenti o previste sul territorio;
- una corretta applicazione delle aree di salvaguardia dall'inquinamento delle opere di captazione delle acque destinate al consumo umano, secondo il DPR 236/88.

Vi sono varie definizioni di **vulnerabilità**; qui ricordiamo la seguente: *attitudine di una falda ospitata in un acquifero ad ingerire e diffondere un inquinante, idroveicolato o fluente in fase a sé, sversato alla superficie del terreno od in corsi d'acqua superficiali.*

In parole più semplici, il grado di vulnerabilità ci dice se e quanto le acque sotterranee sono naturalmente protette dall'inquinamento eventualmente prodotto in superficie, e quanto può diffondersi nella falda un inquinante che l'abbia raggiunta.

Si tratta pertanto di una *vulnerabilità intrinseca*, funzione solo delle caratteristiche naturali del sistema idrogeologico. La vulnerabilità così definita potrà essere completata e dettagliata per aree e/o situazioni particolari (per esempio in fase di redazione del Regolamento Urbanistico) associando alla zonazione di vulnerabilità intrinseca l'ubicazione e la tipologia dei centri di pericolo e la mappatura della qualità dell'acqua di falda (definizione di aree dove la concentrazione di specie inquinanti supera quella massima ammissibile), in questo caso verrà elaborata la carta della *vulnerabilità integrata*.

La Carta della Vulnerabilità di Tav. GP4 è stata elaborata utilizzando i dati disponibili; fornisce una zonizzazione *qualitativa* del grado di vulnerabilità. E' stato utilizzato il metodo "*per complessi e situazioni idrogeologiche*" o "*naturale*" che parte dal presupposto di individuare domini idrogeologici caratterizzati da condizioni più o meno uniformi in relazione al movimento degli inquinanti nel sottosuolo. Ne deriva che i dati di base di partenza sono stati: la situazione litologica del territorio comunale, i dati litostratigrafici di sottosuolo e i dati di produzione dei vari acquiferi.

Rispetto alla carta allegata al Piano Strutturale vigente, quella presentata in questa sede rappresenta una nuova elaborazione più che un aggiornamento. Pur rimanendo validi i criteri generali sopra esposti sono stati infatti utilizzati dati diversi, più affidabili e più numerosi rispetto a quelli disponibili nel 2001; più in particolare:

- per la parte montana, dove la vulnerabilità è strettamente legata al tipo litologico affiorante, abbiamo tenuto conto della nuova carta geologica, rilevata recentemente nell'ambito del progetto regionale CARG che presenta una diversa distribuzione ed un maggior dettaglio delle varie formazioni geologiche;
- per la parte di pianura la individuazione delle varie classi di vulnerabilità si è basata sulle Carte geologico-tecniche che forniscono la composizione litologica prevalente nei livelli di profondità di m 0-4, 4-8, 8-12. La ricostruzione litologica del sottosuolo, che come detto nei paragrafi precedenti ha raggiunto nel territorio di Quarrata una attendibilità molto elevata, ha messo in evidenza che il primo acquifero, tra l'altro di scarsa portata, è protetto da uno spessore di 8-15 metri di

sedimenti a permeabilità molto bassa.

La carta contiene due codici di lettura, ovvero una legenda distinta in due parti, ciascuna per un'area idrogeologicamente omogenea: una per le aree di pianura ed una per le aree di collina

#### *Aree di pianura*

**A - Vulnerabilità molto alta:** l'acquifero affiora o è presente al di sotto di un spessore assai ridotto di sabbie e ghiaia, che non offre alcuna protezione nei confronti di un eventuale inquinante sparso in superficie. Il tempo di infiltrazione, in condizioni di saturazione, è inferiore ad una settimana, per cui anche inquinanti facilmente degradabili possono giungere in falda. Questa classe non è rappresentata nel territorio comunale.

**B - Vulnerabilità alta:** il terreno sovrastante il primo acquifero ha uno spessore ridotto ed una permeabilità relativamente alta, per cui offre scarsa protezione nei confronti di un eventuale inquinante sparso in superficie. Il tempo d'infiltrazione è inferiore ad un mese, per cui solo gli inquinanti più rapidamente degradabili possono essere adsorbiti e neutralizzati dal terreno non saturo. Questa classe non è rappresentata nel territorio comunale.

**C - Vulnerabilità medio-alta:** lo spessore e la permeabilità del terreno sovrastante il primo acquifero di sottosuolo comportano tempi di arrivo di un eventuale inquinante sparso in superficie compreso fra un mese ed un anno. Questo tempo è sufficiente alla degradazione degli inquinanti biologici, ma non garantisce la neutralizzazione dei più comuni inquinanti chimici. Rientrano in questa classe le Argille e sabbie lacustri che affiorano in poche aree sul margine della pianura.

**D - Vulnerabilità medio-bassa:** il primo acquifero sotterraneo di interesse pratico è relativamente protetto dal terreno sovrastante. Il tempo di arrivo è superiore ad un anno, quindi solo gli inquinanti meno degradabili possono raggiungere la falda per infiltrazione dalla superficie. Rientrano in questa classe tutte le aree della pianura alluvionale.

**E - Vulnerabilità bassa:** il primo acquifero sotterraneo è protetto da un buon spessore di terreno a bassa permeabilità. L'infiltrazione dalla superficie richiede tempi abbastanza grandi da rendere improbabile l'arrivo degli eventuali inquinanti alla falda. Questa classe non è rappresentata nel territorio comunale.

Per le **aree collinari** si è tenuto conto del fatto che, oltre alle rocce litoidi, vi sono presenti anche dei terreni sciolti, derivati da fenomeni gravitativi (coperture detritiche, corpi di frana) e alluvionali (depositi di fondovalle e alluvio colluviali), che sono sede di falde di piccola estensione e modesta consistenza, che alimentano le sorgenti e qualche pozzo. Le aree di affioramento di questi terreni sciolti non sono state associate alla legenda delle pianure alluvionali, non solo per la loro localizzazione, ma anche per la minore importanza delle risorse idriche contenute.

Sono state quindi distinte le aree a:

**Vulnerabilità molto alta:** le piccole falde contenute nei detriti di falda e nei corpi di frana a granulometria grossolana e/o composizione carbonatica sono estremamente vulnerabili all'inquinamento da parte di eventuali sversamenti in superficie. Il rischio di inquinamento riguarda essenzialmente le sorgenti alimentate da queste falde ed i pochi pozzi scavati in questi terreni. Questa classe non è rappresentata nel territorio comunale.

**Vulnerabilità alta:** i calcari delle formazioni geologiche affioranti in queste aree

hanno alta permeabilità per fratture e carsismo. Fanno parte di questa classe i depositi alluvio colluviali, le sottili strisce di alluvioni di fondovalle e i corpi detritici di estensione e spessori significativi. Un eventuale inquinante può arrivare facilmente alla rete idrica sotterranea ed inquinare sorgenti o pozzi in zone anche non vicine.

**Vulnerabilità media:** le formazioni geologiche che affiorano in queste aree, composte in prevalenza da arenarie o calcari marnosi, hanno una permeabilità media per fratture. Un inquinamento consistente può raggiungere la rete idrica sotterranea ed inquinare le sorgenti alimentate.

**Vulnerabilità bassa:** la permeabilità medio-bassa delle formazioni geologiche affioranti rende basso il rischio che un inquinante disperso in superficie raggiunga le sorgenti di bassa portata alimentate dalla modesta rete idrica.

**Vulnerabilità molto bassa:** in queste zone le formazioni geologiche, composte prevalentemente da argilliti, hanno permeabilità praticamente nulla e quindi non contengono falde idriche di qualche interesse e non consentono l'infiltrazione di sostanze contaminanti agli acquiferi eventualmente sottesi.

La corrispondenza tra le formazioni geologiche ed il grado di vulnerabilità è sintetizzata nella tabella che segue.

Unità	Vulnerabilità
Depositi detritici eluvio colluviali	II - Alta
Depositi alluvio-colluviali	II - Alta
Depositi alluvionali di fondovalle in aree collinari	II - Alta
Formazione di M. Morello Formazione Macigno	III - Media
Formazione delle Marne di Marmoreto	IV – Bassa
Formazione di Sillano/Olistostroma	V – Molto bassa

Si deve tener conto del fatto che il grado di vulnerabilità assegnato alle diverse aree si riferisce agli acquiferi presenti *nel sottosuolo delle aree stesse*. Un grado di vulnerabilità basso o molto basso non autorizza però a credere che un inquinante rilasciato sul terreno non possa inquinare delle acque sotterranee. Infatti è proprio in questi terreni, a permeabilità bassa o nulla, che un inquinante sparso in superficie può essere trasportato più facilmente, dalle acque di ruscellamento superficiale, agli eventuali acquiferi delle aree confinanti topograficamente più basse.

In sintesi, gli elementi essenziali emersi sono i seguenti.

- Nelle **aree di pianura** mancano o sono poco rappresentate le classi a maggior vulnerabilità. Ciò deriva dal fatto che, come detto, al margine sud della pianura, ai piedi delle colline di Montalbano, mancano depositi di conoide che per la bassa soggiacenza della falda, la natura piuttosto permeabile della copertura e l'alimentazione diretta dal corso d'acqua costituiscono le aree a maggiore vulnerabilità.
- Nelle aree di collina il grado di vulnerabilità basso o medio-basso che prevale deriva essenzialmente dal fatto che nel territorio comunale sono molto diffuse rocce a bassa permeabilità. Le aree più vulnerabili sono limitate agli affioramenti dei depositi sciolti (depositi detritici e alluvio colluviali, coltri alluvionali di fondo valle). Il rischio di inquinamento riguarda in questo caso acquiferi di modesta portata, che comunque vanno tutelati perché utilizzati per l'alimentazione di acquedotti locali.

## **10 – DIRETTIVE PER LA FORMAZIONE DEL PIANO OPERATIVO**

### **10.1 – Pericolosità e fattibilità**

Ai sensi del DPGR.n.53/R/11 in attuazione dell'Art. 62 della L.R. n. 1/05 lo studio geologico di supporto al Piano Strutturale definisce le caratteristiche di pericolosità del territorio di Quarrata. In particolare definisce la pericolosità geologica, idraulica e sismica sulla base degli aggiornamenti delle cartografie geologiche del Quadro Conoscitivo del Piano Strutturale, dello studio di Microzonazione Sismica di primo livello e degli studi idrologico-idraulici di dettaglio condotti specificatamente sul reticolo idrografico principale.

Per la determinazione della fattibilità degli interventi ammessi dal Piano Operativo, si dovrà fare riferimento alla carta della pericolosità geologica (Tav.GP1), alla carta della pericolosità idraulica (Tav.GP2), alla carta della pericolosità sismica (Tav.GP3), alla carta delle problematiche idrogeologiche (Tav.GP4) ed alla cartografia del Piano di Gestione Rischio Alluvioni dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno.

I suddetti elaborati individuano le problematiche fisiche rispetto alle quali ciascun nuovo intervento dovrà soddisfare le necessarie condizioni di stabilità e funzionalità nel tempo, senza creare condizioni di aggravio della pericolosità nelle aree limitrofe e/o sulle strutture esistenti.

#### *10.1.1 - Aspetti geologici e geomorfologici*

La Carta della pericolosità geologica (TAV.GP1) individua zone omogenee del territorio all'interno delle quali si evidenziano i fattori geologici e geomorfologici, strutturali e dinamici, che si configurano come condizioni predisponenti il dissesto idrogeologico.

Qualsiasi azione di trasformazione dei caratteri geomorfologici del suolo e del suo uso dovrà tenere in debita considerazione le problematiche geologiche individuate all'interno di ciascuna area secondo le indicazioni riportate al paragrafo 6.

Il Piano Operativo dovrà definire:

- una classificazione di fattibilità per tutti gli interventi ammessi dal PO sulla base del rapporto tra grado di pericolosità dell'area di intervento e la vulnerabilità delle realizzazioni previste
- le necessarie prescrizioni da associare ad ogni classe di fattibilità tenendo conto degli indirizzi previsti nel Regolamento 53R al punto 3.2..

#### *10.1.2 - Aspetti idraulici*

La Carta della pericolosità idraulica (TAV.GP2) individua zone omogenee del territorio soggette ad allagamenti per eventi di piena con diversi tempi di ritorno sulla base degli esiti degli studi idraulici di dettaglio specificatamente condotti per la definizione del rischio idraulico. Qualsiasi intervento ammesso dal Piano Operativo che possa prevedere un

nuovo impegno di suolo e/o la significativa trasformazione dello stesso dovrà tenere in debita considerazione le problematiche idrauliche individuate all'interno di ciascuna area secondo la classificazione di cui al paragrafo 7.

In caso di eventuali aggiornamenti del quadro conoscitivo in merito al rischio idraulico, sono da considerarsi in particolare, i seguenti corsi d'acqua.

Codice	Nome
2868	STELLA
2728	OMBRONE PISTOIESE
2062	QUADRELLI E GORA DI DOGAIA
1074	COLECCHIO DI
2227	MORONE
1300	IMPIALLA DELLA O DEL CAMPANO
1727	SANTONUOVO DEL O DEL GUADO
2107	FERMULLA DI O DI ACQUA BONA
1149	FARNIO O DI FALCHERETTO
2213	MOLINA
2003	BARBONE
2002	BARBERONI

Inoltre, come definito nell'ambito del PGRA del Distretto dell'Appennino Settentrionale, gli aggiornamenti degli studi e delle perimetrazioni di pericolosità sul reticolo principale, nel nostro caso Ombrone e Stella, vengono redatti dai tecnici del Distretto; sul restante reticolo possono invece essere svolti dalle singole amministrazioni comunali.

Il Piano Operativo, dovrà definire:

- una classificazione di fattibilità per tutti gli interventi ammessi dal RU sulla base del rapporto tra grado di pericolosità dell'area di intervento e la vulnerabilità delle realizzazioni previste;
- le necessarie prescrizioni da associare ad ogni classe di fattibilità tenendo conto degli indirizzi previsti nel Regolamento 53R al punto 3.2 e nella disciplina del PGRA agli articoli 7 e 9.;
- i criteri progettuali per limitare gli effetti dell'impermeabilizzazione dei suoli;
- i criteri applicativi per le procedure di compensazione dei maggiori volumi di acque meteoriche prodotti dalle trasformazioni morfologiche attuate per la messa in sicurezza delle nuove realizzazioni.

#### 10.1.3 - Aspetti sismici

La carta della pericolosità sismica (Tav.GP3) elaborata sulla base delle carte delle MOPS derivata dallo studio di microzonazione sismica di primo livello, riporta l'articolazione delle classi di pericolosità sismica per i principali centri abitati del territorio comunale (vedi paragrafo 8):

Il Piano Operativo dovrà definire:

- una classificazione di fattibilità per tutti gli interventi ammessi dal RU sulla base del rapporto tra grado di pericolosità dell'area di intervento e la vulnerabilità delle realizzazioni previste;
- le necessarie prescrizioni da associare ad ogni classe di fattibilità tenendo conto degli indirizzi previsti nel Regolamento 53R al punto 3.2.

#### *10.1.4 - Aspetti idrogeologici*

La “Carta delle problematiche idrogeologiche (Tav.GP4) individua differenti areali di vulnerabilità delle acque sotterranee rispetto ai quali è necessario attuare azioni di tutela e di salvaguardia rispetto alla possibilità di inquinamento.

Il Piano Operativo dovrà prevedere specifiche normative per la salvaguardia della risorsa idrica mediante valutazione dell’impatto di attività particolarmente inquinanti.

### **10.2 – Invariante 1 del PIT**

La formazione del PO dovrà inoltre tener conto del Piano di Indirizzo Territoriale (PIT) di cui alla DCRT 37/2015.

In particolare, per quanto riguarda l’**Invariante 1** (i caratteri idrogeomorfologici dei bacini idrografici e dei sistemi morfogenetici), il territorio comunale ricade in tre tipi fisiografici (Pianura, Collina, Margine e Montagna) ed in otto sistemi morfogenetici (vedi Fig. 2).

Relativamente ai sistemi morfogenetici, l’Abaco Regionale delle Invarianti (Abaco 1/1a), indica gli **obiettivi di qualità** per ciascun sistema; per il territorio comunale di Quarrata tali obiettivi sono i seguenti:

#### **Bacini di esondazione BES**

- Contenere l’esposizione di persone e beni al rischio idraulico;
- Mantenere e ripristinare le reti di drenaggio superficiale;
- Regolamentare l’uso di sostanze chimiche ad effetto eutrofizzante dove il sistema di drenaggio coinvolga aree umide di valore naturalistico;

#### **Fondovalle FON**

- Contenere l’esposizione di persone e beni al rischio idraulico;
- Salvaguardare i caratteri qualitativi e quantitativi delle risorse idriche anche limitando l’impermeabilizzazione del suolo e l’espansione degli insediamenti;

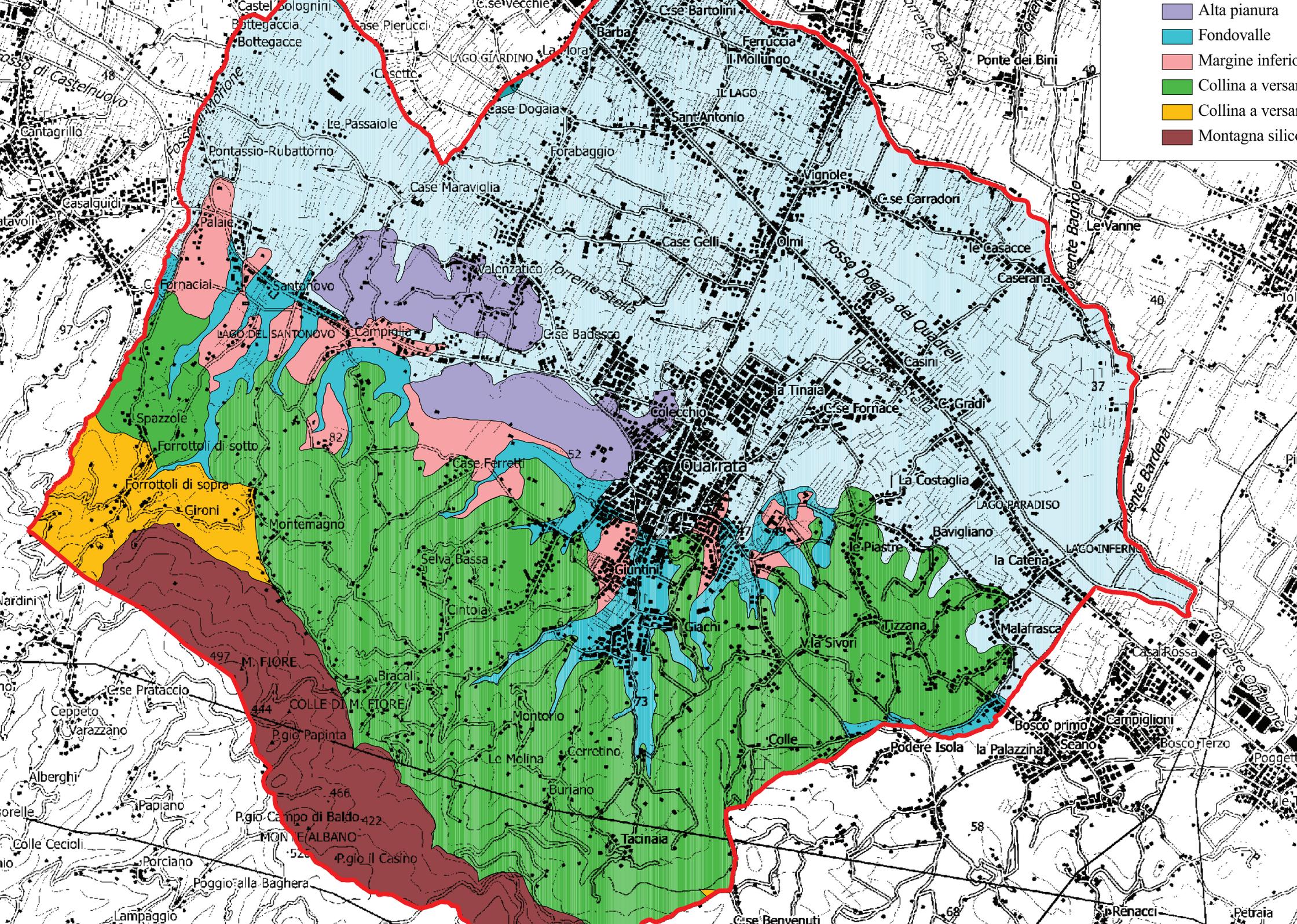
#### **Margine Inferiore MARI**

- Contenere i rischi di erosione sulle superfici in pendenza e i rischi di compattazione del suolo su tutte le altre superfici;

#### **Collina a versanti dolci sulle Unità Liguri CLVr**

- Evitare gli interventi di trasformazione che comportano alterazioni del deflusso superficiale al fine della prevenzione del rischio geomorfologico;
- Evitare che la viabilità minore destabilizzi i versanti;

#### **Collina a versanti dolci sulle Unità Toscane CLVd**



- Alta pianura
- Fondovalle
- Margine inferiore
- Collina a versante
- Collina a versante
- Montagna silicea

