

COMUNE DI PRATO

Studio geologico-tecnico di supporto alla variante al PS contestuale al PO
aggiornamento al DPGR.n.53/R/11 ed alla LR.n.41/18

[Af.0 - Relazione tecnica](#)

Dott.Geol.Alberto Tomei

INDICE

Premessa	1
1. Carta litotecnica e dei dati di base (Af.4)	2
2. Carta della subsidenza (Af.6)	4
3. Carta della pericolosità geologica (Af.7)	7
4. Carta della pericolosità sismica locale (Af.8)	8
5. Carta della pericolosità idraulica (Af.9)	10
6. Carta dei battenti idraulici (Af.10)	11
7. Carta del PAI/PGRA (Af.11)	13
8. Carta delle problematiche idrogeologiche (Af.12)	14
9. Carta della magnitudo idraulica e delle aree presidiate da sistemi arginali (Af.13)	18

Premessa

Il Comune di Prato ha approvato il Piano Strutturale ad oggi vigente con la LR.n.1/05, con il DPGR.n.26/R/07 "Regolamento di attuazione dell'art.62 della LR.n.1/05 in materia di indagini geologiche" e con il PAI dell'Autorità di Bacino del fiume Arno.

Da allora lo scenario normativo è cambiato sia per quanto riguarda la legge urbanistica ed il regolamento di attuazione in materia di indagini geologiche sia per la recente entrata in vigore del PGRA, Piano Gestione Rischio Alluvioni, del distretto idrografico dell'Appennino Settentrionale. e della LR.n.41/18 "Disposizioni urgenti in materia di difesa dal rischio idraulico e tutela dei corsi d'acqua" entrata in vigore nell'ottobre del 2018, posteriormente all'adozione della variante al Piano Strutturale avvenuta nel settembre del 2018.

Procedendo alla redazione del nuovo Piano Operativo ai sensi della nuova legge urbanistica LR.n.65/14, essendo cambiato lo scenario normativo di riferimento, occorre aggiornare gli studi geologici di supporto relativi alla pericolosità geologica, idraulica e sismica oltre a recepire i nuovi dettami normativi del PGRA approvato il 22 dicembre 2015 con Del.C.I.n.232/15 al fine di dotare l'Amm.ne di un quadro conoscitivo aggiornato per la definizione della fattibilità geologica, idraulica e sismica delle nuove proposte urbanistiche avanzate con il nuovo strumento di pianificazione.

A seguito dell'adozione della "*Variante al Piano Strutturale per l'adeguamento del quadro conoscitivo alle direttive del DPGR.n.53/R/11 e al PGRA*" questo documento, unitamente a tutti gli elaborati cartografici dello studio geologico contiene gli aggiornamenti relativi sia alla LR.n.41/18 per quanto riguarda le problematiche idrauliche sia alle osservazioni e richiesta di integrazioni prodotte dall'Ufficio del Genio Civile Valdarno Centrale e Tutela dell'Acqua di Prato.

Nei paragrafi che seguono si descrivono gli elaborati cartografici prodotti che sono stati elaborati in base alle normative di settore ad oggi vigenti: le Direttive regionali per le indagini geologiche di supporto alla pianificazione di cui all'Allegato A del DPGR.n.53/R/11, la nuova LR.n.41/18, il P.A.I. dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno ed il Piano Gestione del Rischio Alluvione dell'Autorità di bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale.

Rispetto a quest'ultimo strumento di pianificazione occorre fare presente che la relativa normativa di piano stabilisce che il Piano Assetto Idrogeologico, nella sola parte idraulica, viene superato dal PGRA e che, allo stesso tempo, si delega la Regione Toscana alla formazione di una nuova disciplina per la pianificazione urbanistica che recepisca e attui le direttive ed i principi generali promossi con il PGRA da recepire nei Piani Strutturali e nei Piani Operativi. Tale disciplina è rappresentata dalla LR.n.41/18.

Per quanto riguarda, invece, la cartografia di pericolosità da alluvione prodotta dal PGRA, che in ogni caso rimane sovraordinato alla legislazione regionale, con lo specifico studio idrologico-idraulico fatto realizzare dall'Amm.ne Comunale per aggiornare il quadro conoscitivo

sulla pericolosità idraulica dell'intero territorio pratese si è prodotto tutta la documentazione necessaria per procedere alla richiesta di revisione della cartografia del PGRA che, ai sensi dell'art.14 della disciplina di Piano, consente di rivedere i perimetri delle aree a rischio alluvione sulla base di studi più completi e aggiornati. Lo studio idrologico-idraulico elaborato dalla STP arl A4 Ingegneria di Prato "Redazione di studio idrologico-idraulico a supporto della variante di adeguamento del Piano Strutturale al regolamento di attuazione dell'articolo n. 104 della legge regionale n. 65 del 2014 ed al PGRA", anch'esso aggiornato ai più recenti dettami normativi, costituisce il riferimento per l'elaborazione della carta della pericolosità idraulica, la carta dei battenti idraulici e la carta del PAI/PGRA nella quale le perimetrazioni riportate costituiscono la proposta di revisione del PGRA che il Comune di Prato avanza nei confronti dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale.

In definitiva tutti gli elaborati prodotti in questa fase di aggiornamento dello studio geologico del Piano Strutturale costituiscono una revisione di quelli precedenti mantenendone l'impaginazione ed i layout di stampa e variando le legende soltanto nelle nuove voci per i dovuti aggiustamenti ai tematismi introdotti con le nuove direttive regionali. Ovviamente i contenuti dei vari tematismi sono stati riverificati, corretti e implementati laddove necessario per l'acquisizione e la disponibilità di nuovi dati. In particolare sono state aggiornate le seguenti cartografie che andranno a sostituire quelle vigenti fino a oggi:

- Carta litotecnica e dei dati di base (Af.4);
- Carta della subsidenza (Af.6);
- Carta della pericolosità geologica (Af.7);
- Carta della pericolosità sismica (Af.8);
- Carta della pericolosità idraulica (Af.9);
- Carta dei battenti idraulici (Af.10)
- Carta del PAI/PGRA (Af.11)
- Carta delle problematiche idrogeologiche (Af.12);
- Carta della magnitudo idraulica e delle aree presidiate da sistemi arginali (Af.13).

Nei paragrafi seguenti si descrivono le modifiche apportate in ciascuna cartografia.

1. Carta litotecnica e dei dati di base (Af.4)

Con lo studio di Microzonazione sismica di primo livello che il Comune di Prato ha fatto elaborare anche sulla base dei previsti finanziamenti regionali ai fini dell'aggiornamento dello scenario di pericolosità sismica del territorio così come richiesto dalle Direttive regionali in materia di indagini geologiche, si è potuto disporre di una serie di nuove indagini geognostiche che vanno ad implementare la mappa dei punti di indagine geognostica del territorio pratese.

Già da tempo il Comune di Prato ha creato e messo in rete in modo consultabile pubblicamente (<http://ruonline.comune.prato.it/mappebini/jsp/ru/geoweb/mappa.jsp>) un archivio relativo a tutte le indagini geognostiche realizzate sul territorio comunale di supporto all'attività edilizia tra il 1996 ed il 2002, contenente l'ubicazione, la data d'esecuzione, la profondità ed i relativi diagrammi di prova.

Tali prove sono state riportate in cartografia con un simbolo che ne individua la tipologia senza una numerazione (in quanto i dati associati sono leggibili soltanto sul sito web) mentre le nuove prove acquisite con lo studio di Microzonazione Sismica, oltre ad essere rappresentate secondo un diverso simbolo, sono anche numerate. La lettera P e L indica, rispettivamente, una indagine

puntuale lungo una verticale e una indagine sismica lungo uno stendimento orizzontale, mentre i rispettivi numeri associati conducono alla lettura dei relativi report raccolti in un file .pdf.

A differenze della carta geologica, nella carta litotecnica si suddividono e si accorpano le formazioni rocciose ed i terreni sciolti in base alle loro caratteristiche fisico-meccaniche principali. L'insieme di questi dati e le informazioni derivanti dalla letteratura e l'esperienza sviluppata riguardo le litologie presenti sul territorio hanno permesso di suddividere le formazioni rocciose ed i terreni in unità litotecniche con caratteristiche fisico-meccaniche diverse. Per i litotipi lapidei sono state acquisite le informazioni relative alla litologia, alla stratificazione al grado di fratturazione. Per i terreni sciolti sono stati valutati lo spessore e il grado di addensamento, con particolare riferimento ai terreni che presentano scadenti caratteristiche geotecniche come quelli di riporto o il detrito di versante. In definitiva le diverse litologie sono state raggruppate come segue:

Terreni lapidei

– Rocce a struttura massiva

Questo raggruppamento è costituito dai Gabbri e dalle Serpentiniti. Si tratta di rocce di origine magmatica sia intrusiva che effusiva che per la loro genesi e composizione mineralogica possiedono buone caratteristiche geomeccaniche. Nel territorio affiorano come strutture massive non presentando superfici di discontinuità originate da fenomeni di stratificazione o di intensa fratturazione.

- Rocce stratificate

Si tratta di rocce di origine sedimentaria rappresentate da Calcare Alberese (Formazione del M. Morello), Calcari a Calpionelle (Ofioliti) e Arenarie del M. Falterona (Unità Cervarola – Falterona), si presentano in strati anche di alcuni metri di spessore generalmente poco fratturati e possiedono buone caratteristiche geomeccaniche.

– Rocce stratificate a componente mista

Questa unità litotecnica è interamente rappresentata dalla Formazione del Sillano e dalla sua facies olistostromica caratterizzata da un insieme di litologie molto eterogeneo spesso interessato da importanti sistemi di fratturazione che conferiscono a questa unità caratteristiche geomeccaniche mediocri da valutare localmente.

– Rocce a prevalente composizione argillitica

Sono rappresentate dalle Argille a Palombini, rocce sedimentarie stratificate originate in ambiente marino, caratterizzate da un intenso grado di esfoliazione e fratturazione che le rende facilmente erodibili dall'azione meccanica e solvente dell'acqua; nel complesso presentano caratteristiche geomeccaniche piuttosto scadenti.

– Rocce a elevato grado di fratturazione

L'unità è interamente costituita dai Diaspri, caratterizzati da un elevato grado di fratturazione originato da più sistemi di discontinuità che producono un detrito di forma cubica, a volte anche scagliosa, di dimensioni di pochi centimetri. Questa peculiare caratteristica conferisce a questa unità delle caratteristiche geomeccaniche scadenti.

Terreni sciolti

– Depositi alluvionali della pianura

Non avendo riconosciuto zone con particolari problematiche derivanti da possibile liquefazione o da scarso addensamento dei terreni, è stato scelto di inserire tutti i depositi alluvionali della pianura in un'unica unità litotecnica. In base alle informazioni fornite dal database delle indagini geognostiche, dai diversi lavori presenti in letteratura e dall'esperienza diretta sul territorio, si può affermare che, almeno nei primi 10 metri di profondità, i terreni di pianura presentano generalmente discrete caratteristiche geomeccaniche anche se necessariamente da valutare puntualmente.

– Deposito eluvio-residuale

Questi terreni, come già detto, presentano una granulometria fine e un modesto grado d'addensamento, tranne rari casi in cui possono aver subito processi di sovraconsolidazione. Nel complesso questo tipo di substrato è da ritenere di scarse caratteristiche geomeccaniche.

– Detrito di versante e colluviale

Per la loro stessa natura sono terreni caratterizzati da scarso grado di addensamento, equilibrio al limite della stabilità e, nella maggior parte dei casi, abbondante presenza d'acqua almeno durante i periodi più piovosi. Per questi motivi costituiscono un substrato con caratteristiche geomeccaniche da valutare attentamente in funzione anche della pendenza del versante.

– Terreno di riporto e rilevati

Sono terreni generalmente a basso grado di addensamento e scarsi valori di resistenza che variano molto in riferimento alle modalità di messa in posto e di costipamento.

2. Carta della subsidenza (Af.6)

La subsidenza è un fenomeno causato dalla consolidazione del sottosuolo che si manifesta con un abbassamento, più o meno vistoso, della superficie topografica. Questo fenomeno può avere origine sia per cause naturali che artificiali, in entrambi i casi però è sempre accompagnato da un incremento delle pressioni effettive che il cedimento induce negli strati più compressibili. La subsidenza è generalmente determinata da fattori naturali, geologici, ma localmente può essere causata da un'intensa attività antropica fino a raggiungere velocità di gran lunga superiori a quelle che si possono determinare naturalmente (Gisotti, 1980; Carbognin, 1986). La subsidenza naturale è dell'ordine di grandezza di qualche millimetro l'anno, a volte anche meno, e quindi le sue conseguenze sono relativamente ridotte, in quanto esse si manifestano in tempi geologici e comunque assai lunghi. Ben diverso è invece il caso della subsidenza indotta dall'attività antropica, che può raggiungere valori da dieci ad oltre cento volte superiori, fino a determinare possibili fenomeni di interferenza con le attività umane. Nel territorio pratese si è assistito al suddetto fenomeno principalmente a partire dalla seconda metà del secolo scorso, in concomitanza con il grande sviluppo industriale e tecnologico che ha sfruttato in modo massiccio le grandi risorse sotterranee di acqua. Per poter misurare e stimare l'entità della subsidenza in una determinata area si può ricorrere all'utilizzo di vari sistemi di misurazione, più o meno accurati. Il sistema attualmente più preciso ed attendibile è quello di misura satellitare messo a punto dal Gruppo SAR (*Synthetic Aperture Radar*) del Politecnico di Milano, tramite l'utilizzo dei P.S. (*Permanent Scatterers*) che non sono altro che bersagli radar a terra in corrispondenza dei quali è possibile condurre misure molto accurate sulle variazioni topografiche e deformazioni morfologiche. Questo metodo risulta realmente efficace se la densità spaziale dei P.S. è sufficientemente elevata (maggiore di 5-10 P.S./Kmq), condizione sempre verificata nelle aree urbane dove si possono raggiungere anche valori di 400 P.S./Kmq. L'utilizzo di questa tecnica ha permesso negli ultimi anni

di rilevare aree in subsidenza in varie zone d'Italia e tra queste anche quella relativa al "bacino" di Firenze – Prato – Pistoia, all'interno del quale sono state individuate delle aree maggiormente interessate da questo fenomeno. Una di queste è localizzata al centro della pianura del Comune di Prato che, in passato, è già stata oggetto di studi che a partire dalla relazione tra la morfologia dei principali orizzonti acquiferi della conoide, l'ubicazione dei pozzi e le variazioni del livello della falda acquifera, hanno mostrato quanto il fenomeno della subsidenza sia correlato al prelievo diretto dalla falda di grandi volumi d'acqua utilizzati sia per l'attività industriale sia per l'approvvigionamento idrico dell'acquedotto.

Per l'elaborazione della carta della subsidenza si sono utilizzati i dati prodotti nell'ambito del programma di ricerca tra Autorità di Bacino del Fiume Arno e il Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Firenze (DST) congiuntamente a TeleRilevamento Europa s.r.l. (società del Politecnico di Milano) che aveva come obiettivo la realizzazione di una mappatura delle aree interessate da fenomeni di subsidenza nel territorio del bacino del fiume Arno, indotti sia da attività antropiche (quali estrazione di acqua dal sottosuolo) che da fenomeni naturali (quali compattazione dei sedimenti alluvionali).

Tali dati sono pubblicati sul sito web dell'Autorità di Bacino, anche in formato vettoriale, e si riferiscono ad un arco temporale che va dal 1992 al 2010. In cartografia si è cercato di rappresentarli con una veste grafica tale da evidenziare lo stretto legame che intercorre tra la distribuzione delle aree a diversa velocità di subsidenza, la morfologia dei livelli acquiferi ed i fattori antropici causa di questo fenomeno. Per rappresentare la morfologia dei livelli acquiferi sono state disegnate le isopache (linee di uguale spessore) dei sedimenti ghiaiosi della conoide. Proprio lo spessore di questi orizzonti risulta una delle grandezze fisiche che maggiormente condizionano lo sviluppo delle aree di subsidenza, perché maggiore è lo spessore di questi orizzonti maggiore sarà il consolidamento che subiranno nel momento in cui al loro interno diminuirà la pressione idrostatica dell'acqua a causa dei prelievi. Analizzando l'andamento delle isopache la morfologia che si mette in evidenza è facilmente ricollegabile al modello classico di conoide. Procedendo da nord verso sud si ha un rapido aumento dello spessore in poco più di un chilometro: immediatamente a sud di S.Lucia, si passa da circa 15 metri ad oltre 40 metri di materiale permeabile. Sia nella zona apicale della conoide sia sul lato est, dove scorre il fiume Bisenzio, gli spessori degli accumuli alluvionali sono controllati soprattutto dalle faglie che ribassano le rocce del substrato. I massimi spessori, 50 metri in alcuni punti, caratteristici della parte centrale della conoide, si raggiungono nella parte meridionale dell'area urbana di Prato; la fascia dei massimi spessori ha una estensione di oltre due chilometri in direzione est-ovest ma uno scarso sviluppo nord-sud. Proprio in corrispondenza della fascia dei massimi spessori è concentrato il maggior numero di pozzi ad uso sia industriale che pubblico. La combinazione di questi due fattori induce la formazione di aree in subsidenza con uno sviluppo prevalente in direzione est-ovest seguendo l'andamento dei livelli di ghiaia di maggior spessore.

Potendo disporre di due distinte campagne di misurazione, la prima dal satellite ERS per il periodo 1992-2000 e la seconda dal satellite ENVISAT per il periodo 2003-2010 si è potuto confrontare l'andamento del fenomeno della subsidenza in un arco temporale che ha visto un netto calo dei prelievi dalla falda dovuto alla crisi dell'industria tessile che ha interessato tutto il distretto pratese. Nella tavola della subsidenza sono state collocate le rappresentazioni delle due misurazioni in modo da poter evidenziare come gli areali a maggiore subsidenza si siano drasticamente ridotti mentre gli areali dove si verifica un "rialzamento" del terreno siano andati allargandosi.

Nella terza figura rappresentata in cartografia si riporta l'andamento dei movimenti del terreno che scaturisce dall' "Attività di monitoraggio del rischio idrogeologico nel territorio della Regione Toscana" secondo un accordo stipulato il 06 dicembre 2017, ai sensi dell'art. 15 della legge 7 agosto 1990, n. 241, e dell'art. 6 della legge 24 febbraio 1992, n. 225, tra la Regione Toscana, il Dipartimento della Protezione Civile della Presidenza del Consiglio dei Ministri e il Dipartimento di Scienze della Terra dell'università degli Studi di Firenze. A tal scopo è stata generata una banca dati rappresentativa del territorio regionale contenente le misure dei movimenti del terreno ottenute mediante interferometria SAR (Synthetic Aperture Radar) satellitare e resa fruibile attraverso il Geoportale pubblico del Consorzio LaMMA. Il dataset oggetto dell'analisi è quello ottenuto elaborando immagini acquisite dalla costellazione di satelliti Sentinel-1 dell'Agenzia Spaziale Europea (ESA), tramite la tecnica multi-interferogramma *PSInSAR SqueeSAR (Permanent Scatterers Interferometric Aperture Radar)* che registra i movimenti in avvicinamento e/o in allontanamento dal satellite di punti fissi a terra in modo da poter registrarne gli spostamenti nel tempo:

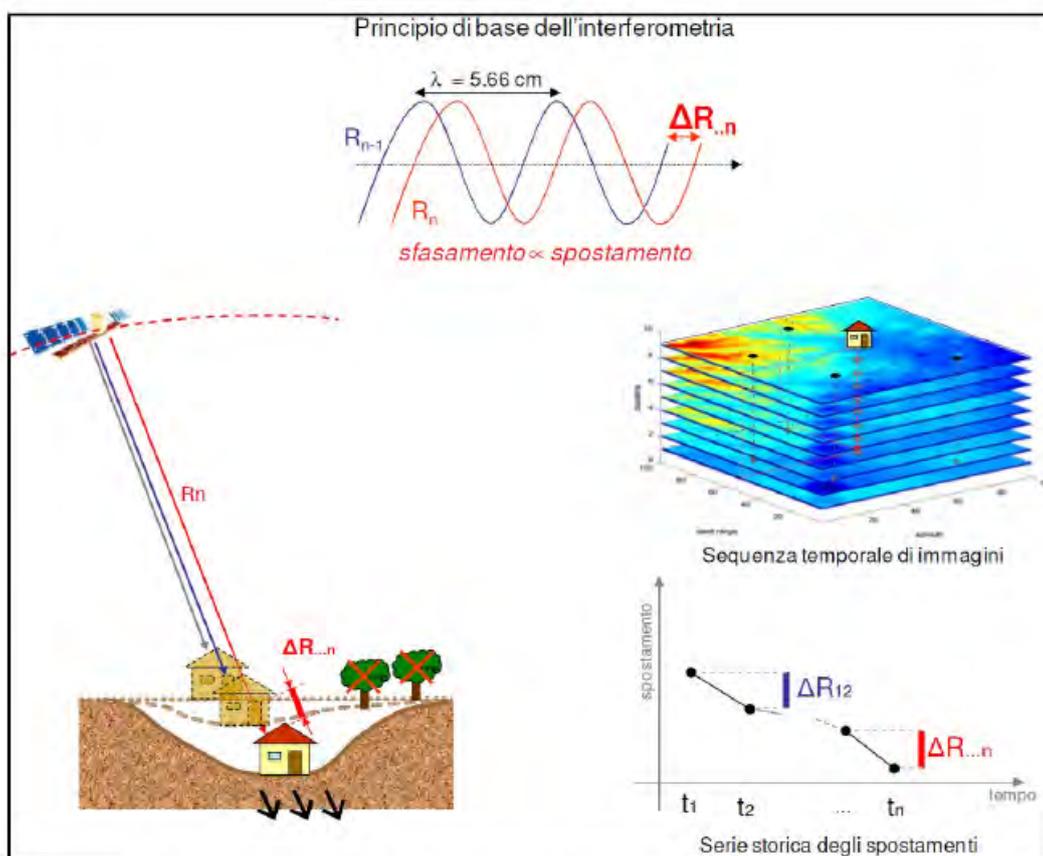


Figura 3 - Principio di funzionamento della tecnica interferometrica, basato sulla misura di variazione di distanze satellite-bersaglio a terra.

La mappa riportata in cartografia riproduce la media degli spostamenti avvenuta nel periodo 2015-2019 dove il colore rosso individua spostamenti negativi (quindi abbassamenti del terreno) fino a -1 cm ed il colore azzurro individua spostamenti positivi fino a 0,6 cm.

Da questo confronto si evince chiaramente come l'acquifero della pianura risulti "sensibile" ai prelievi dalla falda e come il fenomeno della subsidenza, ad oggi, si sia ridimensionato rispetto al forte disequilibrio individuato nel periodo 1992-2000. Sostanzialmente le misurazioni degli ultimi

cinque anni, che sono anche le più precise perché basate su rilevamenti degli stessi punti per cicli di 12 giorni, confermano che l'entità del fenomeno subsidenza per il territorio pratese non costituisce una problematica particolare per le attività antropiche anche se rimangono alcune zone circoscritte quali Viaccia, verso il confine con Montemurlo, e Mezzana, immediatamente a sud dell'Autostrada A11.

In ogni caso la subsidenza assume un significato importante all'interno del quadro conoscitivo perché, indipendentemente dalla sua entità e dagli effetti che potrà provocare, è indice dell'esistenza di un forte squilibrio tra i volumi di acqua che vengono costantemente prelevati dalla falda e la capacità di ricarica della stessa da parte di tutte le acque di infiltrazione che contribuiscono alla ricostituzione della risorsa primaria. In quest'ottica il fenomeno della subsidenza può essere considerato come un elemento di monitoraggio per l'equilibrio del bilancio idrico della falda.

3. Carta della pericolosità geologica (Af.7)

Per l'elaborazione di questa cartografia di sintesi si è proceduto alla realizzazione di un nuovo rilievo geomorfologico per l'aggiornamento degli areali e dello stato di attività dei fenomeni gravitativi presenti sul territorio pratese. Tale rilievo è stato condotto, in forma "stereoscopica", dalle più recenti foto aeree digitali messe a disposizione dalla Regione Toscana.

Successivamente sono stati incrociati i dati della carta geologica, della carta geomorfologica e della carta dell'acclività in modo da attribuire ai diversi fenomeni in atto e/o alle diverse combinazioni di condizioni fisico-morfologiche predisponenti i possibili dissesti, uno specifico grado di pericolosità secondo la seguente articolazione:

G.4 – Pericolosità molto elevata: aree in cui sono presenti fenomeni di dissesto gravitativo attivi e le relative aree di influenza; areali soggetti a soliflusso e le scarpate morfologiche ancora attive.

G.3 – Pericolosità elevata: aree in cui sono presenti fenomeni di dissesto 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;

G.2 - Pericolosità geomorfologica 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.

La classe di pericolosità G.1 (pericolosità bassa) è stata eliminata rispetto alla versione precedente coerentemente con la tendenza generale adottata dagli uffici del Genio Civile di non considerare mai un territorio esente dalla necessità di un minimo di verifica delle condizioni litologiche locali nel caso di un intervento e/o di una modificazione dell'uso del suolo.

In particolare, nella classe a pericolosità maggiore (G.4) sono stati inseriti i seguenti elementi:

- frana attiva di scivolamento e di crollo;
- area instabile per soliflusso generalizzato;
- scarpata attiva (individuata con un'area "buffer" di 20 metri su entrambi i lati dell'elemento geomorfologico rappresentato con una linea);
- alveo in approfondimento (individuato con un'area "buffer" di 20 metri su entrambi i lati dell'elemento geomorfologico rappresentato con una linea).

In classe G.3 sono stati inseriti i seguenti elementi:

- frana quiescente;
- area potenzialmente instabile in base alla giacitura della formazioni litoidi;
- area di potenziale instabilità dovuta alla pendenza del versante:
 - terreni alluvionali con pendenze superiori al 25%;
 - terreni litoidi alterati e fratturati con pendenze maggiori del 50%;
- corpo detritico su versante con pendenza superiore al 25%;
- area soggetta ad intensi fenomeni erosivi dovuti allo scorrimento delle acque superficiali su terreni dotati di scarsa copertura pedologica;
- area di cava abbandonata;
- area interessata da fenomeni carsici (doline);
- zona con elementi antropico a forte impatto quali rilevati delle infrastrutture viarie, dighe e riporti di terreno.

In classe G.2 sono stati inseriti i seguenti elementi:

- area interessata da movimenti franosi inattivi e stabilizzati;
- area di potenziale instabilità dovuta alla pendenza del versante:
 - terreni alluvionali con pendenze inferiori al 25%;
 - terreni litoidi alterati e fratturati con pendenze inferiori al 50%;
- corpo detritico su versante con pendenza inferiore al 25%;
- area con caratteristiche geomorfologiche e litologiche di bassa propensione al dissesto.

4. Carta della pericolosità sismica (Af.8)

Questo elaborato è stato prodotto a partire dallo studio di Microzonazione Sismica di primo livello che il Comune di Prato ha fatto realizzare con il finanziamento della Regione Toscana.

Tale studio, nell'ottica della prevenzione dal rischio sismico, costituisce un primo passo (primo livello appunto) verso una sempre maggiore conoscenza degli effetti locali provocati da un evento sismico che verranno indagati con successivi studi di livello 2 e 3.

In questa prima fase, infatti, la microzonazione sismica individua e caratterizza le zone stabili, ovvero, quelle porzioni di territorio per le quali non si ipotizzano effetti locali di alcuna natura; le zone stabili suscettibili di amplificazione sismica, ovvero, gli areali in cui il moto sismico viene modificato a causa delle caratteristiche litostratigrafiche e/o geomorfologiche del territorio e le zone suscettibili di instabilità e di attivazione dei fenomeni di deformazione permanente del territorio indotti o innescati dal sisma quali instabilità di versante, liquefazioni, cedimenti differenziali, ecc.

L'indagine di Microzonazione Sismica (cui si rimanda per un maggior dettaglio) è parte integrante dello studio geologico di supporto al Piano Strutturale secondo le ultime direttive regionali ed ha come esito finale le carte delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS) che solitamente vengono realizzate per le aree urbanizzate e non estensivamente su tutto il territorio. Per Prato la caratterizzazione delle microzone è stata fatta praticamente per tutto il territorio, ad eccezione dei rilievi collinari dove affiora il substrato lapideo, e la pericolosità sismica viene valutata dalle carte delle MOPS sintetizzando l'esito dello studio secondo le seguenti classi di pericolosità:

Pericolosità sismica locale molto elevata (S.4):

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.

Pericolosità sismica locale elevata (S.3): 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 fisico-meccaniche 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.

Pericolosità sismica locale media (S.2): 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 quali, nello specifico, le zone di pianura dove il contrasto di impedenza tra le coperture alluvionali e il substrato roccioso si trova a grande profondità.

Pericolosità sismica locale bassa (S.1): zone stabili caratterizzate dalla presenza di litotipi assimilabili al substrato rigido in affioramento con morfologia pianeggiante o poco inclinata (inferiore ai 15°) e dove non si ritengono probabili fenomeni di amplificazione o instabilità indotta dalla sollecitazione sismica.

In definitiva, per il territorio di Prato la classe S.4 viene attribuita alle poche aree soggette a movimenti franosi attivi, così come individuati nella carta della pericolosità geologica.

La classe S.3 comprende i movimenti franosi quiescenti, così come individuati nella carta della pericolosità geologica e tutte le zone stabili suscettibili di amplificazioni locali dovute alla presenza entro qualche decina di metri di profondità di un alto contrasto di impedenza sismica tra i terreni di copertura ed il bedrock sismico, dove la velocità delle onde di taglio V_s è superiore a 800 m/s. Tali zone sono presenti lungo la fascia pedecollinare dei rilievi della Calvana, nella porzione nord della pianura, dove l'accumulo detritico ai piedi del Monteferrato e nella valle della Bardena e del Bisenzio si assottiglia. In questa classe sono state inserite anche alcuni areali della pianura dove le misure di microtremore hanno individuato l'esistenza di depositi alluvionali molto addensati posti a profondità comprese entro qualche decina di metri dal piano di campagna, che determinano un contrasto di impedenza delle onde sismiche non trascurabile ai fini dei possibili effetti di amplificazione in superficie.

La classe S.2 è stata attribuita alle situazioni con presenza di fenomeni geomorfologici inattivi, dove l'interfaccia tra le coperture e il bedrock sismico si trova a oltre 50 metri di profondità e dove affiora direttamente il bedrock sismico ma su versanti con pendenza superiore ai 15°.

La classe S.1 è attribuibile soltanto ai ristretti areali dove affiora direttamente il bedrock sismico su versanti con pendenza inferiore ai 15°.

Questa valutazione della pericolosità è da intendere come una articolazione delle condizioni che possono portare ad un aggravamento degli effetti prodotti da un sisma. La sismicità di un territorio scaturisce infatti da fattori geologici e strutturali a carattere regionale che determinano la possibilità del verificarsi di terremoti la cui intensità massima viene valutata su base statistica e che, nel caso di Prato, viene considerata pari a una magnitudo di grado $M=6,0$.

La pericolosità S.1 della carta della pericolosità sta ad indicare quindi che in quelle aree gli effetti del terremoto sono almeno quelli attesi per un evento di Magnitudo 6,0.

5. Carta della pericolosità idraulica (Af.9)

Già da diversi anni la valutazione delle problematiche idrauliche è oggetto di continue modifiche sia di carattere normativo che tecnico. Il Comune di Prato è stato tra i primi in Toscana a dotarsi di studi idrologico-idraulici specifici per la definizione delle aree allagabili a partire dalla entrata in vigore del primo provvedimento regionale che introduceva tali valutazioni nella pianificazione urbanistica (Del.G.R.n.230/94). La carta della pericolosità idraulica vigente (tavola Af.9) era stata costruita con uno studio idrologico-idraulico specifico elaborato, a più riprese, in accordo con i tecnici dell'Autorità di Bacino del fiume Arno in modo da rendere coerente la cartografia del PAI con quella del PS.

Con la recente entrata in vigore del PGRA che supera il PAI nella parte idraulica e contestualmente all'adozione di nuovi parametri idrologici definiti dalla Regione Toscana per la quantificazione delle portate di piena dei corsi d'acqua, in riferimento anche ai nuovi criteri per la valutazione della pericolosità idraulica del territorio introdotti dalla LR.n.41/18, il Comune di Prato ha fatto elaborare un nuovo studio idrologico-idraulico che analizza in un unico modello l'intero reticolo sia delle acque alte che delle acque basse prendendo in considerazione anche i contributi idrologici dei bacini limitrofi. I corsi d'acqua presi in considerazione sono tutti quelli che appartengono al reticolo idrografico di cui alla LR.n.79/12 e che possono avere interazione con le aree urbanizzate. Per il Torrente Bisenzio e Ombrone, considerati corsi d'acqua "principali", le perimetrazioni di pericolosità e le relative condizioni al contorno vengono date dall'Autorità di Bacino del fiume Arno in quanto i Comuni, ai sensi del nuovo PGRA, potranno proporre modifiche alle perimetrazioni di pericolosità sovraordinate soltanto relativamente ai corsi d'acqua "minori" (T.Bardena, Iolo, Ficarello, Vella e tutti i corsi d'acqua del reticolo delle acque basse).

Con gli esiti finali del nuovo studio idrologico-idraulico completato nel febbraio del 2019 si è potuto costruire le nuove carte della pericolosità idraulica (AF.9), dei battenti (Af.10), del PAI/PGRA (Af.11) che costituisce anche la proposta di modifica delle perimetrazioni del PGRA, oltre alla nuova carta della magnitudo idraulica (Af.13) che mette in relazione le altezze e le velocità di propagazione delle acque di esondazione secondo quanto indicato dalla LR.n.41/18.

La nuova carta della pericolosità idraulica riporta quindi le perimetrazioni delle aree soggette ad allagamento per piene con tempo di ritorno trentennale, duecentennale e superiori ai duecento anni secondo le seguenti zone omogenee:

I.4 – Pericolosità idraulica molto elevata: in questa classe sono rappresentate tutte le aree interessate da allagamenti per eventi con tempi di ritorno (T_r) inferiori o uguali a 30 anni, che equivalgono alle aree P3 del PGRA ed alle "aree a pericolosità per alluvioni frequenti" della LR.41/18.

I.3 – Pericolosità idraulica elevata: in questa classe sono rappresentate tutte le aree interessate da allagamenti per eventi alluvionali con un tempo di ritorno compreso tra 30 e 200 anni che equivalgono alle aree P2 del PGRA ed alle "aree a pericolosità per alluvioni poco frequenti" della LR.41/18.

I.2 – Pericolosità idraulica media: in questa classe sono rappresentate tutte le aree interessate da allagamenti per eventi alluvionali il cui tempo di ritorno è superiore ai 200 anni e le aree di fondovalle non interessate dagli studi idraulici di dettaglio per le quali ricorrono le seguenti condizioni: non vi sono notizie storiche di inondazioni; sono in situazione di alto morfologico

rispetto alla piana alluvionale adiacente, di norma a quote altimetriche superiori a metri 2 rispetto al piede esterno dell'argine o, in mancanza, al ciglio di sponda.

I.1 – Pericolosità idraulica bassa: aree collinari o montane prossime ai corsi d'acqua per le quali ricorrono le seguenti condizioni: non vi sono notizie storiche di inondazioni; sono in situazioni favorevoli di alto morfologico, di norma a quote altimetriche superiori a metri 2 rispetto al piede esterno dell'argine o, in mancanza, al ciglio di sponda.

Gli altri tematismi riportati in cartografia riguardano gli elementi che concorrono a definire quali possono essere le possibilità d'intervento per il superamento delle problematiche idrauliche.

1) Il reticolo idrografico delle acque, definito dalla Regione Toscana con l'ultimo aggiornamento del luglio 2018, che si articola nei vari corsi d'acqua superficiali, i tratti intubati e gli specchi d'acqua, rispetto ai quali si applicano tutte le normative di tutela riportate anche nelle NTA del Piano Operativo. Tale reticolo è una rappresentazione allo stato attuale di un sistema che viene aggiornato periodicamente dalla Regione Toscana e che pertanto è da controllare nel tempo per avere la certezza di considerare nel modo corretto i vari tratti dei corsi d'acqua. Sul sito web della Regione Toscana: https://geoportale.lamma.rete.toscana.it/reticolo_enti_gestori/index.html sarà sempre consultabile e scaricabile il file vettoriale dell'ultima versione del reticolo idrografico.

2) Le aree destinate alle opere di messa in sicurezza per ridurre il rischio di esondazione di alcuni dei principali corsi d'acqua alcune delle quali già realizzate (Torrente Bardena, Torrente Ombrone, Fosso Ficarello, il Fosso Filimortula e il Torrente Marinella) altre ancora da realizzare in quanto fanno parte di un progetto a più ampia scala che interessa tutto il bacino del Fiume Arno e che veniva proposto con il Piano Stralcio Riduzione del Rischio Idraulico (DPCM del 5 novembre 1999) dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno poi aggiornato con successivi decreti (DPCM 19/05/2011 e Decreto del Segretario Generale dell'Autorità di Bacino n.67 del 30/11/2015) con i quali si procedeva alla definitiva classificazione delle aree da destinare alle opere di regimazione idraulica:

- aree di tipo A: nelle quali si può procedere alla progettazione preliminare degli interventi in quanto non sussistono motivi ostativi se non parziali ridefinizioni dei confini. All'interno di queste aree, per quanto previsto dalla norma n.2 del DPCM, è presente un vincolo di non edificabilità assoluto;
- aree di tipo B: nelle quali si rendono necessarie ulteriori verifiche di fattibilità da realizzarsi prima della fase di progettazione preliminare. All'interno di queste aree, come previsto dalla norma n.3, è presente un vincolo di salvaguardia che potrà evolvere o in una decadenza di qualsiasi vincolo oppure nel vincolo di inedificabilità assoluta.

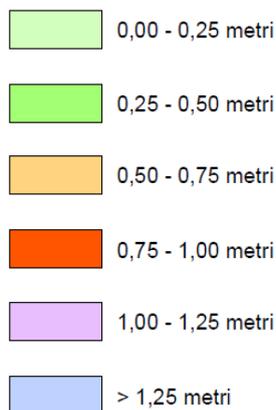
Altre aree da destinare alle opere di regimazione idraulica sul Torrente Vella e sul T.Marinella sono state indicate direttamente dal Comune in quanto non previste dagli Enti sovraordinati quali Genio Civile, Autorità di Bacino e Consorzi di bonifica.

6. Carta dei battenti idraulici (Af.10)

Lo studio sulla pericolosità idraulica del territorio comprende anche l'individuazione delle altezze d'acqua raggiunte nelle diverse aree in occasione di eventi alluvionali relativi a tempi di ritorno duecentennali che è il riferimento di base per l'individuazione ed il dimensionamento degli interventi di messa in sicurezza.

La modellazione bidimensionale dello studio idrologico-idraulico ha basato la propagazione delle acque di esondazione su un modello digitale del terreno (DTM) fornito dalla Regione Toscana che si articola in celle quadrate di un metro di lato. Quello che ne deriva è un raster molto complesso e dettagliato che individua l'altezza d'acqua in metri rispetto alla quota del piano di campagna per ogni metro quadrato di territorio soggetto agli allagamenti.

Nella carta dei battenti si riesce a percepire soltanto l'andamento generale delle altezze d'acqua avendo articolato la scala di tutti i valori possibili in sei classi di diverso colore con una scala di valori che segue anche i limiti delle classi di magnitudo idraulica:



Per quanto riguarda, invece, i battenti idraulici dovuti alle acque di esondazione dovute agli eventi sui corsi d'acqua principali si riportano le perimetrazioni delle celle idrauliche dell'autorità di Bacino del fiume Arno per le quali viene definito un valore di altezza d'acqua espresso in metri sul livello del mare da confrontare con la quota del terreno per valutare il battente idraulico in un determinato punto. Poichè gli areali delle due valutazioni si sovrappongono nella porzione sud-est del territorio a causa dell'influenza della dinamica dell'Arno, l'altezza d'acqua da considerare sarà quella maggiore che scaturisce dal confronto dei due valori.

Poichè nello studio idrologico-idraulico è stato valutato anche l'effetto cumulato delle precipitazioni che riguardano il territorio pratese nella sua parte pianeggiante, dove il drenaggio naturale delle acque meteoriche trova maggiore difficoltà, per l'individuazione delle condizioni di sicurezza idraulica si è ritenuto opportuno considerare anche l'effetto delle precipitazioni con un tempo di ritorno duecentennale che determinano dei ristagni indipendentemente dal verificarsi di eventuali esondazioni. Nella carta IDRA10 "*Carta dei ristagni con tr 200 anni relativa al reticolo di drenaggio delle acque basse*" dello studio idrologico-idraulico si riporta, al pari della carta dei battenti, i valori delle altezze d'acqua di ristagno che andranno considerate come riferimento per la sicurezza idraulica qualora superino il valore delle altezze d'acqua di esondazione.

Questo elaborato risulterà quindi molto utile a chi si troverà ad operare nelle zone a rischio idraulico per valutare la tipologia ed il dimensionamento delle necessarie opere di messa in sicurezza in relazione agli interventi da attuare.

7. Carta del PAI/PGRA (Af.11)

Questo elaborato contiene, in sintesi, sia le perimetrazioni di pericolosità del PAI per la parte geomorfologica, sia le perimetrazioni di pericolosità da alluvione del PGRA che il Comune di Prato propone come modifica alla cartografia della prima versione del Piano sovraordinato e che l'Autorità di bacino distrettuale dell'Appennino Settentrionale andrà a recepire ai sensi dell'art.14 della normativa di Piano.

In definitiva con questo elaborato si vuole sintetizzare in una sola cartografia la disciplina sovraordinata relativamente alle problematiche idrauliche e geomorfologiche per l'applicazione corretta delle prescrizioni e dei vincoli che gravano sulle aree a diversa pericolosità del territorio.

In ogni caso, al di là delle perimetrazioni ad oggi sintetizzate nella specifica carta tematica poichè il PAI è uno strumento normativo sovraordinato al Piano Strutturale ed oggetto di variazioni nel tempo, per la corretta applicazione delle norme del Piano di Bacino si dovrà fare riferimento alla cartografia ufficiale pubblicata sul sito web dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno: http://geodataserver.adbarno.it/pmapper/map.phtml?config=PAI_pf10k&resettsession=ALL

In definitiva il PAI classifica il territorio di Prato secondo quattro classi di pericolosità geomorfologica e da frana (P.F) all'interno delle quali si applicano le seguenti disposizioni che andranno ad aggiungersi a quelle riportate nelle NTA del PS (Artt.60):

P.F.4: pericolosità molto elevata da frana indotta da fenomeni franosi attivi che siano anche causa di rischio molto elevato (art.10).

P.F.3: pericolosità elevata da frana indotta da fenomeni franosi attivi o da fenomeni franosi inattivi che presentano segni di potenziale instabilità (frane quiescenti) causa di potenziale rischio elevato (art.11).

P.F.2 e P.F.1: pericolosità media da frana indotta da fenomeni franosi inattivi stabilizzati (naturalmente o artificialmente) causa di rischio medio (art.12).

Per il PGRA, allo stesso modo, per la consultazione della cartografia ufficiale, si dovrà fare riferimento alla seguente pagina web:

www.appenninosettentrionale.it/itc/?page_id=410

Le perimetrazioni di pericolosità, in questo caso, sono le seguenti:

P3: pericolosità da alluvione elevata (Artt.7-8)

P2: pericolosità da alluvione media (Artt.9-10)

P1: Pericolosità da alluvione bassa (Artt.11)

8. Carta delle problematiche idrogeologiche (Af.12)

Questo elaborato interpreta le caratteristiche idrogeologiche del territorio sia in chiave di potenzialità che di salvaguardia della risorsa idrica. Le caratteristiche di permeabilità del substrato così come definite nella carta idrogeologica permettono di valutare, in prima battuta, le potenzialità degli acquiferi e la vulnerabilità delle acque di falda rispetto all'inquinamento. E' evidente, infatti, come la maggiore o minore permeabilità del terreno e delle rocce che costituiscono il substrato permetta una maggiore o minore diffusione e dispersione di un inquinante idroveicolato. Al di là quindi della capacità di auto-depurazione intrinseca di ciascun terreno (comunque riferibile quasi esclusivamente a inquinanti di origine organica), con le acque d'infiltrazione superficiale anche gli inquinanti eventualmente trasportati, o comunque trasportabili in soluzione, hanno la possibilità di circolare in sottoterraneo. Questo fenomeno può deteriorare la qualità delle acque di falda di estese porzioni di territorio anche molto distanti dal punto di infiltrazione. Poiché il fattore fisico che permette la circolazione in sottoterraneo è la permeabilità, la vulnerabilità delle acque sotterranee è associata alle caratteristiche litologiche e genetiche delle rocce e dei terreni, oltre che alla esposizione al rischio di inquinamento dovuto alle attività antropiche che si svolgono in superficie.

Vulnerabilità delle acque sotterranee:

Facendo riferimento al contesto geologico e fisico il territorio di Prato può essere suddiviso in due grandi "unità" idrogeologiche individuabili nei depositi alluvionali della pianura e nelle formazioni rocciose che costituiscono i rilievi collinari circostanti:

depositi alluvionali della pianura

Come base di partenza per la valutazione della vulnerabilità di questi depositi sono stati utilizzati i dati contenuti nel quadro conoscitivo del P.T.C. relativi alla stratigrafia della piana. Questi dati rappresentano la distribuzione orizzontale dei depositi alluvionali a quattro diverse profondità: piano campagna, a -5 metri, -10 metri e a -15 metri di profondità. Da ognuna di queste sezioni orizzontali sono state estratte le perimetrazioni relative alle ghiaie ed ai ciottolami, essendo queste le litologie più permeabili e di conseguenza quelle maggiormente predisposte ad idroveicolare più velocemente un inquinante nella falda principale. Il passo successivo è stato quello di sovrapporre queste perimetrazioni ottenendo così delle aree che forniscono anche un'informazione riguardo la distribuzione verticale di questi depositi, valutata come la caratteristica più discriminante per l'attribuzione di un valore di vulnerabilità. Questa scelta è motivata dal fatto che se un inquinante viene sversato in un'area dove affiorano depositi caratterizzati da un'alta permeabilità e con un'elevato spessore, in breve tempo si potrebbe rischiare di contaminare, in un primo momento, i corpi d'acqua più superficiali, interessati da prelievi per uso privato, e, successivamente, la falda freatica principale da cui attingono i pozzi dell'acquedotto pubblico. Tutto questo, evidentemente, avverrebbe in un tempo molto più lungo e con effetti meno dannosi se un inquinante dovesse attraversare depositi a minore permeabilità che, oltre a rallentare la circolazione verso il basso, possiedono caratteristiche fisiche e chimiche tali da "legare" le molecole inquinanti alle particelle solide del terreno. Sulla base di queste valutazioni si è articolato il grado di vulnerabilità secondo la seguente classificazione:

- **Vulnerabilità alta:** aree in cui le ghiaie ed i ciottolami si sviluppano dal piano di campagna fino ad oltre 15 metri di profondità;
- **Vulnerabilità media:** aree in cui le ghiaie ed i ciottolami si sviluppano dal piano di campagna fino a 10 metri di profondità;
- **Vulnerabilità medio-bassa:** aree in cui le ghiaie ed i ciottolami si sviluppano al di sotto di 10 metri di profondità;

- **Vulnerabilità bassa:** aree in cui argille, limi, limi sabbiosi e sabbie limose si sviluppano dal piano campagna fino ad oltre 15 metri di profondità.

formazioni rocciose

La valutazione della vulnerabilità delle formazioni litoidi deriva direttamente dalle considerazioni che sono state fatte per determinare il grado di permeabilità di queste rocce nella carta idrogeologica. Come spiegato in precedenza, queste formazioni sono caratterizzate da intensi sistemi di discontinuità che gli conferiscono un elevato grado di permeabilità per fratturazione. Si deve ricordare che i rilievi costituiti da queste rocce rappresentano le principali area di ricarica per la falda e per questo motivo risultano zone ancora più sensibili dei depositi della pianura nei riguardi di eventuali sversamenti di sostanze inquinanti. Particolare attenzione deve essere fatta per i Monti della Calvana all'interno dei quali l'acqua d'infiltrazione scorre con moto turbolento e con grandi portate attraverso un sistema di condotte carsiche molto ben sviluppato. In tali condizioni una sostanza inquinante non impiegherebbe molto tempo a contaminare l'acqua delle sorgenti o addirittura quella della falda principale.

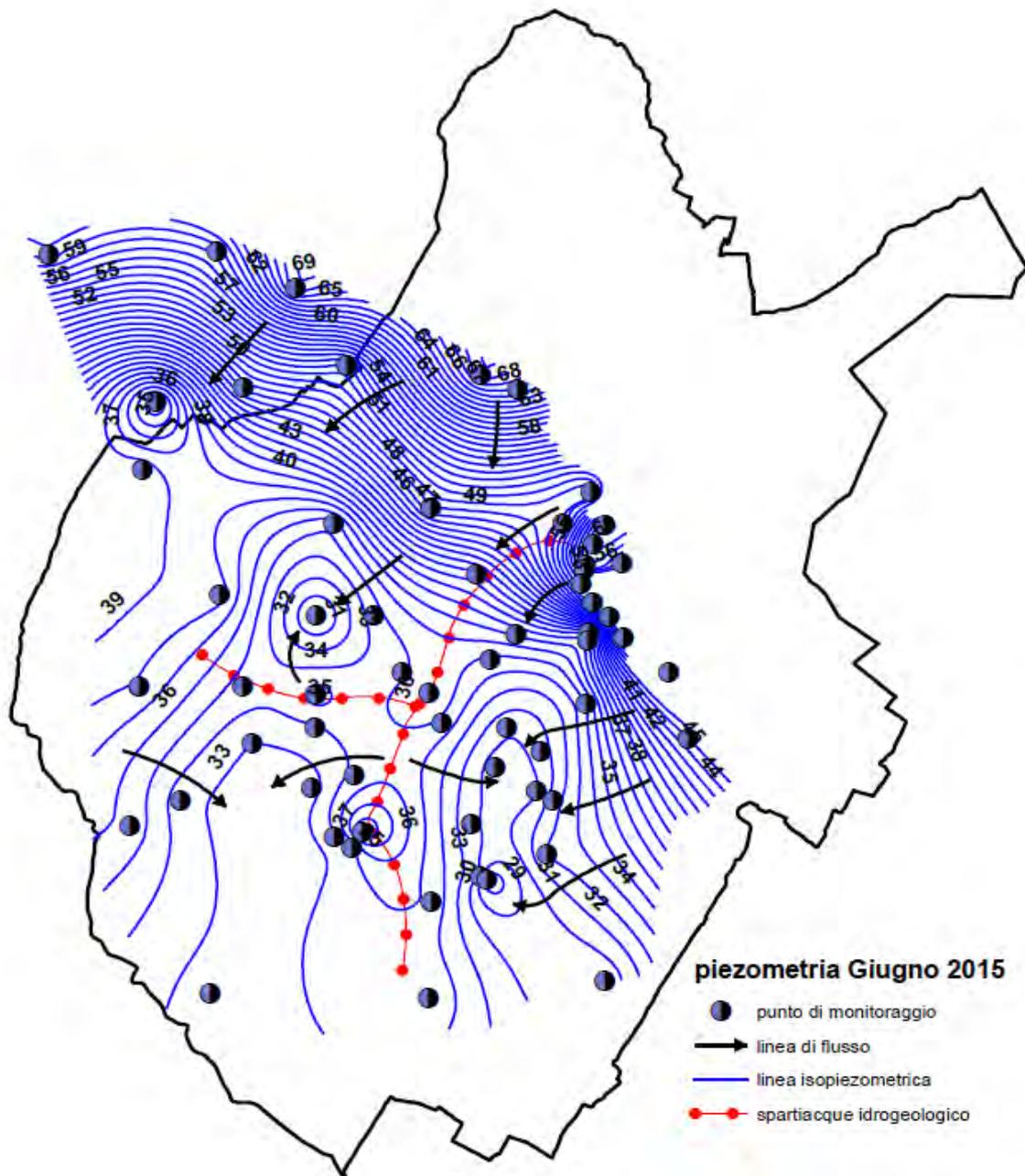
In base al grado di permeabilità, le formazioni rocciose sono state suddivise in due classi di vulnerabilità:

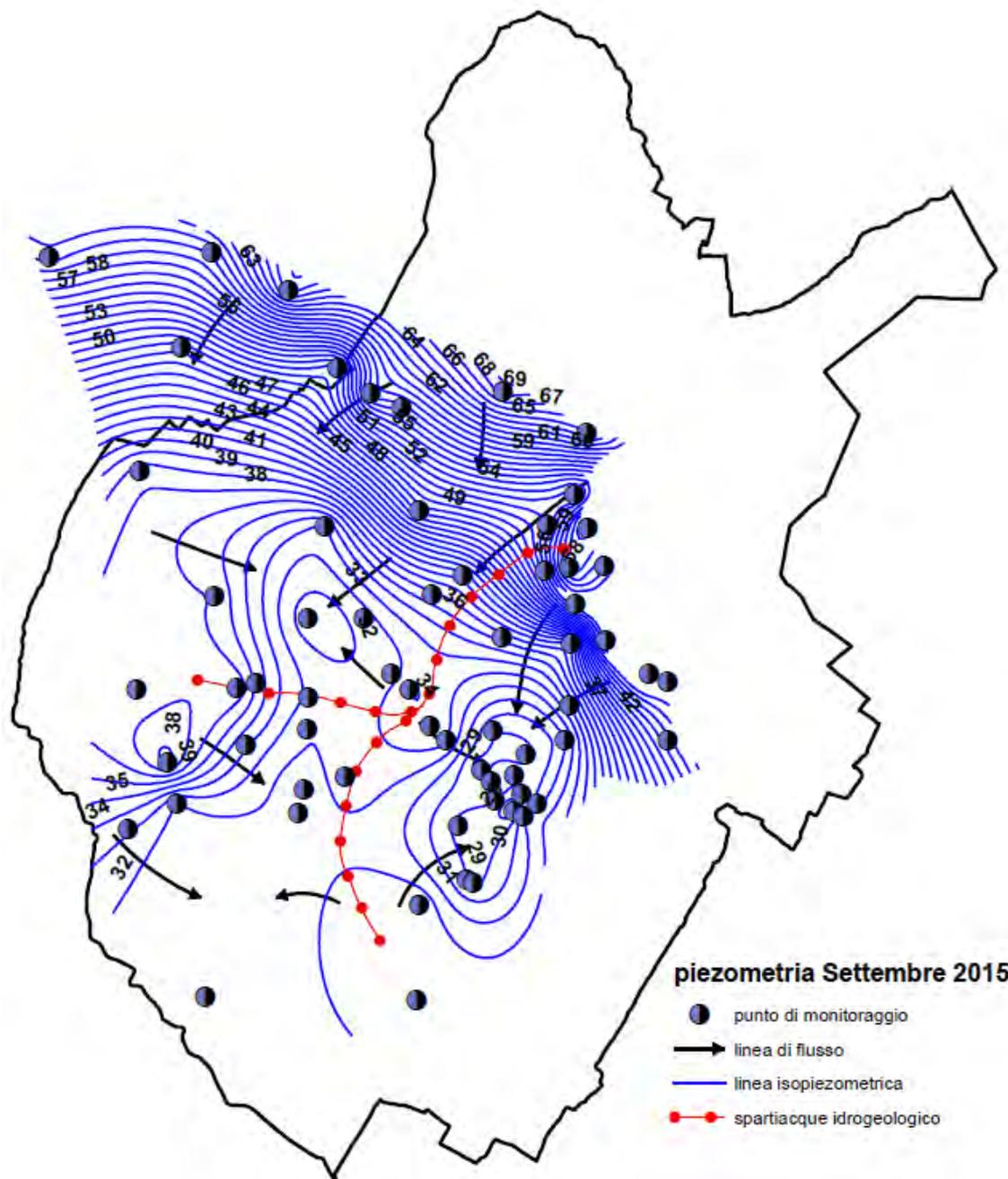
- **Vulnerabilità alta:** aree in cui affiora la Formazione del M. Morello (Alberese).
- **Vulnerabilità media:** aree in cui affiorano la Formazione del Sillano in tutte le sue facies, Arenarie del M. Falterona, Serpentiniti, Gabbri, Diaspri, Argille a Palombini, Calcari a Calpionelle.

Tutte le coperture detritiche sui versanti rientrano, invece, nella categoria dei terreni sciolti e sono state classificate a vulnerabilità medio-bassa in relazione al fatto che pur avendo caratteristiche di media permeabilità all'interno di questi corpi detritici non sono presenti falde acquifere significative.

Captazione delle acque sotterranee:

Se la vulnerabilità degli acquiferi dovuta alle caratteristiche intrinseche del substrato roccioso è una componente importante per l'uso e la salvaguardia delle acque sotterranee, altri elementi legati allo sfruttamento delle acque sotterranee completano il quadro delle problematiche idrogeologiche da tenere in considerazione per un uso non distruttivo della risorsa. La conoide del Bisenzio è da tempo sfruttata per l'approvvigionamento idrico dell'acquedotto mediante una serie di pozzi distribuiti su tutta la piana ma con maggiore concentrazione in alcune aree dove, evidentemente, la produttività è maggiore. Un sistema di monitoraggio consistente in una serie di piezometri che misurano il livello dell'acqua sotterranea permette di valutare l'andamento nel tempo della falda profonda e di tracciare i maggiori percorsi di flusso sotterraneo seguendo l'andamento delle curve piezometriche che, nella carta, riportano l'altezza d'acqua rispetto al livello del mare. In questo caso sono stati riportati i livelli misurati nel giugno del 2015 in una rete di monitoraggio istituita con il *"Protocollo di Intesa per l'approfondimento dello studio conoscitivo dell'acquifero della Piana di Prato del 29/05/2015, sottoscritto dall'Autorità di Bacino Fiume Arno, dal Comune di Prato, dalla Provincia di Prato, dall'Autorità Idrica Toscana e da Publiacqua S.p.A., nel cui ambito è stato elaborato lo "Studio conoscitivo dell'Acquifero di Prato – Indagini idrogeologiche e geochimico – isotopiche 2015-2016", West Systems srl, PIN srl, IGG-CNR, marzo 2016"*. Tale misurazione è stata ripetuta anche nel settembre del 2015 e le due figure sottostanti mostrano le differenze; il periodo di giugno è da considerare di morbida, mentre il periodo di settembre di magra:





Al di là delle variazioni stagionali dovute al regime pluviometrico il dato interessante che viene rilevato dalla rete di monitoraggio è la vasta area di depressione della falda che si estende circa al centro della pianura dove, evidentemente, il prelievo di acqua con i pozzi (che non sono soltanto quelli dell'acquedotto) supera la capacità di ricarica da parte delle acque di infiltrazione che scendono dai rilievi collinari. L'intero complesso calcareo della Calvana e buona parte dei rilievi del bacino della Bardena dove affiorano le formazioni più permeabili sono da considerare, infatti, aree di ricarica della falda cioè zone in cui le acque di precipitazione meteorica, infiltrandosi, vanno ad alimentare il "grande serbatoio" costituito dai depositi sciolti della pianura.

Oltre alla captazione mediante pozzi, lo sfruttamento delle acque sotterranee riguarda anche l'utilizzo delle sorgenti che scaturiscono dal substrato roccioso, laddove una variazione di permeabilità nell'ammasso roccioso intercetta il flusso sotterraneo delle acque forzandole a uscire in superficie. Anche in questi casi sono state perimetrare le relative zone di alimentazione

valutando le condizioni idrogeologiche locali, cioè il rapporto tra il flusso delle acque sotterranee e l'assetto strutturale della formazione geologica entro cui scorrono. Questo permette di valutare il bacino idrogeologico di alimentazione di ogni sorgente che alcune volte non corrisponde al bacino idrografico: in questo caso le sorgenti sarebbero alimentate anche da acque che si infiltrano al di fuori del bacino idrografico.

Relativamente all'applicazione delle norme di salvaguardia delle acque sotterranee ai sensi del D.Lgs.152/06 le zone di ricarica della falda e delle sorgenti corrispondono alle zone di rispetto del decreto legislativo mentre per le aree di rispetto dei pozzi, dato che non è possibile individuare un areale specifico di ricarica in quanto si tratta di un emungimento puntuale dalla profondità di una falda molto estesa e senza direzioni preferenziali di alimentazione, la zona circolare con raggio di duecento metri, assume un valore di tutela dalla possibile infiltrazione di inquinanti superficiali attraverso il punto di captazione.

Disponibilità delle acque sotterranee

Un aspetto molto importante quando si parla di vulnerabilità della risorsa idrica è quello del bilancio idrico cioè il rapporto tra i volumi di acqua che alimentano un acquifero e quelli che vengono prelevati. L'Autorità di Bacino del Fiume Arno ha redatto, con Del.C.I. n.24 del 28 Febbraio 2008, il Progetto di Piano di Bacino Stralcio "Bilancio Idrico" mediante il quale viene definito il bilancio delle acque sotterranee e superficiali. Questo documento contiene le misure per la pianificazione dell'economia idrica e mira a ricondurre i valori di bilancio entro limiti socialmente accettabili nel rispetto degli assetti e delle risorse naturali e dello sviluppo sostenibile del territorio. Il bilancio è redatto per tutti gli acquiferi significativi che vengono suddivisi in due tipologie: quelli interessati da grave deficit di bilancio e quelli con bilancio prossimo all'equilibrio o bilancio positivo. Nella carta delle problematiche idrogeologiche abbiamo riportato gli areali relativi agli acquiferi con deficit di bilancio che sono articolati in base all'entità del disavanzo:

D4 - area a disponibilità molto inferiore alla capacità di ricarica (art.9): in cui il disavanzo relativo fra la ricarica media su unità di superficie e i prelievi risulta molto elevato, < -10.000 mc/ha.

D3 – area a disponibilità inferiore alla capacità di ricarica (art.10): in cui il disavanzo relativo fra la ricarica media su unità di superficie e i prelievi risulta elevato, fra -10.000 e -1.000 mc/ha.

Per queste aree le norme tecniche di attuazione del P.S. dovranno recepire le limitazioni ed i vincoli contenuti nelle norme di attuazione del Piano di Bacino rispettivamente all'art.9, per le aree D4, ed all'art.10 per le aree D3.

9. Carta della magnitudo idraulica e delle aree presidiate da sistemi arginali (Af.13)

La carta della magnitudo idraulica è stata aggiunta alla serie delle carte di supporto alla ricostruzione del quadro conoscitivo del PS in base ai nuovi dettami normativi entrati in vigore con la LR.n.41/18. Di fatto il nuovo dato che scaturisce dal mettere in relazione l'altezza del battente idraulico duecentennale in un determinato punto con la velocità delle acque di esondazione (sempre per eventi duecentennali) nello stesso punto, determina le diverse prescrizioni di fattibilità idraulica per la fattibilità degli interventi nelle zone a pericolosità da alluvione frequente (I.4) e/o poco frequente (I.3).

Le classi di magnitudo idraulica sono così definite ai sensi delle definizioni di cui all'art.2 della LR.n.41/18:

- “magnitudo idraulica moderata”: valori di battente inferiore o uguale a 0,5 metri e velocità inferiore o uguale a 1 metro per secondo (m/s). Nei casi in cui la velocità non sia determinata, battente uguale o inferiore a 0,3 metri;
- “magnitudo idraulica severa”: valori di battente inferiore o uguale a 0,5 metri e velocità superiore a 1 metro per secondo (m/s) oppure battente superiore a 0,5 metri e inferiore o uguale a 1 metro e velocità inferiore o uguale a 1 metro per secondo (m/s). Nei casi in cui la velocità non sia determinata, battente superiore a 0,3 metri e inferiore o uguale a 0,5 metri;
- “magnitudo idraulica molto severa”: battente superiore a 0,5 metri e inferiore o uguale a 1 metro e velocità superiore a 1 metro per secondo (m/s) oppure battente superiore a 1 metro. Nei casi in cui la velocità non sia determinata battente superiore a 0,5 metri.

Il secondo tematismo rappresentato in cartografia riguarda, anch'esso, una nuova direttiva della LR.n.41/18 che all'art.14 stabilisce che per gli interventi di nuova costruzione nelle aree presidiate da sistemi arginali siano previste misure per la gestione del rischio di alluvione nell'ambito del piano di protezione civile. Tale norma presumibilmente vuole introdurre un nuovo concetto di salvaguardia e di difesa rispetto alle potenziali rotture degli argini di cui, negli studi idrologico-idraulici, non si tiene conto. Le aree presidiate da sistemi arginali sono state quindi rappresentate con un limite grafico ben riconoscibile secondo le modalità indicate al comma s) dell'art.2 della LR.n.41/18 che prevedono l'individuazione di “fasce” di territorio a partire dalla base degli argini dei corsi d'acqua fino ad una distanza massima di 300 metri, dove il piano di campagna si trova a quote altimetriche inferiori alla quota posta a 2 metri sopra la quota del piede esterno dell'argine.

Prato, 10 febbraio 2019

Dott.Geol.Alberto Tomei