



Comune di Campi Bisenzio

Città Metropolitana di Firenze

SINDACO
Emiliano Fossi

ASSESSORE ALL'URBANISTICA
Giovanni Di Fedè

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO
Domenico Ennio Maria Passaniti

GARANTE DELL'INFORMAZIONE E
DELLA PARTECIPAZIONE
Simonetta Cappelli

piano strutturale

studi geologici

relazione geologica

PROGETTO URBANISTICO
coordinatore
Riccardo Luca Breschi
con
Andrea Girardi
Luca Agostini

responsabile ufficio urbanistica
Letizia Nieri

ufficio di piano
Stefano Carmannini
Paolo Canepari
Luigi Maggio
Christian Ciampi

STUDI IDROLOGICI E IDRAULICI
A4-Ingegneria
David Malossi

STUDI GEOLOGICI
IdroGeo Srl
Simone Fiaschi
Alessandro Murratzu
Alessio Calvetti

STUDI ECOLOGICI E BIODIVERSITA'
Carlo Scozzianti

STUDI MOBILITA'
Meta
Andrea Debernardi
Politecnico di Milano
Paolo Beria

STUDI SOCIODEMOGRAFICI
Irpel
Chiara Agnoletti
Leonardo Piccini

VAS E VINCA
Terre.it Srl
Fabrizio Cinquini
Michela Biagi
Paolo Perna
Valeria Dini



Agosto 2019

INDICE

PREMESSA	1
1 - Elaborati prodotti	4
2 - Inquadramento generale	5
3 - Sintesi delle conoscenze	5
3.1 - Piani di Bacino del Fiume Arno	7
4 - Analisi e approfondimenti.....	9
5 - Elementi geologici	12
5.1 - Inquadramento generale.....	12
5.2 - Inquadramento fisiografico	14
5.3 - Carta Geologica (Tav. G.01).....	16
6 - Elementi geomorfologici	17
6.1 - Carta Geomorfologica (Tav. G.02).....	17
7 - Aspetti idraulici.....	20
7.1 - Idrografia	20
7.2 - Studio idrologico – idraulico (a cura A4-Ingegneria – Ing. David Malossi)	20
8 – Idrogeologia	21
8.1 - Inquadramento generale.....	21
8.2 - Carta Idrogeologica (Tav. G.09).....	24
8.3 - Carta delle problematiche idrogeologiche (Tav. G.12)	25
8.3.1 - Subsidenza (Persistent Scatterers Interferometry - PSI).....	27
8.3.2 - SISBON	30
8.3.3 – Aree potenzialmente liquefacibili	32
9 - Elementi litologico-tecnici.....	35
9.1 - Carta delle indagini, dei dati di base e indagini geofisiche (Tav. G.04)	35
9.2 - Carta Litotecnica (Tav. G.03).....	37
10 - Elementi conoscitivi per la valutazione degli effetti locali e di sito per la riduzione del rischio sismico	39
10.1 - Carta geologico-tecnica (Tav. G.05).....	39
.....	42
10.2 - Carta delle sezioni geologico-tecniche (Tav. G.06)	43
10.3 - Carta delle frequenze fondamentali dei depositi (Tav. G.07)	44
10.4 - Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica - MOPS (Tav.G.08)	46
13 - Valutazioni di pericolosità geologica, idraulica e sismica	49

13.1 - Aree a pericolosità geologica (<i>Tavv.G.10</i>)	49
13.2 - Pericolosità idraulica	50
13.3 - Aree a pericolosità sismica locale (<i>Tav. G.11</i>).....	51
BIBLIOGRAFIA.....	54

PREMESSA

A seguito dell'incarico ricevuto dall'Amministrazione Comunale di Campi Bisenzio (Provincia di Firenze), è stata condotta un'indagine geologico-tecnica di supporto al nuovo Piano Strutturale Comunale ai sensi della L.R. 65/2014 e ai sensi del regolamento D.P.G.R. 53/R/2011 (in attuazione dell'art.62 della L.R. 1/2005).

In riferimento alla sintesi delle conoscenze (realizzate ai sensi del punto 2.1-A dell'allegato A del D.P.G.R. 53/R/2011- Direttive per la formazione del piano strutturale e relative varianti) le presenti indagini geologico-tecniche redatte a supporto del nuovo Piano Strutturale comunale sono state condotte prendendo in considerazione il quadro conoscitivo derivante dal Piano per l'Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno (attualmente Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale ai sensi del Decreto del Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare n. 294 del 25 ottobre 2016 – entrato in vigore il 17 febbraio 2017) - per gli effetti della legge n. 183/1989 e del decreto-legge n. 180/1998, con le relative fonti normative di conversione, modifica e integrazione, è stato approvato con D.P.C.M. 6 maggio 2005 (GU n. 230 del 3-10-2005), dal Piano Stralcio Riduzione Rischio Idraulico di cui al D.P.C.M. 5 novembre 1999 (GU n. 226 del 22/12/1999), dal Piano di Bacino Stralcio "Bilancio Idrico" dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno (attualmente Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale ai sensi del Decreto del Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare n. 294 del 25 ottobre 2016 – entrato in vigore il 17 febbraio 2017) - adottato ai sensi dell'art.66 comma 2 del D.Lgs. 152/2006 con Delibera del Comitato Istituzionale n.214 del 20/12/2010, dal Piano di Gestione Rischio Alluvioni (P.G.R.A.) approvato con Del. del Comitato Istituzionale n.235 del 3 Marzo 2016, dal Piano di Indirizzo Territoriale, dal Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Firenze, e dalle precedenti indagini geologico-tecniche di supporto al vigente P.S. ed al vigente R.U.C. e alle successive Varianti.

In riferimento alle analisi ed approfondimenti (punto 2.1-B dell'allegato A del D.P.G.R. 53/R/2011-Direttive per la formazione del Piano Strutturale e relative varianti) si è proceduto come di seguito descritto analizzando, approfondendo e modificando, ove necessario, il quadro conoscitivo esistente.

Per quanto concerne gli elementi geologici e strutturali (di cui al punto 2.1-B.1 dell'allegato A del D.P.G.R. 53/R/2011), gli elementi litologico-tecniche (punto 2.1-B.2 dell'allegato A del D.P.G.R. 53/R/2011), gli elementi per la valutazione degli aspetti geomorfologici (punto 2.1-B.3 dell'allegato A del D.P.G.R. 53/R/2011), idrogeologici (punto 2.1-B.6 dell'allegato A del D.P.G.R. 53/R/2011) e topografici, sono stati aggiornati, per tutto il territorio comunale, anche con specifici sopralluoghi e nuovi rilievi di campo in relazione ai criteri definiti dal D.P.G.R. 53/R/2011, nonché utilizzando i dati del portale tematico della Regione Toscana (GeoScopio) e le banche dati disponibili di seguito indicate nella sintesi

delle conoscenze, le precedenti indagini geologico-tecniche di supporto al P.S. e al vigente R.U.C e a supporto delle successive Varianti..

Per la definizione degli elementi necessari alla valutazione degli aspetti idraulici (di cui al punto 2.1-B.4 dell'allegato A del D.P.G.R. 53/R/2011) sono stati utilizzati come base di partenza i modelli idraulici e le carte di sintesi del Piano per l'Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno (attualmente Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale ai sensi del Decreto del Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare n. 294 del 25 ottobre 2016 – entrato in vigore il 17 febbraio 2017) e Piano di Gestione Rischio Alluvioni (P.G.R.A.) approvato con Del. del Comitato Istituzionale n.235 del 3 Marzo 2016. Per i dettagli si rimanda allo studio idraulico a cura dell'Ing. David Malossi (A4-Ingegneria).

Per la definizione degli elementi per la valutazione degli effetti locali e di sito per la riduzione del rischio sismico (di cui al punto 2.1-B.7 dell'allegato A del D.P.G.R. 53/R/2011) sono stati raccolti tutti i dati disponibili in riferimento alle precedenti indagini geofisiche e geologiche e sono state eseguite delle nuove e specifiche indagini geofisiche (per un totale di 401 dati disponibili). Alla luce dei suddetti approfondimenti per le aree maggiormente significative, è stata redatta la carta geologico-tecnica, la carta delle frequenze caratteristiche ed infine la carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica con le modalità indicate nelle direttive del D.P.G.R. 53/R/2011. Preme sottolineare che lo studio di Microzonazione Sismica (MS) di Livello 1, a supporto del nuovo Piano Strutturale Comunale, è stato realizzato a partire dallo studio di MS1 a supporto della Variante al Regolamento Urbanistico vigente per interventi puntuali e per adeguamenti normativi all'interno del territorio urbanizzato (approvato con D.C.C. n.68 del 12/04/2018), implementato sulla base di nuove indagini geognostiche, anche in località diverse da quelle oggetto, della precedente Variante (Variante al RU per interventi puntuali e per adeguamenti normativi all'interno del territorio urbanizzato ai sensi dell'art. 224 della L.R. 65/2014), e finanziato dalla Regione Toscana con D.D.G.R.T. n.8000 del 09/05/2018. Il suddetto studio di Microzonazione Sismica di Livello 1 è stato redatto secondo le specifiche tecniche ICMS.

A tal fine si precisa che il Comune di Campi Bisenzio (FI) è stato inserito in zona sismica 3 ai sensi della Del. G.R. n. 421 del 25/05/2014 (Aggiornamento della classificazione sismica della Toscana).

Nel caso specifico, vista la localizzazione del territorio comunale di Campi Bisenzio (FI), non sono state riscontrate aree con problematiche di dinamica costiera (punto C.3 delle Direttive).

Le indagini geologico-tecniche sono dirette a verificare la pericolosità del territorio sotto il profilo geologico, idraulico e sismico (secondo i criteri del D.P.G.R. 25/10/2011 n.53/R), anche in attuazione degli atti di pianificazione sovraordinati, al fine di valutare le condizioni ed i limiti di trasformabilità,

garantire e mantenere condizioni di equilibrio idrogeologico e recuperare eventuali situazioni di criticità esistenti.

1 - ELABORATI PRODOTTI

Le indagini di carattere geologico, idraulico e sismico sono costituite dai seguenti elaborati:

- **Relazione geologica** (Agosto 2019);
- **Dati di base** (Agosto 2019) n.1 CD allegato;
- Tavola G.01 Carta geologica (Agosto 2019) scala 1:10.000;
- Tavola G.02 Carta geomorfologica (Agosto 2019) scala 1:10.000;
- Tavola G.03 Carta Litotecnica (Agosto 2019) scala 1:10.000;
- Tavola G.04 Carta delle indagini (Agosto 2019) scala 1:10.000;
- Tavola G.05 Carta geologico-tecnica (Agosto 2019) scala 1:10.000;
- Tavola G.06 Carta delle sezioni geologico-tecniche (Agosto 2019) scala orizz. e vert. 1:2.000;
- Tavola G.07 Carta delle frequenze fondamentali del terreno (Agosto 2019) scala 1:10.000;
- Tavola G.08 Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica - MOPS – (Agosto 2019) scala 1:10.000;
- Tavola G.09 Carta Idrogeologica (Agosto 2019) scala 1:10.000;
- Tavola G.10 Carta della Pericolosità Geologica (Agosto 2019) scala 1:10.000;
- Tavola G.11 Carta della Pericolosità sismica locale (Agosto 2019) scala 1:10.000;
- Tavola G.12 Carta delle problematiche idrogeologiche (Agosto 2019) scala 1:10.000;
- **Relazione tecnica illustrativa di supporto allo studio di Microzonazione Sismica (MS) di Livello 1** (Agosto 2019);

2 - INQUADRAMENTO GENERALE

Il comune di Campi Bisenzio si trova nella porzione medio-orientale della Piana fluvio-lacustre denominata "Firenze-Prato-Pistoia" a sua volta facente parte del settore centrale della Pianura del medio Valdarno. Da un punto di vista idrologico, la piana "Firenze-Prato-Pistoia", nel tratto di competenza del Comune di Campi Bisenzio, è caratterizzata dalla presenza del fiume Arno (deflusso con orientamento circa Est-Nord-Est – Ovest-Sud-Ovest - per un piccolo tratto il corso del fiume Arno delinea il confine Sud comunale) e del fiume Bisenzio (affluente di destra del fiume Arno – deflusso con orientamento di circa Nord-Sud). Ai due principali assi drenanti della piana, nel tratto di competenza del comune di interesse, si associano una serie di torrenti e fossi, principalmente antropici con orientamento di deflusso prevalentemente Nord-Sud. Il comune di Campi Bisenzio presenta una superficie di circa 28,7 Km². Nella cartografia della Carta Tecnica Regionale il territorio di Campi Bisenzio rientra nelle seguenti Sezioni, in scala 1:10.000: n. 263100, n. 263130, n. 263140, n. 263150, n. 275020.

Il territorio comunale di Campi Bisenzio è contraddistinto da un'altimetria piuttosto omogenea e con una quota media di circa 47 m s.l.m. (quota massima circa 66 m s.l.m., quota minima circa 29 m s.l.m.) Ci troviamo in corrispondenza di una vasta depressione morfologica (Piana "Firenze-Prato-Pistoia"), il cui paleo invaso, impostato su di un substrato roccioso con formazioni appartenenti al Dominio Ligure s.l. e alla Falda Toscana è stato colmato da eventi sedimentari continentali fluviali e lacustri.

La morfologia del territorio comunale di Campi Bisenzio è quella tipica delle pianure alluvionali: si tratta di una vasta area pianeggiante dominata da depositi fluvio-lacustri risultato di un vasto processo di sedimentazione in seguito agli importanti apporti alluvionali del fiume Arno e del fiume Bisenzio e dei suoi affluenti minori.

3 - SINTESI DELLE CONOSCENZE

La sintesi delle conoscenze, realizzata ai sensi delle direttive per le indagini geologico-tecniche allegato al Decreto del Presidente della Giunta Regionale 25 ottobre 2011 n. 53/R (punto 2.1-A dell'allegato A), comprende la raccolta della documentazione relativa al quadro conoscitivo esistente e certificato come quello derivante dai Piani di Bacino, dal Piano di Indirizzo Territoriale e dal Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale, al fine di inquadrare le problematiche ed i vincoli presenti sul territorio e sulla cui base effettuare le successive analisi ed elaborazioni.

La sintesi delle conoscenze è stata articolata nelle seguenti attività:

- consultazione della cartografia geologica regionale (Database Geologico della Regione Toscana, scala 1:10.000 - aggiornamento del Continuum Geologico Regionale);
- consultazione dei Piani di Bacino redatti dall'Autorità di Bacino del Fiume Arno (attualmente Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale ai sensi del Decreto del Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare n. 294 del 25 ottobre 2016 – entrato in vigore il 17 febbraio 2017): “Stralcio Assetto Idrogeologico”, “Stralcio Rischio Idraulico” e “Stralcio Bilancio Idrico” e consultazione della documentazione redatta dall'Autorità di Bacino del Fiume Arno per il Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA);
- consultazione del Piano di Indirizzo Territoriale con valenza di Piano Paesaggistico (P.I.T.);
- consultazione del Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Firenze (P.T.C.P.);
- consultazione delle Indagini geologico-tecniche di supporto al Piano Strutturale e del Regolamento Urbanistico Comunale e successive varianti vigenti del Comune di Campi Bisenzio;
- ricerca dei dati di base litostratigrafici, geotecnici e sismici presenti negli archivi comunali;
- consultazione degli archivi della Regione Toscana, in particolare della Banca Dati del sottosuolo e della Banca Dati Geotermia (LaMMA), della Banca Dati indagini geotematiche (BDIG), della Banca Dati stratigrafica della Toscana (SIRA) e Informazione Geografica (GEOscopio);
- sistema Informativo Territoriale della Provincia di Firenze (S.I.T.);
- ricerca bibliografica riguardante studi di carattere geologico in senso lato aventi ad oggetto il territorio comunale;
- consultazione della Banca dati del Ministero dell'Ambiente - geo-portale nazionale - *Persistent Scatterers Interferometry (PSI) per aree in subsidenza*;
- consultazione del portale ARPAT – SIRA (Sistema Informativo Siti interessati da procedimenti di BONifica - SISBON);
- Consultazione della Banca dati Publiacqua;
- Consultazione Banca dati del Servizio Geologico d'Italia (ISPRA - Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale), archivio '*Indagini del sottosuolo*' (L. 464/84);
- Consultazione Progetto IFFI (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia), realizzato dall'ISPRA;

Di seguito si riportano gli approfondimenti di alcuni tematismi elencati all'interno della sintesi

delle conoscenze.

3.1 - Piani di Bacino del Fiume Arno

Con l'adozione del PGRA (Piano di Gestione del Rischio Alluvioni - delibere del Comitato Istituzionale n. 231 e 232 del 17 dicembre 2015) **e la sua successiva approvazione** delibera del Comitato Istituzionale n. 235 del 3 marzo 2016, **il PAI (Piano stralcio Assetto Idrogeologico) ha visto modificato i propri contenuti per quanto riguarda la pericolosità idraulica**. Per quanto riguarda il bacino dell'Arno i temi relativi alla pericolosità e rischio idraulico, con lo scopo di semplificarli ed aggiornarli secondo i disposti europei (direttiva "alluvioni" 2007/60/CE e D.lgs. 49/2010), sono trattati nel PGRA e nella relativa disciplina di piano.

Il PAI mantiene i propri contenuti e le proprie norme d'uso per quanto riguarda la pericolosità ed il rischio da frana nel bacino. Quindi il PAI "frane" è lo strumento del Piano di Bacino per l'individuazione delle aree a pericolosità da frana, e impone agli strumenti pianificatori locali vincoli e condizioni per l'analisi del territorio. Le norme di PAI continuano a mantenere la loro operatività rispetto alla pericolosità idraulica per quanto non espressamente in contrasto con la Disciplina di PGRA ed **in ogni caso per tutti gli articoli della normativa facenti riferimento a pericolosità e rischio da frana**.

Laddove le aree di pericolosità idraulica e geologica sono di nuova definizione e/o definite diversamente dai criteri delle NTA stabilite dal Piano di Bacino Assetto Idrogeologico o del Piano Gestione Rischio Alluvioni, sono state proposte le Osservazioni al Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) e al Piano stralcio Assetto Idrogeologico (PAI – pericolosità da frana).

Per la redazione della documentazione a supporto del nuovo Piano Strutturale Comunale, si è proceduto alla consultazione della cartografia del Piano di Bacino con particolare riferimento al Piano di Gestione del Rischio Alluvioni, in quanto il territorio comunale in esame è completamente inserito in un contesto di piana alluvionale con pendenze scarse o nulle. Per quanto riguarda la pericolosità geologica è stato consultato il Piano *Stralcio "Assetto Idrogeologico"* (per la parte riguardante la pericolosità da frane), solo al fine di mettere in evidenza eventuali criticità lungo le sponde dei principali assi drenanti idraulici. Sono stati consultati inoltre anche il Piano Stralcio *"Bilancio Idrico"* e il Piano *Stralcio "Riduzione del Rischio Idraulico"*.

Preme sottolineare che per quanto riguarda le pericolosità idrauliche esse state realizzate a partire da uno studio idraulico ex-novo realizzato dall'Ing. David Malossi, per l'intero territorio comunale ed in ottemperanza al D.P.G.R. 53/R/2011 e alla L.R. 41/2018. Per i dettagli si rimanda agli elaborati a cura dell'Ing. David Malossi dello studio A4-Ingegneria.

Stralcio "Assetto Idrogeologico" (strumento per l'individuazione delle aree a pericolosità idraulica e da frana, e impone agli strumenti pianificatori locali vincoli e condizioni per l'analisi del territorio).

Il Piano di Bacino del Fiume Arno stralcio assetto idrogeologico, redatto ai sensi e per gli effetti della legge n. 183/1989 e del decreto-legge n. 180/1998, con le relative fonti normative di conversione, modifica e integrazione, è stato approvato con D.P.C.M. 6 Maggio 2005 (GU n. 230 del 3-10-2005).

Esso ha valore di piano sovraordinato territoriale di settore ed è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso finalizzate alla conservazione, alla difesa e alla valorizzazione del suolo.

Il PAI, attraverso le proprie disposizioni persegue, nel rispetto del patrimonio ambientale, l'obiettivo generale di garantire livelli di sicurezza adeguati rispetto ai fenomeni di dissesto idraulico e geomorfologico in atto o potenziali.

In conseguenza dell'approvazione del PGRA (Piano di Gestione del Rischio Alluvioni – apr. con delibera del Comitato Istituzionale n. 235 del 3 marzo 2016) del bacino del fiume Arno, la cartografia del PAI è **relativa esclusivamente alla pericolosità da frana e da fenomeni geomorfologici di versante**. Per gli aspetti idraulici si deve fare riferimento alla cartografia del PGRA e alla relativa disciplina di Piano.

Stralcio "Bilancio Idrico" (strumento per la definizione delle condizioni di criticità della risorsa idrica superficiale e sotterranea, e per l'imposizione di vincoli di sfruttamento sostenibile della stessa)

Il Piano di Bacino del Fiume Arno, Stralcio Bilancio Idrico è stato adottato ai sensi dell'art.66 comma 2 del D.Lgs. 152/2006 con Delibera del Comitato Istituzionale n.214 del 20/12/2010. Le relative misure di salvaguardia sono state prorogate con Decreto del Segretario Generale n.72 del 27/12/2011.

Il bilancio idrico, definito alla scala del bacino idrografico, è espresso dall'equazione di continuità dei volumi entranti, uscenti ed invasati nel bacino superficiale e idrogeologico, al netto delle risorse necessarie per la conservazione degli ecosistemi acquatici e dei fabbisogni per i diversi usi.

È l'indispensabile strumento conoscitivo su cui fondare la gestione della risorsa idrica nonché la base scientifica sulla quale costruire, all'interno dei piani di tutela, le analisi, gli studi previsionali e le strategie volte al perseguimento degli obiettivi di qualità e più in generale i programmi e le azioni di governo del territorio.

Fornisce inoltre gli strumenti per la regolazione amministrativa dei prelievi, sia superficiali che sotterranei, in un quadro tecnico chiaro ed unitario.

Stralcio “Riduzione del Rischio Idraulico” (strumento per la valutazione del rischio alluvionale su asta dell’Arno e principali affluenti, e per la individuazione delle strategie di intervento per la sua mitigazione).

Il piano di bacino del fiume Arno, stralcio Riduzione Rischio Idraulico è stato approvato con D.P.C.M. 5 Novembre 1999 (GU n. 226 del 22/12/1999), con le relative fonti normative di conversione, modifica e integrazione. Il Piano prevede, nell’arco di tempo complessivo di 15 anni, il raggiungimento degli obiettivi individuati dal piano, tesi al miglioramento del regime idraulico ed idrogeologico nel bacino, mediante l’attuazione degli interventi strutturali e non strutturali previsti nel piano medesimo.

Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA).

Con le delibere del Comitato Istituzionale n. 231 e 232 del 17 dicembre 2015 è stato adottato il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni del bacino del fiume Arno con apposizione delle misure di salvaguardia. Successivamente con delibera del Comitato Istituzionale n. 235 del 3 marzo 2016 il Piano è stato definitivamente approvato. Il PGRA dell’Arno rappresenta un forte elemento di innovazione in quanto sostituisce a tutti gli effetti per ciò che riguarda la pericolosità da alluvione (con una nuova cartografia, nuove norme nonché la mappa del rischio da alluvioni redatta ai sensi del D.lgs. 49/2010) il PAI (Piano stralcio per l’Assetto Idrogeologico). Il lavoro svolto per l’applicazione dei disposti della direttiva nel bacino, ha infatti permesso di aggiornare e modernizzare il quadro conoscitivo esistente, renderlo coerente con i requisiti richiesti dalla Commissione europea e, quindi, di giungere ad una semplificazione delle norme e delle procedure in materia di pericolosità e rischio di alluvioni. La disciplina di PGRA va quindi a subentrare alle disposizioni previste dalle norme di PAI con particolare riguardo ai disposti del “Capo I – Pericolosità Idraulica”.

In questa fase di aggiornamento degli strumenti urbanistici comunali (nuovo Piano Strutturale), come suddetto, è stato realizzato un nuovo studio idraulico coprente l’intero territorio comunale a cura dell’Ing. David Malossi a cui si rimanda per i dettagli.

4 - ANALISI E APPROFONDIMENTI

Successivamente alla raccolta e all’analisi dei dati esistenti riferiti alla sintesi delle conoscenze, sono stati effettuati approfondimenti di carattere geologico strutturale, geomorfologico, idrogeologico, geotecnico e sismico (ai sensi delle direttive per le indagini geologico-tecniche allegato al Decreto del Presidente della Giunta Regionale 25 ottobre 2011 n. 53/R - punto 2.1-B dell’allegato A) al fine di aggiornare ed integrare le conoscenze riguardanti l’intero territorio comunale come specificato in premessa.

A supporto delle suddette analisi ed approfondimenti si è anzitutto proceduto ad un rilevamento di carattere geologico, litostratigrafico, geologico-strutturale e geomorfologico sui database tematici della Regione Toscana, dopodiché si è proceduto ad un accurato lavoro di consultazione dei dati interferometrici satellitari InSAR processati con tecnica di Permanent Scatterers (dati acquisiti dai satelliti ESA - European Space Agency, ERS-1 ed ERS-2 - Earth Resources Satellite ed ENVISAT - ENVIRONMENTAL SATellite, con copertura temporale dal 1991 ad oggi) messi a disposizione dal Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare. La suddetta consultazione ha permesso di mettere in evidenza le aree interessate da fenomeni di subsidenza all'interno del territorio comunale.

Relativamente agli aspetti idrogeologici (Regolamento 53/R, Allegato A, punto 2.1- B.6), attraverso l'analisi della cartografia geologica regionale, della banca dati dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno (attualmente Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale ai sensi del Decreto del Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare n. 294 del 25 ottobre 2016 – entrato in vigore il 17 febbraio 2017), della Provincia di Firenze e del gestore del pubblico acquedotto Publiacqua, è stato ricostruito l'assetto idrogeologico generale. Dopodiché, si è proceduto alla ricerca di eventuali disequilibri in atto sulla risorsa idrica, legati anche ad interventi antropici ed all'individuazione su tutto il territorio comunale di potenziali situazioni di criticità.

Relativamente agli aspetti sismici le indagini geologico-tecniche hanno previsto la realizzazione di uno studio di Microzonazione Sismica (MS) di Livello 1, in ottemperanza a quanto previsto dal Regolamento 53/R, facendo riferimento all'Allegato A, punto 2.1- B.7 e C.5, finalizzato ad evidenziare gli elementi prioritari per la valutazione degli effetti locali e di sito per la riduzione del rischio sismico e scaturito nella realizzazione della Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS). Lo studio è stato realizzato in aggiornamento allo studio di MS1 effettuato a supporto della Variante al Regolamento Urbanistico vigente per interventi puntuali e per adeguamenti normativi all'interno del territorio urbanizzato (approvata con D.C.C: n.68 del 12/04/2018) e finanziato, in parte, dalla Regione Toscana nell'ambito del progetto di studio di MS del territorio regionale, finanziato a sua volta dallo Stato Italiano ai sensi delle OPCM 3907/2010, OPCM 4007/2012 e OCDPC 52/2013

Per questo studio sono stati acquisiti tutti gli elementi necessari (n. 339 indagini disponibili – fonte: Amministrazione Comunale di Campi Bisenzio e Banca dati del Servizio Geologico d'Italia - ISPRA - Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale - archivio 'Indagini del sottosuolo', L. 464/84). In aggiunta a quanto sopra per una corretta e puntuale ricostruzione e rappresentazione del modello geologico-tecnico di sottosuolo, delle aree di interesse (centro urbani maggiormente significativi), sia in termini di geometrie e spessori delle litologie presenti, che in termini di parametrizzazione dinamica del terreno, si è inoltre proceduto all'effettuazione di una specifica campagna geofisica che ha previsto la realizzazione di n. **n. 56** misure di sismica passiva con tecnica

a "stazione singola" (HVSR), **n. 4** misure di sismica attiva acquisite con *array* monodimensionale e tecnica MASW e **n. 2** misure di sismica passiva con array bidimensionale ESAC.

Le indagini utilizzate per il presente studio di Microzonazione Sismica (MS) di livello 1, sia presenti in letteratura, che eseguite ex-novo, sono focalizzate sulle porzioni di territorio comunale definite dall'Amministrazione Comunale, in contraddittorio con i tecnici regionali, come Centri Urbani Maggiormente Significativi, ai sensi del D.P.G.R. 53/R/2011.

Relativamente all'aspetto delle bonifiche, la consultazione della banca dati SISBON facente capo all'agenzia ARPAT, ha permesso di individuare, nella cartografica inerente le Problematiche Idrogeologiche (Tav. G.12), le aree interessate da procedimenti in corso di bonifica ambientale.

Gli approfondimenti si sono concretizzati nella realizzazione di tematismi di carattere geologico, geomorfologico, idrogeologico, litotecnico, geologico-tecnico, geofisico, sismico, idraulico rappresentati mediante cartografie alla scala 1:10.000 (ad eccezione della cartografia delle sezioni geologico-tecniche che è stata realizzata alla scala 1:2.000), per l'intero territorio comunale ad eccezione delle cartografie facenti parte del pacchetto di studio di Microzonazione Sismica di Livello 1 (Carta Geologico-Tecnica, Carta delle Frequenze Fondamentali del Territorio e Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica – M.O.P.S.) che sono invece incentrate sui suddetti Centri Urbani Maggiormente Significativi.

Preme ricordare che per quanto riguarda gli elaborati cartografici rappresentativi dei tematismi di carattere geologico, geomorfologico, idrogeologico, litotecnico, geologico-tecnico, geofisico, sismico, idraulico, essi sono stati realizzati ai sensi delle direttive per le indagini geologico-tecniche allegato al Decreto del Presidente della Giunta Regionale 25 ottobre 2011 n. 53/R (Regolamento di attuazione dell'art.62 della Legge Regionale n.1 del 3 Gennaio 2005, attualmente sostituita dalla L.R. n.65 del 10 Novembre 2014).

5 - ELEMENTI GEOLOGICI

5.1 - Inquadramento generale

Il territorio comunale di Campi Bisenzio si inserisce all'interno del Sistema della Piana di Firenze-Prato-Pistoia, a sua volta facente parte del settore centrale della pianura del medio Valdarno

La suddetta Piana è compresa fra i rilievi dei Monti della Calvana – Monte Morello a Nord, e il Monte Albano a Sud. La piana rappresenta una depressione lacustre villafranchiana, il cui paleo-invaso, poggiante su un substrato roccioso con formazioni appartenenti al Dominio Ligure s.l. e alla Falda Toscana, è stato colmato da eventi alluvionali successivi (Fig. 1).

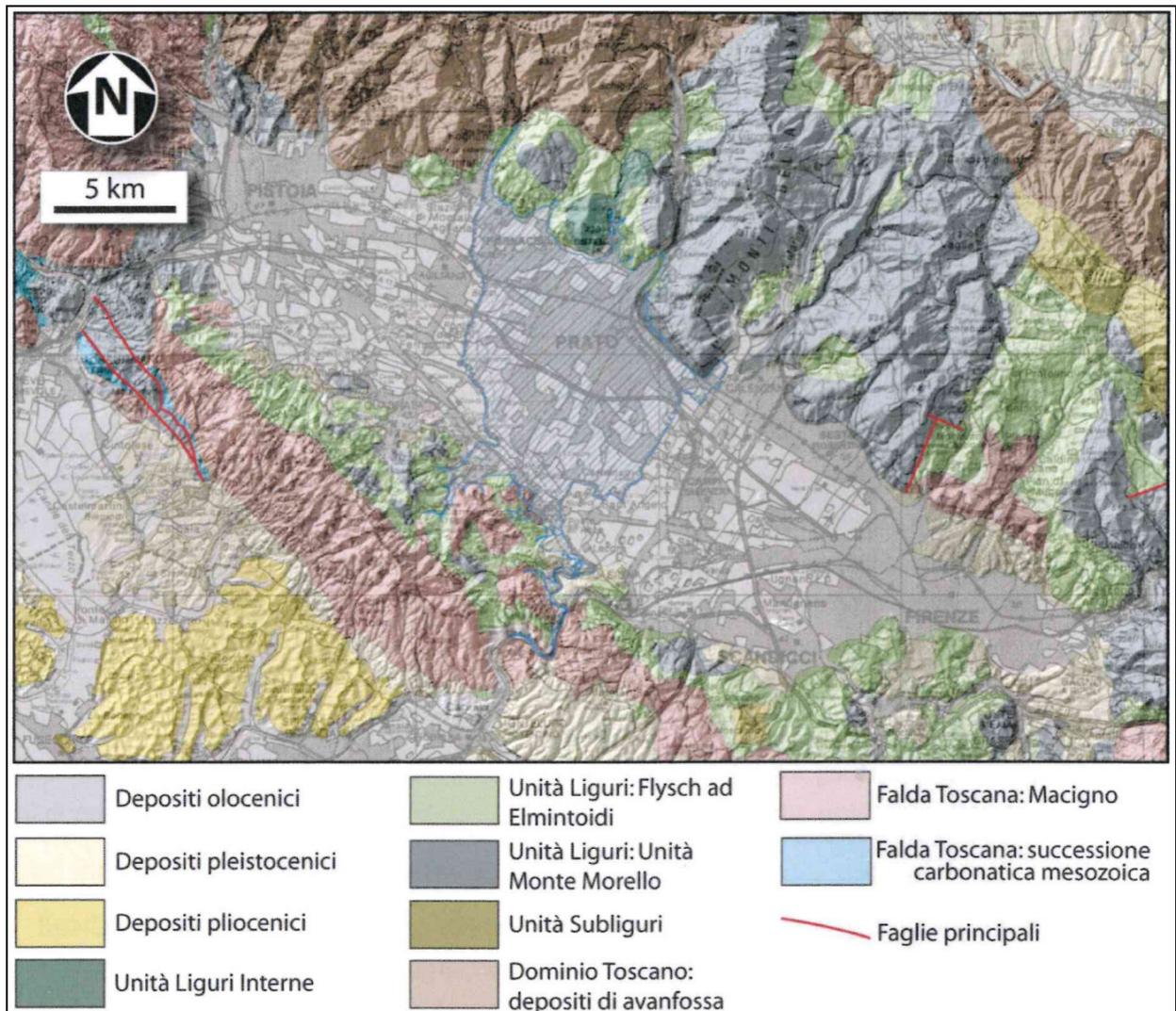


Fig. 1- Schema geologico semplificato del Sistema della Piana Firenze-Prato-Pistoia (S.Angelini, G.Cannata, C.Lubello, M.Doveri, M.Menichini, 2016). In rosso l'area di modellazione.

Il bacino presenta una profondità che va da circa 500-550 m dal piana campagna, nella zona compresa tra Campi Bisenzio e Calenzano (Capecchi et al., 1975) fino a valori non superiori ai 50 m in corrispondenza dell'abitato di Firenze, con valori intermedi di circa 400-450 m in corrispondenza del settore compreso fra Prato e Pistoia. Tali valori di profondità del substrato, per l'area di competenza del Comune di Campi Bisenzio, sono confermate anche dalle stime ricavate dalle indagini sismiche ex-novo e di letteratura (database comunale) che mostrano per le porzioni di territorio oggetto d'indagine un valore stimato di profondità massima da p.c., del substrato (picco di contrasto di impedenza) attestato in un forbice di stima compreso fra 300 m e 500 m da p.c. decrescente fino anche a valori di circa 150 m verso i margini di piana lungo il limite Sud e Nord del territorio comunale. Il substrato della depressione lacustre in oggetto presenta una natura variabile in funzione delle diverse litologie affioranti lungo le i margini della piana Firenze-Prato-Pistoia. In corrispondenza della porzione centrale del bacino, il substrato è costituito da calcari marnosi appartenenti alla Formazione di Monte Morello associati ad elementi del complesso ofiolitico e ad arenarie dell'Unità Cervalora (Angelini et al., 2016).

I depositi fluvio-lacustri di riempimento del bacino possono essere suddivisi in tre unità principali: depositi lacustri e di delta di conoide del Bisenzio e depositi recenti di esondazione (Consumi et al., 2016):

- i depositi lacustri sono costituiti da argille limose, talvolta leggermente sabbiose, con livelli di lignite e torba. Sono presenti strati e/o lenti di ghiaie in matrice limosa, che si intercalano agli orizzonti prevalentemente argillosi, con uno spessore decrescente spostandosi dal margine della piana verso il centro. Essi rappresentano i depositi sedimentari rilasciati dal fiume Bisenzio allo sbocco della pianura e sono segno del passaggio da un ambiente di sedimentazione di conoide fluviale ad uno di delta lacustre (Landini et al, 1990);
- i depositi recenti di esondazione invece presentano una natura prevalentemente limosa-argillosa con presenza di livelli più sabbiosi.

L'evoluzione paleogeografica dell'ambito in studio si inserisce nel quadro dell'evoluzione dell'Appennino Settentrionale. Una prima fase di natura compressiva, avvenuta durante il primo innalzamento della catena appenninica, ha portato alla sovrapposizione delle formazioni appartenenti al dominio ligure su quelle del dominio toscano. A partire dal Pliocene superiore, è iniziata una grande fase distensiva, in cui i movimenti verticali lungo le grandi superfici tettoniche, hanno creato una morfologia a bacini e catene alternate. Nella piana Firenze-Prato-Pistoia, durante la fase distensiva, il

progressivo abbassamento del bacino, veniva compensato dal notevole trasporto solido dei corsi d'acqua, tra cui il fiume Bisenzio rivestiva un ruolo predominante, grazie al forte sollevamento dell'area appenninica di origine, con conseguente deposizione di materiale macroclastico associato alla forma morfologica di conoide. Terminata nell'Olocene la fase sedimentaria suddetta, il fiume Bisenzio ha cominciato ad incidere la sua conoide variando progressivamente il suo tracciato e diminuendo con il tempo la granulometria del materiale deposto (Consumi et al., 2016).

5.2 - Inquadramento fisiografico

Il Comune di Campi Bisenzio, come suddetto si inserisce all'interno della piana fluvio-lacustre Firenze-Prato-Pistoia. La suddetta piana è caratterizzata, nella porzione di territorio di competenza del Comune di Campi Bisenzio da due importanti sistemi idrografici: sistema dell'Arno e sistema del Bisenzio. Le relative aree di drenaggio sono per lo più confinate entro argini artificiali. Ad essi si aggiungono drenaggi artificiali, fra i quali i principali sono rappresentati dal Collettore Acque Basse e dal Canale Macinante. La piana Firenze-Prato-Pistoia, in cui si inserisce il Comune di Campi Bisenzio ha una forma ellittica con un orientamento di circa Sud-Est – Nord-Ovest. Come suddetto essa è delimitata da due alti strutturali principali: a nord dalla dorsale Pistoia-Montale-Calvana-M.Morello-Fiesole-Settignano, a Sud dalla dorsale M.Albano-Pian dei Cerri-Impruneta. La piana mostra una lunghezza longitudinale di circa 45 km e ad larghezza trasversale di circa 10 km con una quota media assoluta di circa 47 m s.l.m (quota massima circa 66 m s.l.m., quota minima circa 29 m s.l.m. - Fig. 2).

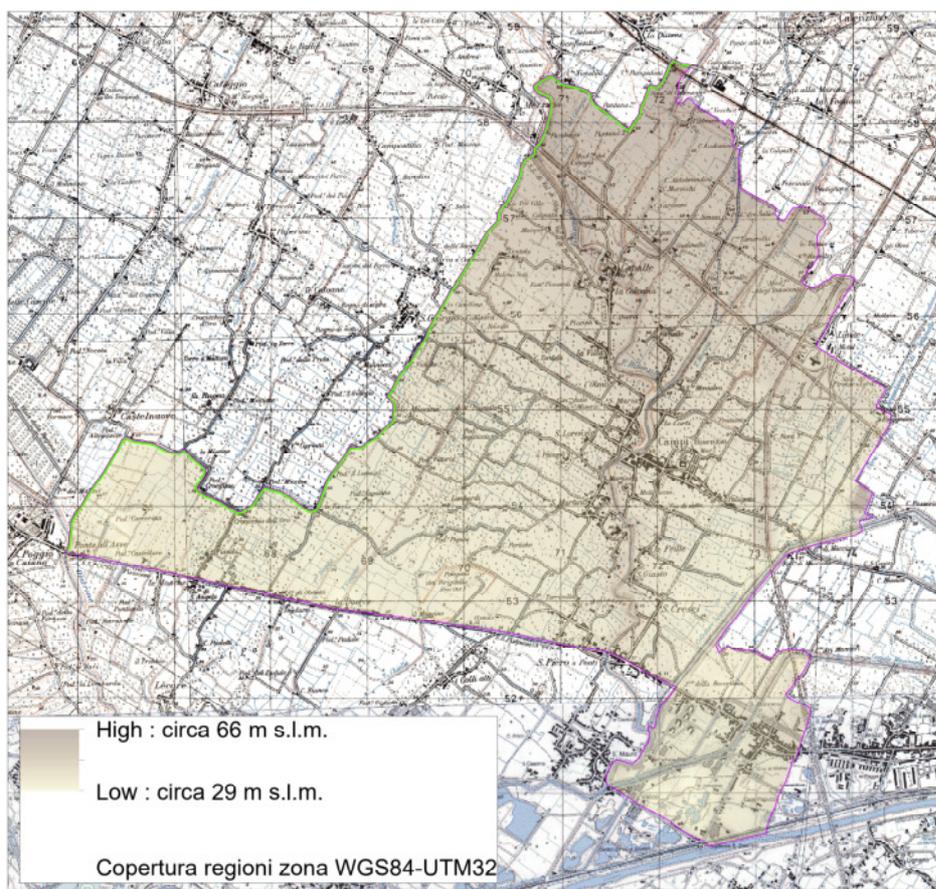


Fig. 2 – Distribuzione delle altimetrie nel territorio del Comune di Campi Bisenzio.

5.3 - Carta Geologica (Tav. G.01)

Nel territorio di Campi Bisenzio affiorano terreni di età recente (Olocene). Come descritto nel capitolo precedente, la piana Firenze-Prato-Pistoia presenta una struttura geologica che risente fortemente della sua evoluzione paleogeografica. In particolare, la depressione lacustre, in cui si inserisce il territorio comunale di Campi Bisenzio, presenta uno schema geo-stratigrafico caratterizzato da tre principali unità geologiche: il substrato, costituito da formazioni appartenenti al Dominio Ligure s.l. e alla Falda Toscana, i depositi lacustri villafranchiani-pliocenici costituiti prevalentemente da argille limose, talvolta leggermente sabbiose, con livelli di lignite e torba. All'interno si possono trovare livelli e/o lenti di ghiaie in matrice limosa, che si intercalano agli orizzonti prevalentemente argillosi, con uno spessore decrescente spostandosi dal margine della piana verso il centro. Essi rappresentano i depositi sedimentari rilasciati dal fiume Bisenzio allo sbocco della pianura e sono segno del passaggio da un ambiente di sedimentazione di conoide fluviale ad uno di delta lacustre (Landini et al, 1990). Al di sopra si riscontrano depositi fluviali olocenici di natura prevalentemente limosa-argillosa con presenza di livelli più sabbiosi. La suddetta stratigrafia è frutto di numerosi studi che sono stati svolti negli anni in tutta la piana Firenze-Prato-Pistoia (studi di area vasta). Nel territorio di Campi Bisenzio non si riscontrano sondaggi e/o pozzi che hanno raggiunto il substrato roccioso pre-pliocenico. Tuttavia, grazie all'archivio storico delle indagini eseguite nel territorio comunale di Campi Bisenzio e grazie soprattutto alle nuove indagini di natura geofisica eseguite a supporto del nuovo Piano Strutturale, è stato possibile stimare dei possibili range di profondità di contatto fra le unità fluvio-lacustri e il substrato roccioso frutto della presenza di contrasti di impedenza di natura sismica rilevanti e ben visibili. Sulla base del suddetto studio, per il Comune in studio, si stima un possibile passaggio dai depositi fluvio-lacustri al substrato roccioso pre-pliocenico ad una profondità massima compresa fra 300 e 500 m da p.c. con valori decrescenti, fino anche a circa 150 m da p.c. spostandosi dal centro della piana verso i margini Nord e Sud del territorio comunale.

Per la realizzazione delle carte geologiche a supporto del presente studio sono state utilizzate le carte geologiche del progetto CARG messe a disposizione dalla Regione Toscana sul suo portatore Geoscopio (Progetto Carta Geologico-Regionale della Toscana). In esse, sono state rilevate le seguenti unità geolitologiche:

FORME E STRUTTURE ANTROPICHE:

- **Depositi antropici (h5):** Nella cartografia del progetto CARG sono state indicate come aree interessate da depositi antropici, le aree di argine fluviale del fiume Bisenzio e dei suoi affluenti, i rilevati stradali dell'autostrada A1 e dei cavalcavia principali, gli argini della cassa d'espansione e dei principali laghi antropici presenti. Alle suddette aree, facendo uso del rilievo aerofotogrammetrico (rilievo del 2013) messo a disposizione dalla Regione Toscana nel suo

portale Geoscopio, sono state aggiunte, come depositi antropici, tutte le principali aree urbanizzate principali e le ex aree minerarie della zona di San Donnino.

DEPOSITI CONTINENTALI QUATERNARI

Depositi Olocenici

- *Depositi alluvionali attuali - (b)*: ghiaie, sabbie e limi dei letti fluviali attuali, soggetti ad evoluzione con ordinari processi fluviali

Depositi alluvionali recenti terrazzati e non terrazzati (bna1 e bna2): I suddetti depositi sono costituiti prevalentemente da ghiaie, sabbie, limi e argille di esondazione fluviale o di barra di meandro dei fiumi attuali ed antichi che hanno solcato questo tratto di pianura.

Nella stessa carta trova rappresentazione il riferimento alle forme o processi fluviali con l'indicazione del reticolo idrografico principale e secondario, le tracce degli alvei abbandonati e l'area interessata dalla conoide villafranchiana-pliocenica del fiume Bisenzio.

6 - ELEMENTI GEOMORFOLOGICI

Il territorio comunale di Campi Bisenzio si colloca nella porzione centro orientale della piana Firenze-Prato-Pistoia, in un'area di raccordo fra la suddetta piana e la pianura alluvionale del Fiume Arno.

Il presente studio ha approfondito gli aspetti legati alle forme di erosione ed accumulo fluviale, nonché gli elementi antropici s.l. oltre che le opere di difesa idraulica, in quanto elementi in interazione diretta con la dinamica d'alveo.

6.1 - Carta Geomorfologica (Tav. G.02)

Per la simbologia adottata nella legenda della carta geomorfologica ed i criteri di rappresentazione dei dati si è fatto riferimento a quanto previsto nella nuova legenda della carta geomorfologica del territorio regionale (Specifiche tecniche per la strutturazione, la codifica e l'acquisizione in formato digitale delle cartografie della Banda Dati Geomorfologica della Regione Toscana – Versione 1.4 Settembre 2018).

Il territorio comunale di Campi Bisenzio è caratterizzato prevalentemente da una dicotomia geomorfologica rappresentata dai depositi alluvionale del fiume Bisenzio e relativi affluenti e del fiume Arno e dai depositi antropici s.l.

Nell'ambito dei depositi antropici si trovano inclusi le aree urbanizzate, i laghi antropici, gli argini fluviali del fiume Bisenzio e dei suoi principali affluenti, le scarpate fluviali, i principali rilevati stradali, le scarpate antropiche associate ai suddetti rilevati stradali e argini fluviali, le casse d'espansione delle piene (indicate con una simbologia diversa), le discariche di rifiuti, le aree interessate da riporti antropici rilevanti, le ex aree minerarie e i laghi antropici .

Entrando nel particolare, possiamo mettere in evidenza quanto segue. Le principali aree urbanizzate, sono rappresentate dal capoluogo comunale, dalle Loc. Villa – Capalle, Confini. San Cresci – San Giusto, Le Piaggiole – San Giorgio a Colonica, San Piero a Ponti, Sant'Angelo a Lecore e San Donnino.

Gli argini fluviali messi in evidenza sono quelli lungo il fiume Bisenzio, il collettore delle Acque Basse, il canale Macinante, e lungo i piccoli affluenti secondari come il torrente Vingone e la Gora Bandita.

I rilevati stradali presi a riferimento sono rappresentati dal tratto dell'autostrada A1 ad Est dell'abitato di Campi Bisenzio, e i vari attraversamenti stradali del fiume Bisenzio.

Associate ai suddetti argini fluviali e rilevati stradali si riscontra la presenza di scarpate antropiche fra le quali possiamo differenziare quelle di carattere fluviale (comunque sempre di natura antropica) ubicate sulle sponde interne degli argini fluviali.

Per quanto riguarda le casse d'espansione con i relativi argini antropici, esse sono ubicate a Nord dell'abitato di Sant'Angelo.

I laghi artificiali rilevanti, compresi nella cartografia in oggetto, sono pochi. Il primo, principale, denominato "Lago Puntalto" è sito a Nord Ovest dell'abitato di Sant'Angelo, i secondi si rilevano all'interno delle ex aree minerarie, nell'area compresa fra il fiume Arno e la loc. di San Donnino.

A livello naturale, oltre naturalmente ai depositi alluvionali del fiume Bisenzio e dei suoi principali affluenti sono stati messi in evidenza, la conoide villafranchiana-pliocenica del fiume Bisenzio, i paleoalvei del fiume Bisenzio, le scarpate di erosione fluviale.

Come descritto nel § 5.1, la piana Firenze-Prato-Pistoia, e quindi anche il territorio comunale di Campi Bisenzio, è stata caratterizzata sin dagli stadi iniziali della sua evoluzione da un'area a conoide, principalmente riconducibile al paleo fiume Bisenzio. Tale area di conoide la si riscontra nella porzione settentrionale del territorio comunale di Campi Bisenzio andando ad interessare sia l'area industriale a

Nord del capoluogo sia la porzione settentrionale del capoluogo stesso.

Nel corso della sua storia il fiume Bisenzio assume un andamento a meandri la cui evoluzione contempla un'azione concomitante di erosione, sulla sponda esterna (riva concava) e deposizione su quella interna (convessa). La struttura sedimentaria caratteristica è la barra di meandro. Il materiale depositato sulla sponda convessa, è costituito dal carico di fondo del corso d'acqua (comunemente sabbia fine). I sedimenti presenti sul lato concavo (esterno) sono sempre più antichi di quelli "di barra" che il meccanismo di deposito fluviale fa accrescere sul lato convesso (interno).

L'accrescimento granulometrico prevede una diminuzione di granulometria dal basso verso l'alto, dovuta alla minore energia di trasporto del flusso idrico dal fondo, verso la sponda in deposizione. Alla diminuzione di energia verso la sponda convessa, fa eco una variazione nelle strutture: da laminazione incrociata di tipo 'duna' a laminazione incrociata tipo 'ripple' (si tratta di forme ondulate prodotte dal movimento dell'acqua).

Con il taglio di un meandro si arresta la migrazione del canale e della barra; il canale viene sigillato in condizioni naturali, dal così detto 'tappo argilloso' (*clay plug*). Nell'area di Campi Bisenzio sono presenti vari meandri abbandonati. Essi sono stati rilevati sia nell'ambito delle indagini geologiche a supporto del vigente Piano Strutturale sia nell'ambito dei rilevamenti geologici eseguiti a supporto del Progetto CARG Regionale. Essi si riscontrano principalmente nell'area nord di conoide anche se piccoli alvei abbandonati sono presenti anche a sud in adiacenza o nell'immediate vicinanze dell'attuale corso del fiume Bisenzio.

Sempre associato all'azione fluviale, nell'ambito delle presenti indagini geologiche, sono state riscontrate varie aree in cui l'attività fluviale erosiva si è fatta più accentuata. Esse si riscontrano principalmente nella porzione sud del territorio comunale dove il fiume Bisenzio attraversa le località di San Giusto, San Martino e San Piero a Ponti.

7 - ASPETTI IDRAULICI

7.1 - Idrografia

Da un punto di vista idrografico, il territorio comunale in oggetto, è caratterizzato dalla presenza del fiume Bisenzio, principale asse drenante Nord-Sud. Ad esso si associano tutta una serie di canali secondari, affluenti del fiume Bisenzio, fra i quali i principali sono il Collettore Acque Basse e il canale Macinante.

Il fiume Bisenzio: Il fiume Bisenzio è un fiume della Toscana settentrionale, affluente di destra del fiume Arno e con una lunghezza complessiva di circa 47 km. Il fiume nasce nel comune di Cantagallo, circa 22 Km a nord capoluogo di Campi Bisenzio. Prima di entrare nella piana Firenze-Prato-Pistoia esso riceve le acque del torrente Fiumenta e del rio Buti entrambi affluenti di sinistra del fiume Bisenzio. Una volta entrato nella piana attraversa l'abitato di Prato e svolta ad Est entrando nel comune di Campi Bisenzio. Qui il fiume percorre il comune in direzione prevalentemente Nord-Sud. Fra le località di San Piero a Ponti e San Donnino esso riceve le acque da due canali antropici: il Collettore delle Acque Basse e il Canale Macinante. Successivamente entra nel comune di Signa e a Ponte a Signa confluisce nel fiume Arno.

Il Collettore Acque Basse: è un canale artificiale che raccoglie le acque provenienti dai rilievi collinari a monte dell'abitato di Sesto Fiorentino convogliando le acque nel fiume Bisenzio.

Il Canale Macinante: Esso è un canale artificiale di origine tardo-medioevale. Fu costruito, originariamente come canale scolmatore del fiume Arno. Successivamente fu utilizzato, in ambito industriale per azionare una serie di mulini costruiti lungo il suo corso. Esso si stacca dal fiume Arno in loc. Pescaia di Santa Rosa, corre lungo il fiume Arno nella periferia Ovest di Firenze, entra nel Comune di Campi Bisenzio e in Loc. San Donnino confluisce nel fiume Bisenzio.

7.2 - Studio idrologico – idraulico (a cura A4-Ingegneria – Ing. David Malossi)

Per la definizione degli elementi necessari alla valutazione degli aspetti idraulici è stato quindi predisposto specifico studio idrologico-idraulico di supporto al Piano Strutturale., redatto ai sensi del punto 2.1-B.4 dell'allegato A del D.P.G.R. 53/R/2011 (*Elementi per la valutazione degli aspetti idraulici*); lavoro realizzato direttamente dallo studio A4-Ingegneria nella figura dell'Ing. David Malossi, a cui si rimanda per i dettagli..

8 – IDROGEOLOGIA

8.1 - Inquadramento generale

La ricostruzione dell'assetto idrogeologico è finalizzata, secondo quanto stabilito al punto 2.1 - B.6 dell'allegato A del D.P.G.R. n.53/R, all'individuazione dei corpi idrici sotterranei, alla definizione della loro configurazione, degli schemi della circolazione idrica sotterranea, delle eventuali interconnessioni tra acquiferi limitrofi e acque superficiali. A tal fine, è stata utilizzata la banca dati comunale aggiornata dai nuovi elementi conoscitivi derivanti dagli elaborati dell' Autorità di Bacino del Fiume Arno (attualmente Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale ai sensi del Decreto del Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare n. 294 del 25 ottobre 2016 – entrato in vigore il 17 febbraio 2017), dalla banca dati del Sistema Informativo Territoriale della Provincia di Firenze, dalla banca dati del Servizio Idrologico Regionale, nonché i dati della Soc. Publiacqua spa, gestori del servizio acquedottistico del comune di Campi Bisenzio e dei comuni limitrofi.

Il territorio comunale di Campi Bisenzio come riportato nei capitoli riguardanti la geologia (§§.5.1, 5.2 e 5.3), è caratterizzato dalla presenza omogenea di depositi fluviali recenti. Tali depositi presentano una granulometria prevalente limoso argillosa e/o argillosa limosa con sporadica presenza di livelli e/o lenti sabbiose e/o ghiaiose. Uniche eccezioni sono rappresentate dall'area a sud dell'abitato di San Donnino in prossimità del fiume Arno, caratterizzato invece dalla presenza di materiale prevalentemente sabbioso e ghiaioso, associata all'attività fluviale storica del fiume Arno e la porzione Nord del territorio comunale (area industriale) in cui vi è una prevalenza di materiale sabbioso. Ai suddetti ambiti geologici naturali si associano in maniera rilevante tutta una serie di aree caratterizzate da materiale antropico, legate alle aree urbanizzate, rilevati stradali, argini fluviali o lacustri, discariche o terreni di riporto associati ad ex aree estrattive, che vanno ad influire sull'assetto idrogeologico del territorio comunale soprattutto in termini di vulnerabilità degli eventuali acquiferi presenti nel sottosuolo. Da un punto di vista idrogeologico (permeabilità e vulnerabilità) i domini litologici suddetti presentano schemi di circolazione idrica sotterranea, completamente diversi e dipendenti dal loro grado di porosità efficace dei litotipi coinvolti. Per i suddetti motivi, per la realizzazione della carta idrogeologica e delle permeabilità superficiali (permeabilità - Tav. G.09) e della carta delle aree con problematiche idrogeologiche (vulnerabilità – Tav. 12) è stata impostata una classificazione del grado di permeabilità e del grado di vulnerabilità dei litotipi affioranti dipendente dal grado di porosità efficace prevalente del dominio geologico di appartenenza, e nel secondo (vulnerabilità) anche dipendente dal tipo di uso del suolo. In particolare il territorio di Campi Bisenzio è caratterizzato da una prevalenza di terreni con permeabilità da bassa a medio-bassa associata alla prevalenza su area vasta di terreni limoso-argillosi e/o argilloso limosi debolmente sabbiosi. Uniche eccezioni sono rappresentate dall'area a Sud della

Loc. di San Donnino caratterizzata da depositi alluvionali prevalentemente sabbiosi e ghiaiosi e quindi con una permeabilità medio-alta e da una ristretta fascia di territorio comunale caratterizzata dall'affioramento di terreni prevalentemente sabbiosi con permeabilità medio-alta, ubicata nella porzione Nord del Comune in oggetto. Per quanto riguarda l'ambito antropico esso presenta una permeabilità molto scarsa associata alle aree urbane che per loro natura tendono ad essere quasi impermeabili alle infiltrazioni delle acque meteoriche verso il sottosuolo.

In merito alla vulnerabilità il Comune di Campi Bisenzio risente fortemente dell'antropizzazione del territorio. Le aree urbane presentano una vulnerabilità molto bassa. Per quanto riguarda, invece le porzioni di territorio non urbanizzate, possiamo evidenziare due situazioni: una vulnerabilità da bassa a medio-bassa che comprende la quasi totalità delle zone studiate ed è associata all'affioramento di depositi alluvionali con permeabilità da bassa a medio-bassa associata a sua volta a depositi di natura limoso-argilloso e/o argilloso limoso prevalente. In subordine nell'area a Sud di San Donnino o nella porzione Nord del territorio comunale, dove affiorano orizzonti e/o lenti sabbiose e/o ghiaiose (vedi sopra nella descrizione delle classi di permeabilità) si rileva invece una vulnerabilità medio-alta.

Per quanto riguarda l'identificazione degli acquiferi presenti nel sottosuolo, il territorio di Campi Bisenzio è caratterizzato dalla presenza di un sistema acquifero multistrato, costituito da un'alternanza fra orizzonti e/o lenti permeabili costituiti da depositi ghiaiosi, ghiaioso-sabbiosi della successione fluvio-lacustre pleistocenica e dalle ghiaie, sabbie e sabbie limose dei depositi alluvionali olocenici, e livelli impermeabili o scarsamente permeabili, costituiti dai depositi argillosi lacustri e dai limi ed argille alluvionali pleistocenici/olocenici. Le quote delle isopiezometriche rilevate negli studi precedenti eseguiti a supporto degli strumenti urbanistici precedenti, mostrano una quota piezometrica variabile da circa 49 m s.l.m. a circa 28 m s.l.m. spostandosi da Nord a Sud. Dalla consultazione delle quote di filtraggio dei pozzi censiti nel territorio di Campi Bisenzio (unici dati disponibili – fonte ISPRA), su 11 pozzi visionati, viene confermata la presenza di un acquifero multistrato con quote dei filtri (acquifero sfruttabile) ubicati a profondità variabili da circa -12/-13 m da p.c. fino ad un massimo di circa -43/-46 m da p.c.

Per completare la carta idrogeologica sono stati inseriti i pozzi censiti nel territorio comunale (Fig. 3). Per quanto riguarda i pozzi potabili ad uso acquedottistico la fonte dati è stata la Soc. Publicacqua spa, per gli altri pozzi (non ad uso acquedottistico) la fonte dati è stato il portale internet della Provincia di Firenze. Sono stati inseriti inoltre gli invasi lacustri antropici, rilevati sulla base della tecnica di fotointerpretazione.

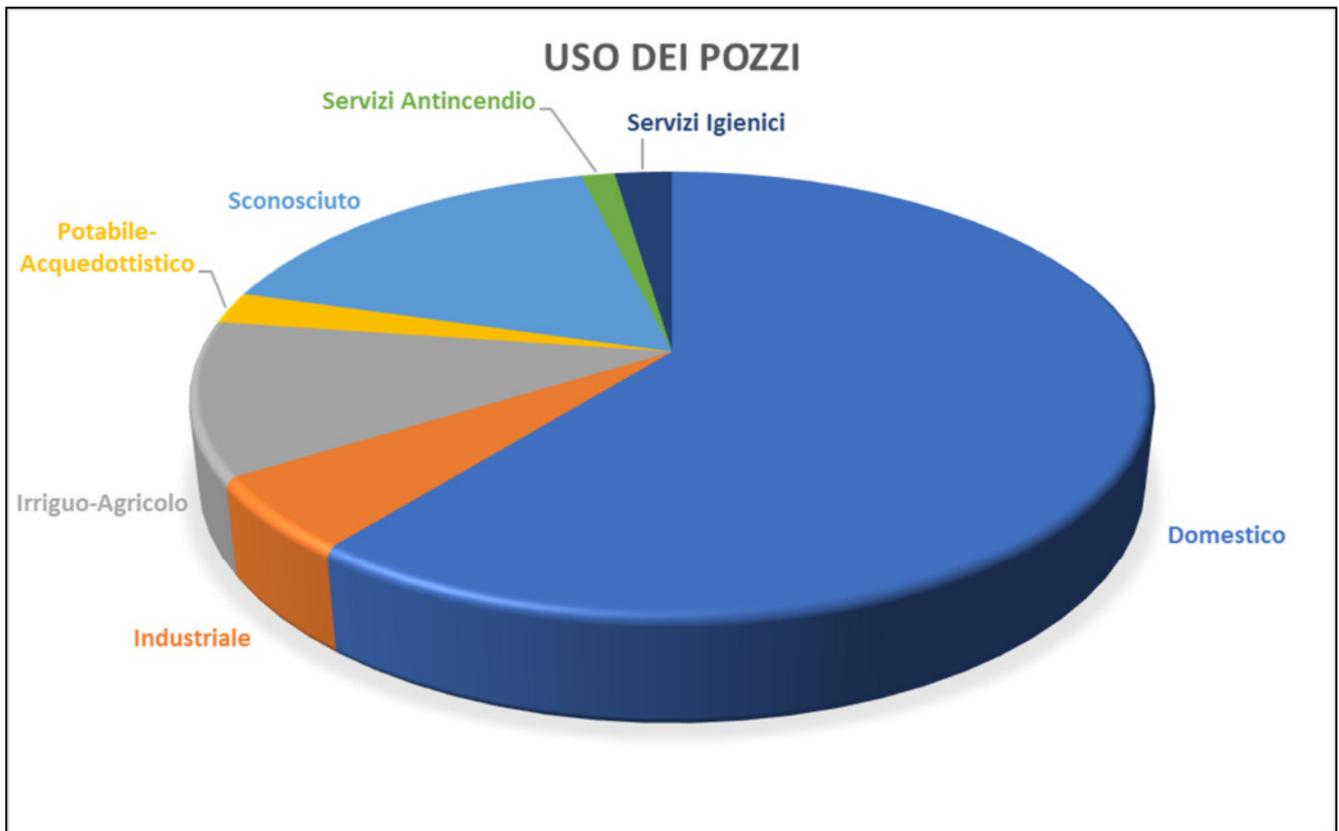


Fig. 3 – Distribuzione quantitativa degli usi dei pozzi censiti sul territorio di Campi Bisenzio.

Sempre in ambito idrogeologico, per quanto riguarda la carta delle problematiche idrogeologiche, sono state inserite, come aree di possibile criticità, le zone oggetto di subsidenza e le aree in cui sono in corso o terminati procedimenti di bonifica. Per quanto riguarda, le aree oggetto di subsidenza per la loro distribuzione areale e per descrizione dei metodi di rilevamento e dei criteri di individuazione si rimanda al capitolo 8.3 e alla Tav. G.12. Per quanto riguarda i siti in cui sono in corso o terminati procedimenti di bonifica la fonte di riferimento è rappresentata dal portale *SISBON - Sistema Informativo Siti interessati da procedimento di Bonifica* dell'Agenda Regionale per la Protezione Ambientale della Toscana (ARPAT).

Infine sempre in ambito di problematiche idrogeologiche, nella cartografia sono state inserite anche le zone a diversa disponibilità di acque sotterranee definite dall'Autorità di Bacino del fiume Arno (attualmente Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale ai sensi del Decreto del Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare n. 294 del 25 ottobre 2016 – entrato in vigore il 17 febbraio 2017) sulla base degli studi realizzati a supporto del Piano Stralcio Bilancio Idrico

realizzato al fine di mettere in evidenza condizioni di criticità della risorsa idrica superficiale e sotterranea, e per l'imposizione di vincoli di sfruttamento sostenibile della stessa.

Per i dettagli sugli aspetti delle problematiche idrogeologiche si rimanda al capitolo 8.3 e alla Tav. G.12.

8.2 - Carta Idrogeologica (Tav. G.09)

Le formazioni geologiche presenti nel territorio comunale di Campi Bisenzio possono essere qualitativamente classificate come permeabili per porosità (permeabilità primaria), in relazione alle loro caratteristiche litologiche e tessiturali e tenendo conto della loro capacità di contenere acqua e di farla defluire.

Le formazioni idrogeologiche presenti, accomunate inizialmente per tipo di permeabilità (primaria per porosità), sono state distinte in classi, in funzione del grado di permeabilità più o meno elevato.

Nel territorio comunale di Campi Bisenzio, sulla base della distribuzione geologica delle formazioni presenti sono state distinte tre classi di permeabilità primaria per porosità (*permeabilità molto bassa, permeabilità bassa, permeabilità medio-bassa e permeabilità medio-alta*).

Gran parte del territorio comunale studiato è caratterizzato da una permeabilità medio-bassa associata ai depositi alluvionali prevalentemente limoso-argillosi e/o argilloso-limosi ($k= 10^{-6} \div 10^{-4}$ m/s), si individuano delle aree a permeabilità da bassa o molto bassa ($k= 10^{-9} \div 10^{-6}$ m/s) associata alle aree urbanizzate e alle aree con prevalenza di depositi fluvio-lacustri argillosi (porzione Est del territorio comunale); ed infine sono presenti delle zone a permeabilità medio-alta ($k= 10^{-4} \div 10^{-3}$ m/s) associate a depositi fluvio-lacustri prevalentemente granulari (sabbie e ghiaie) ubicate in prossimità del margine Sud-Ovest e Nord del territorio comunale.

Attraverso la consultazione delle Banca Dati del Sistema Informativo Territoriale della Provincia di Firenze, e gli archivi della Soc. Publiacqua spa è stato possibile individuare le principali captazioni autorizzate nel territorio comunale. Questa informazione è stata cartografata differenziando i pozzi in base agli usi denunciati.

Riguardo all'andamento della superficie piezometrica si evidenzia che il sistema acquifero della pianura può essere classificato come sistema acquifero multistrato. In particolare, sulla base delle informazioni stratigrafiche presenti in letteratura (Cerrina Feroni et al. 2010) si possono individuare un totale di 6 orizzonti acquiferi (principalmente rappresentati da depositi ghiaiosi e/o ghiaioso-sabbiosi). Per la maggiore parte dei casi questi acquiferi sono classificabili come acquiferi confinati, in quanto

intercalati da acquitardi/acquicludi più o meno continui. Lo studio idrogeologico eseguito a supporto del vigente Piano Strutturale mostra un andamento dei livelli piezometrici che variano da circa 49 m s.l.m. a circa 28 m s.l.m. andando da Nord a Sud.

8.3 - Carta delle problematiche idrogeologiche (Tav. G.12)

La carta delle problematiche idrogeologiche si basa sull'elaborazione delle informazioni geologiche, litotecniche e idrogeologiche (permeabilità) raccolte. Sulla base della presenza o meno di aree urbanizzate ed in funzione della natura litotecnica dei litotipi affioranti e conseguentemente in funzione anche del grado di permeabilità dei suddetti litotipi è stato possibile suddividere le porzioni di territorio oggetto della presente variante in classi di vulnerabilità. Ad esse si sono state aggiunte in più le informazioni derivanti dalla banca dati del Ministero dell'Ambiente - *geo-portale nazionale - Persistent Scatterers Interferometry (PSI)*, per l'individuazione delle aree in subsidenza, le informazioni provenienti dalla Banca Dati del Sistema Informativo Territoriale della Provincia di Firenze, e dagli archivi della Soc. Publiacqua spa per l'ubicazione delle opere di captazione autorizzate ed infine le informazioni attinte dal portale *SISBON - Sistema Informativo Siti interessati da procedimento di Bonifica (ARPAT)*, per l'individuazione delle aree in cui è in corso un procedimento di bonifica.

La carta della vulnerabilità idrogeologica definisce quattro gradi di vulnerabilità (*vulnerabilità scarsa, bassa, medio-bassa e medio-alta*) e mostra che la maggior parte del territorio del Comune di Campi Bisenzio ricade, o in classe di vulnerabilità da bassa a medio-bassa nelle aree interessate dall'affioramento di terreni alluvionali a permeabilità medio-bassa in contesti non urbanizzati, o in classe di vulnerabilità scarsa in aree urbanizzate. Alla suddetta dicotomia idrogeologica si aggiungono aree a vulnerabilità medio-alta associata a comparti territoriali non ricadenti in aree urbanizzate in cui affiorano terreni sabbiosi e/o ghiaiosi (porzione Nord e Sud-Est del territorio comunale).

Nella stessa carta sono individuate come aree soggette a problematiche idrogeologiche, le aree soggette a subsidenza (con abbassamenti rilevati compresi tra $<-10,0$ mm/anno e $-5,00$ mm/anno, § 8.2.1), e i siti di bonifica (SISBON, § 8.2.2).

Nella stessa carta, inoltre sono state individuate, come aree soggette a problematiche idrogeologiche, le zone a diversa disponibilità di acque sotterranee definite dall'Autorità di Bacino del fiume Arno (attualmente Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale ai sensi del Decreto del Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare n. 294 del 25 ottobre 2016 – entrato in vigore il 17 febbraio 2017) sulla base degli studi realizzati a supporto del Piano Stralcio

Bilancio Idrico realizzato al fine di mettere in evidenza condizioni di criticità della risorsa idrica superficiale e sotterranea, e per l'imposizione di vincoli di sfruttamento sostenibile della stessa.

Nel territorio comunale di Campi Bisenzio, sono state messe in evidenza criticità nella disponibilità della risorsa idrica sotterranea (D3 – aree a disponibilità inferiore alla capacità di ricarica e D4 – aree a disponibilità molto inferiore alla capacità di ricarica) in alcuni comparti dove sono presenti i pozzi potabili ad uso acquedottistico della Soc. Publiacqua spa e nell'industriale Nord del territorio comunale. In particolare quest'ultima area corrisponde anche ad un'area con evidenti segnali di subsidenza, a supporto del fatto che il fenomeno della subsidenza, in aree alluvionali è associata prevalentemente ad uno delle acque sotterranee superiore e molto superiore alla capacità di ricarica degli acquiferi emunti (Fig.4 **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**).

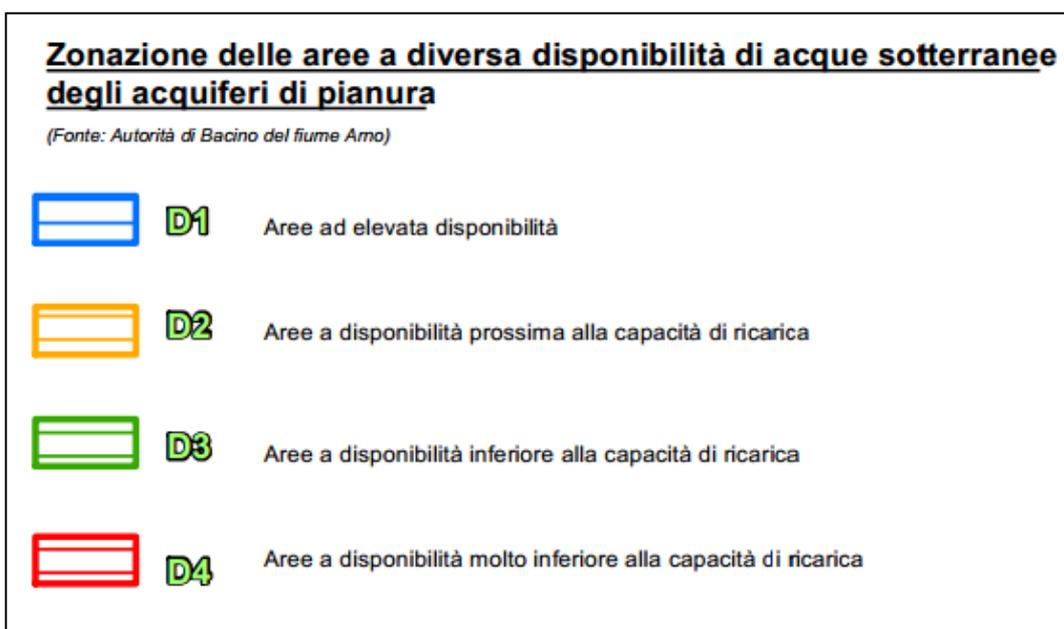


Fig. 4-Legenda della Zonazione delle aree a diversa disponibilità di acque sotterranee degli acquiferi di pianura.

Infine, attraverso la consultazione delle Banca Dati del Sistema Informativo Territoriale della Provincia di Firenze, e gli archivi della Soc. Publiacqua spa è stato possibile individuare le principali captazioni autorizzate nel territorio comunale. Questa informazione è stata cartografata differenziando i pozzi in base agli usi ed evidenziando per le captazioni delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano, erogate a terzi mediante impianto di acquedotto che riveste carattere di pubblico interesse, la zona di rispetto di 200 m secondo l'art. 94, c.1 D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii.

Per l'estensione areale delle aree vincolate in prossimità delle captazioni delle acque superficiali e sotterranee ad uso acquedottistico e relative limitazioni d'uso del territorio valgono i disposti del D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii..

8.3.1 - Subsidenza (*Persistent Scatterers Interferometry - PSI*)

Si è ritenuto utile riservare un capitolo a parte per descrivere il quadro conoscitivo relativo ai fenomeni di subsidenza, specificando che è stata consultata la banca dati interferometrici per il monitoraggio dei fenomeni di subsidenza, legati a cause naturali (consolidazione di sedimenti, movimenti tettonici, ecc.) o antropiche (carico esercitato da manufatti artificiali, estrazione di fluidi dal sottosuolo, attività mineraria).

Le aree in subsidenza generalmente riguardano zone intensamente urbanizzate, dove la densità di bersagli radar individuabili su di esse e l'accuratezza delle misure sono decisamente maggiori rispetto a qualunque altra metodologia di monitoraggio.

Il dataset oggetto dell'analisi è quello ottenuto processando immagini ERS1/2 ed ENVISAT, acquisite tra il 1992 e il 2008 dall'ESA, tramite la tecnica multi-interferogramma genericamente definita come Persistent Scatterers Interferometry (PSI).

La metodologia operativa sviluppata per l'analisi e l'interpretazione dei fenomeni di dissesto rilevati si basa sull'integrazione in ambiente GIS di tutti i dati disponibili e fornisce un riferimento di base per le Pubbliche Amministrazioni per la caratterizzazione degli aspetti cinematici dei processi deformativi ritenuti attivi e la valutazione della loro evoluzione nel tempo

L'osservazione della superficie terrestre avviene dalla combinazione del movimento orbitale del satellite lungo i meridiani (orbita quasi polare) con la rotazione della terra nel piano equatoriale. I satelliti ERS ed ENVISAT acquisiscono dati lungo orbita ascendente, passaggio da S verso N, e lungo orbite discendenti, passaggio da N verso S (Fig. 5 e Fig. 6).

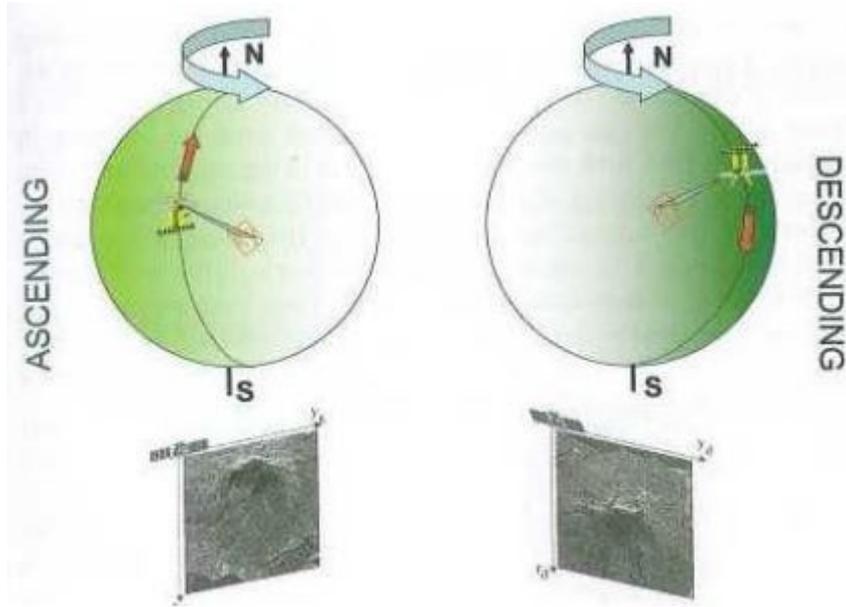


Fig. 5 - Orbita ascendente (ascending) e discendente (descending) (ESA 2007).

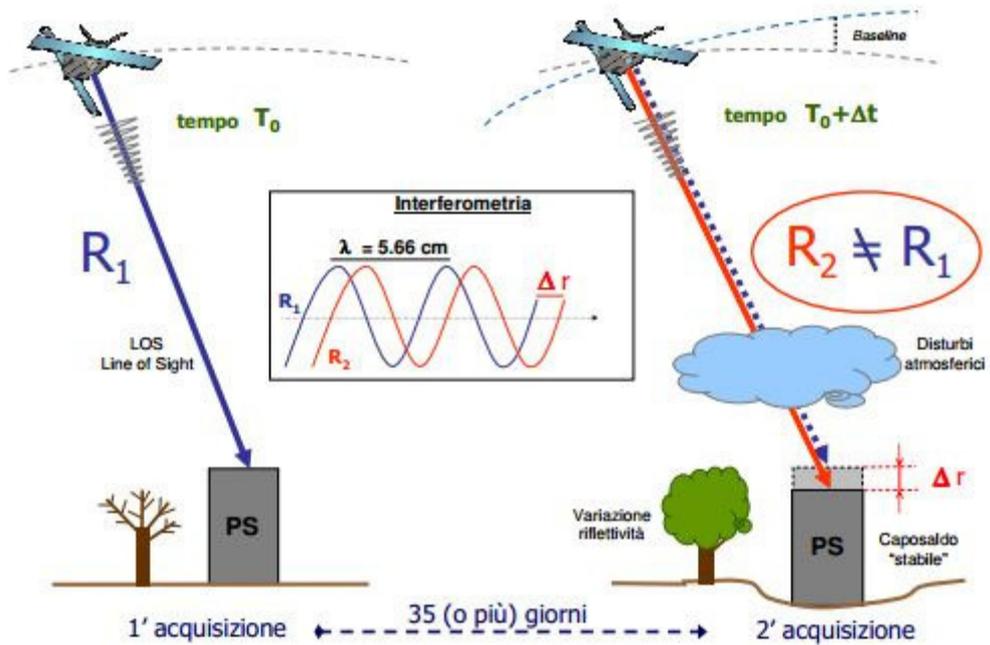


Fig. 6: Rappresentazione schematica della base teorica della tecnica PSInSAR™ (Tele-Rilevamento Europa T.R.E s.r.l. - <http://www.treuropa.com>)

8.3.1.1 Caratteristiche dei punti di misura

I dati ottenuti da un'elaborazione interferometrica multi-immagine, consistono in un database di punti appartenenti all'area di interesse, in corrispondenza dei quali sono immagazzinati i valori di deformazione misurati nell'intervallo di tempo coperto dalle acquisizioni scelte per implementare l'analisi. Come già sottolineato, tali punti corrispondono a bersagli radar che preservano l'informazione spettrale nel tempo e si possono definire come diffusori permanenti (Persistent Scatterers o Permanent Scatterers - PS). I dati interferometrici satellitari del PST consistono in un database di punti di misura della deformazione che, grazie al loro formato di registrazione (vettoriale), possono essere agevolmente inseriti in ambiente GIS e sovrapposti alla base cartografica prescelta (CTR, DTM o ortofoto). I punti di misura ottenuti vengono importati sul supporto prescelto e successivamente visualizzati in funzione della velocità media di spostamento registrata nel periodo coperto dalle acquisizioni, mediante l'uso di una scala di colori. Una scelta comune consiste nell'adottare una scala di colori graduati, centrata sul valore zero di velocità e con classi di ampiezza regolare per potere apprezzare anche variazioni contenute del tasso di deformazione. I valori di velocità di segno negativo indicano convenzionalmente un allontanamento del bersaglio dal satellite, mentre segni positivi indicano movimenti in avvicinamento. La più utilizzata rappresentazione dei bersagli radar ricavati mediante un'analisi multi-interferogramma, consiste nella loro classificazione in funzione della velocità.

Le aree che mostrano segni evidenti di subsidenza (valori di abbassamento del terreno superiori a 5 mm/anno con prevalenza di valori superiori a 10 mm/anno), sono le aree industriali presenti nel territorio comunale s.l. ed in particolare l'area industriale posta sul margine settentrionale del comune di Campi Bisenzio. Tale fenomeno, con molta probabilità è associato ad un prelievo eccessivo delle acque sotterranee, per uso industriale e potabile acquedottistico, rispetto alla capacità di ricarica dell'acquifero presente nel sottosuolo.

8.3.2 - SISBON

Come sopra accennato nella carta idrogeologica di vulnerabilità sono indicati anche i *SISBON* (siti interessati da procedimenti di bonifica) provenienti dalla banca dati ARPAT.

La banca dati dei siti interessati da procedimento di bonifica è stata realizzata a partire dalle definizioni contenute nel D.G.R.T. 301/2010. Schematicamente vengono indicati i siti NON IN ANAGRAFE ed i siti IN ANAGRAFE, nonché gli Stati Iter corrispondenti definiti dal REGIME NORMATIVO, dalla FASE e dalla SOTTOFASE in cui si trova il procedimento distinguendo per colore (Fig. 7).

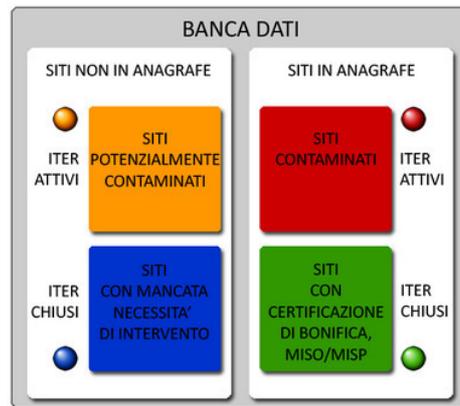


Fig. 7 - SISBON: Stati Iter.

Di seguito si riporta l'elenco dei siti, con procedimento attivo, presenti nel territorio comunale di Campi Bisenzio (Fig. 8):

Codice	Denominazione	Indirizzo	Normativa	Stato
FI-1027	EX TINTORIA FIRENZE - INQUINAMENTO FOSSO GARILLE DA FUORIUSCITA PERMANGANATO	Via di Limite, 136-142 - 50013 - Campi Bisenzio (FI)	Dlgs 152/06 Art.245	NON_IN_ANAGRAFE/ITER_ATTIVO
FI-1063	Incidente stradale Autostrada A11, km 6+600	A11, km 6+600, Campi Bisenzio (FI)	Dlgs 152/06 Art.245	NON_IN_ANAGRAFE/ITER_ATTIVO
FI-1086	Incidente stradale Autostrada A11 km 4+950 dir Mare	A11 km 4+950 dir Mare	Dlgs 152/06 Art.245	NON_IN_ANAGRAFE/ITER_ATTIVO
FI-1090	Incidente stradale Autostrada A1 KM 279+900 N SVINCOLO FI NORD	A1 KM 279+900 N SVINCOLO FI NORD	Dlgs 152/06 Art.245	NON_IN_ANAGRAFE/ITER_ATTIVO
FI-1113	EFFRAZIONE OLEODOTTO ENI Via Allende - Angolo Via Einstein	Via Allende - Angolo Via Einstein, 50013, Campi Bisenzio (FI)	Dlgs 152/06 Art.245	NON_IN_ANAGRAFE/ITER_ATTIVO
FI-1116	EFFRAZIONE OLEODOTTO ENI VIA DELLA PRUNAIA	Via della Prunala - 50013 - Campi Bisenzio - (FI)	Dlgs 152/06 Art.245	NON_IN_ANAGRAFE/ITER_ATTIVO
FI-1126	Incidente stradale Autostrada A1 km 280+100 nord	A1 km 280+100 nord	Dlgs 152/06 Art.245	NON_IN_ANAGRAFE/ITER_ATTIVO
FI-1156	Distributore Petrolifera Adriatica EX ESSO PV n. 0841 Via Allende	Via Allende - Campi Bisenzio	Dlgs 152/06 Art.245	IN_ANAGRAFE/ITER_ATTIVO
FI-1188	Grassi Bruno Via Trento - Illecita attività di gestione rifiuti	Via Trento Snc	Dlgs 152/06 Art.244 c.1	NON_IN_ANAGRAFE/ITER_ATTIVO
FI-1200	Colabeton - Serbatoi interrati (Ex Ditta Unibeton)	Via Villari,11-50013-Campi Bisenzio	Dlgs 152/06 Art.245	NON_IN_ANAGRAFE/ITER_ATTIVO
FI-1217	Distributore Eni R&M PV n. 4876 - Autostrada A1 Km 280,400	Autostrada A1 Km 280,400	Dlgs 152/06 Art.245	NON_IN_ANAGRAFE/ITER_ATTIVO
FI003	Ex Ausonia (acquisita da privati per uso residenziale)	Via Trento -San Dominno	PRB 384/99-breve	IN_ANAGRAFE/ITER_ATTIVO
FI161	Tintoria S. Angelo	Via Mammoli -S. Angelo a Lecore	PRB 384/99-medio	IN_ANAGRAFE/ITER_ATTIVO
FI162	Ex Ditta Metalpul (Pulimentatura metalli)	Via del Castellaccio 14	PRB 384/99-medio	IN_ANAGRAFE/ITER_ATTIVO
FI195	Distributore AGIP Petroil "Bisenzio Est" PV n. 4876	Autostrada A1	DM 471/99 Art.7	IN_ANAGRAFE/ITER_ATTIVO
FI291	Azienda Agricola Gori Albano (gommine-PADDOCK)	Via Pistoiese, 176	DM 471/99 Art.7	NON_IN_ANAGRAFE/ITER CHIUSO
FI296	Galileo Avionica	Via A. Einstein 35	DM 471/99 Art.7	IN_ANAGRAFE/ITER_ATTIVO
FI363	Ex Tintoria Firenze (Slow Life Real Estate)	VIA LIMITE 136-142	Dlgs 152/06 Art.242	IN_ANAGRAFE/ITER_ATTIVO
FI388	Ex Distributore API PV n.4874	Via Buozzi	DM 471/99 Art.8	IN_ANAGRAFE/ITER_ATTIVO
FI458	Incidente stradale A1 Area Servizio Bisenzio EST (PALMA ECOLOGIA)	A1 Area Servizio Bisenzio EST	Dlgs 152/06 Art.242	NON_IN_ANAGRAFE/ITER CHIUSO
FI459	Deposito Combustibile - Via Dei Bassi	Via Dei Bassi	PRB 384/99-allegato 10_3	IN_ANAGRAFE/ITER_ATTIVO
FI461	Ex Stilmarmi - Fratelli Bianchi	Via dei Mannori, 167-169 -Loc. San Dominno	PRB 384/99-allegato 10_3	IN_ANAGRAFE/ITER_ATTIVO
FI462	Tintoria Etrusca	Via Ombrone	Dlgs 152/06 Art.242	NON_IN_ANAGRAFE/ITER_ATTIVO
FI592	Autocarrozzeria Jolly	Via Einstein ,12	Dlgs 152/06 Art.242	NON_IN_ANAGRAFE/ITER_ATTIVO
FI621	AREA DITTA EX SANFILO	San Piero a Ponti	Dlgs 152/06 Art.242	NON_IN_ANAGRAFE/ITER_ATTIVO
FI622	CONDOMINIO VIA PISTOIESE N. 84	VIA F.LLI CERVI 26	-	-
FI623	Distributore PV Cerretelli Alfiero - VIA DEI CONFINI N. 20	VIA PISTOIESE N. 84	-	-
FI624	SUPERINTORIA ARCOBALENO	VIA DEI CONFINI N. 20	-	-
FI625	PROGRAMMA AMBIENTE	-	-	-
FImp03	Praoil Oleodotti Italiani	Loc. Canale Garille di Tomerello	DM 471/99 Art.7	IN_ANAGRAFE/ITER_ATTIVO
FImp04	Longinotti	Loc. Osmannoro	DM 471/99 Art.8	IN_ANAGRAFE/ITER_ATTIVO
FImp05	BAL-MAR srl	Via Mugellese	DM 471/99 Art.8	IN_ANAGRAFE/ITER_ATTIVO
FImp11	Distributore Sig. Renzo Raugel	Via Sant'Angelo	Dlgs 152/06 Art.242	NON_IN_ANAGRAFE/ITER_ATTIVO

Fig. 8 - SISBON: Iter attivi

8.3.3 – Aree potenzialmente liquefacibili

Sempre in ambito di problematiche idrogeologiche sono state indicate le aree in corrispondenza delle quali si ritiene potenzialmente possibile il fenomeno della liquefazione, per fattori legati alla litologia, essendo in presenza, in alcune porzioni del territorio comunale, di aree con prevalenza di depositi fluvio-lacustri principalmente granulari contestuale alla presenza di falda idrica superficiale.

Ai sensi della normativa vigente (§7.11.3.4 delle Norme Tecniche per le Costruzioni 2008), si intende con tale termine "...*quei fenomeni associati alla perdita di resistenza al taglio o ad accumulo di deformazioni plastiche in terreni saturi, prevalentemente sabbiosi, sollecitati da azioni cicliche e dinamiche che agiscono in condizioni non drenate.*" Una opportuna verifica prevede il controllo dell'esistenza delle condizioni predisponenti il fenomeno, quali la magnitudo attesa, l'accelerazione massima in superficie e la presenza di "*sabbie monogranulari sature scarsamente addensate*".

Per consentire una valutazione sulle problematiche di liquefazione sono state prese in esame, oltre alla granulometria dei terreni presenti e alle condizioni idrogeologiche dei siti in esame (andamento delle linee isopiezometriche), anche le Mappe di Pericolosità Sismica elaborate dall'I.N.G.V., disponibili ed interattive sul sito, ed effettuando l'analisi mediante il grafico di disaggregazione del valore di a_g (g) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, si ottengono valori di magnitudo M medi sempre inferiori a 5 (circa 4.930) ed il contributo percentuale alla pericolosità per magnitudo attese superiori a 5 è intorno al 10%.

Da tali elaborazioni si evince anche il valore stimato dell'accelerazione massima attesa al sito, compresa nel territorio fra 0.125 e 0.150 g (Fig. 9 e Fig. 10).

I risultati indicano fattori sismogenetici scatenanti il fenomeno della liquefazione al limite della soglia indicata dalla normativa vigente.

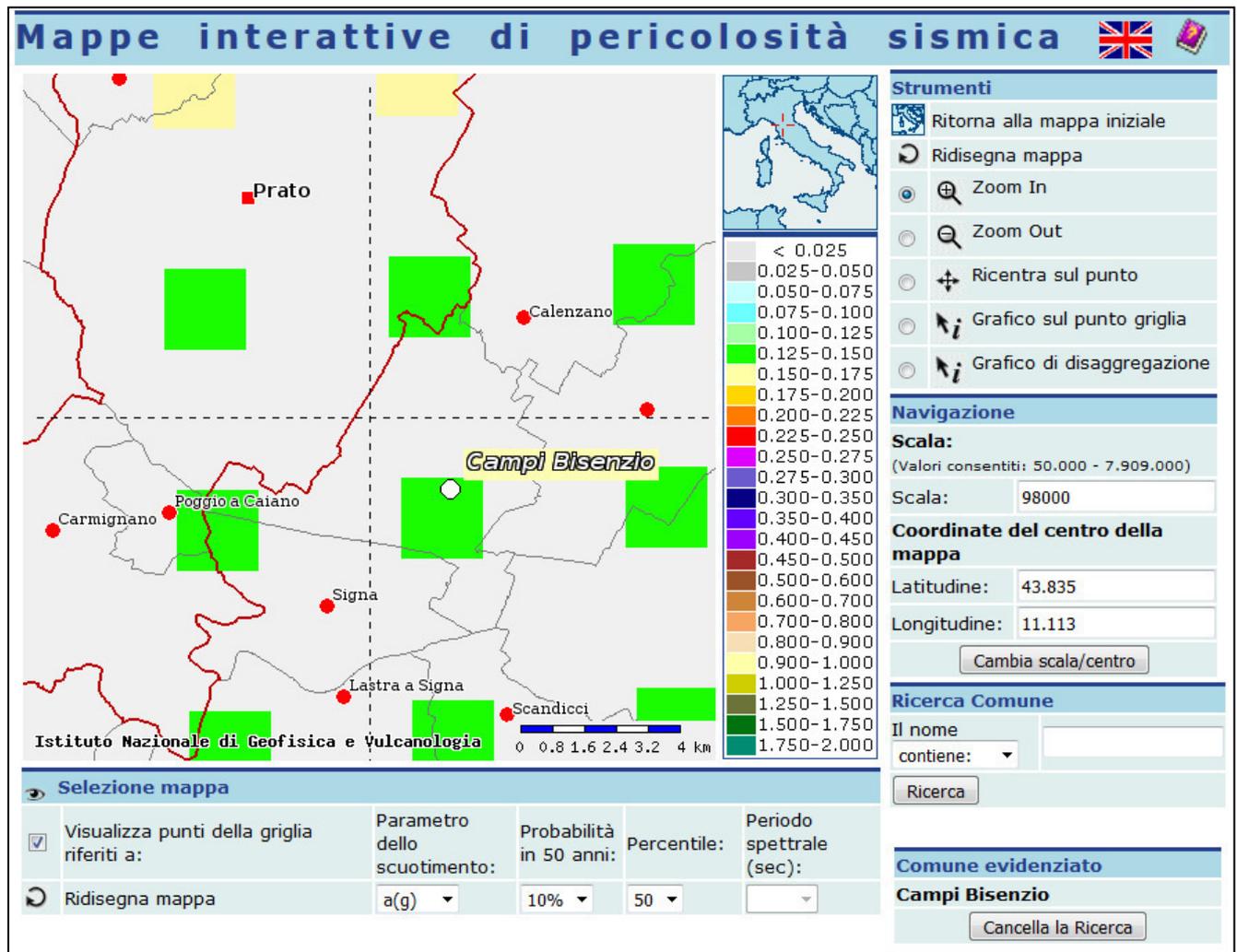


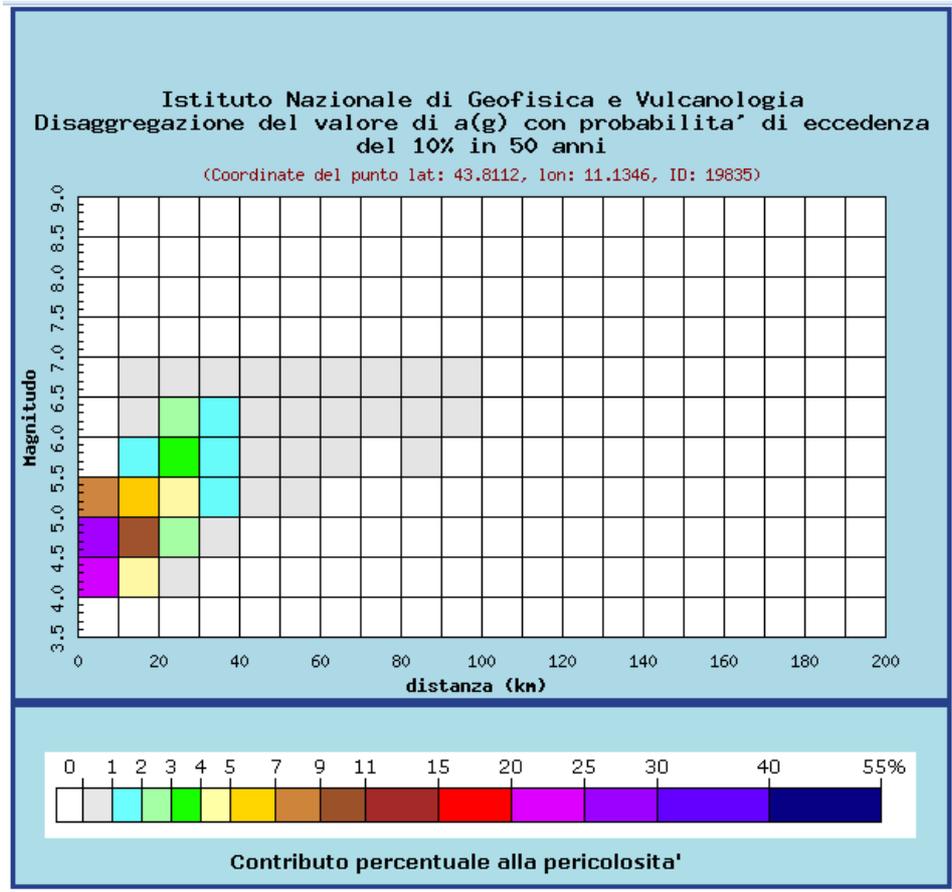
Fig. 9 – INGV: Mappa interattiva dell'accelerazione massima attesa per il Comune di Campi Bisenzio

Deve essere inoltre specificato che le ricostruzioni del modello litostratigrafico di sottosuolo effettuate per questo studio si sono basate principalmente su dati litostratigrafici desunti da sondaggi e pozzi, o da correlazioni derivanti da prove penetrometriche, privi nella maggior parte dei casi di analisi e prove di laboratorio, tali da non poter attribuire con certezza la descrizione litologica all'interno del fuso granulometrico delle sabbie monogranulari. Dall'analisi di tali stratigrafie si evince inoltre la presenza diffusa di una frazione fine, anche all'interno delle zone caratterizzate dalla prevalenza di sabbie, o di livelli e alternanze sabbiose intercalate ad argille o limi, per le quali dovrà comunque essere posta particolare attenzione all'eventualità che si verifichi il fenomeno.

Pertanto anche l'aspetto litologico necessita di approfondimenti locali, con opportune indagini geognostiche che accertino puntualmente le caratteristiche litologiche e geotecniche dei terreni

presenti, non disponibili in questa fase di pianificazione.

Le zone potenzialmente liquefacibili sono riportate nella Tav.G.12 e nella Carta delle M.O.P.S. come Zone di Attenzione per le instabilità per fenomeni di liquefazione (Tav. G.08) e corrispondono alle porzioni territoriali Nord e Sud-Est del territorio comunale dove si rilevano situazioni litostratigrafiche con prevalenza di orizzonti granulari e presenza di falda.



Valori medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
4.930	12.600	1.130

Fig. 10 – INGV: Grafico di disaggregazione di a(g) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni per il Comune di Campi Bisenzio.

9 - ELEMENTI LITOLOGICO-TECNICI

Sulla base degli elementi geologici integrati dalla raccolta dei dati geotecnici, debitamente cartografati e allegati, i vari litotipi presenti sono stati raggruppati in unità litotecniche che, indipendentemente dalla loro posizione stratigrafica e dai relativi rapporti geometrici, presentano caratteristiche geotecniche comuni. Per i terreni presenti nel territorio di Campi Bisenzio sono acquisite le informazioni relative allo spessore ed al grado di consistenza/addensamento, nonché le informazioni relative alle caratteristiche geotecniche per i casi più scadenti.

9.1 - Carta delle indagini, dei dati di base e indagini geofisiche (Tav. G.04)

Ai fini della ricostruzione dettagliata del Modello geologico di sottosuolo e della stesura della Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS), è stata realizzata una approfondita ricerca bibliografica ed in rete dei dati geotecnici e geofisici presenti negli areali oggetto di studio:

In particolare sono stati consultati:

- Archivi comunali ed Indagini geologico-tecniche di supporto agli strumenti urbanistici vigenti;
- Portale del Servizio Geologico d'Italia (ISPRA), in particolare l'archivio 'Indagini del sottosuolo' (L. 464/84);
- Consultazione degli archivi della Regione Toscana, in particolare della Banca Dati del sottosuolo e della Banca Dati Geotermia (LaMMA), della Banca Dati indagini geotematiche (BDIG) e della Banca Dati stratigrafica della Toscana (SIRA);

a)

In totale sono stati raccolti i dati relativi a **n.339** indagini geognostiche.

Le indagini geognostiche sono costituite variamente da sondaggi a carotaggio continuo, prove penetrometriche, sia statiche che dinamiche che con punta elettrica, analisi e prove geotecniche di laboratorio, indagini geofisiche con varie metodologie e pozzi per acqua.

Le indagini interessano le aree oggetto del presente studio, maggiormente in corrispondenza dei centri abitati.

Le indagini specifiche per la Microzonazione Sismica sono state invece svolte in corrispondenza dei principali centri urbani, individuati dal Comune di Campi Bisenzio di concerto con l'autorità competente, secondo le specifiche tecniche di cui al §1.B.1.2 delle Istruzioni Tecniche del Programma VEL e secondo i criteri definiti al §3.4.2 degli I.C.M.S.

In particolare queste si compongono di:

- n. **56** misure di sismica passiva con tecnica a 'stazione singola' (HVSR);
- n. **2** misure di sismica passiva acquisite con *array* bidimensionali elaborati in modalità ESAC;
- n. **4** misure di sismica attiva acquisite con *array* monodimensionale e tecnica MASW;

Per le metodologie di indagine ed i risultati completi relativi alle indagini geofisiche si rimanda per completezza all'allegato 1 del presente elaborato (*cf. All.1: Certificati delle indagini ex-novo*).

Oltre al reperimento dei dati di base all'interno del territorio comunale sono state effettuate correlazioni con indagini in zone di territorio adiacenti.

La raccolta organica e ragionata dei dati ha permesso, oltre alla loro catalogazione, di effettuare opportune correlazioni al fine di individuare caratteristiche comuni da mettere in evidenza nella stesura delle MOPS.

Nel complesso sono state raccolte/effettuate **n.401** indagini geognostiche (Fig. 11).

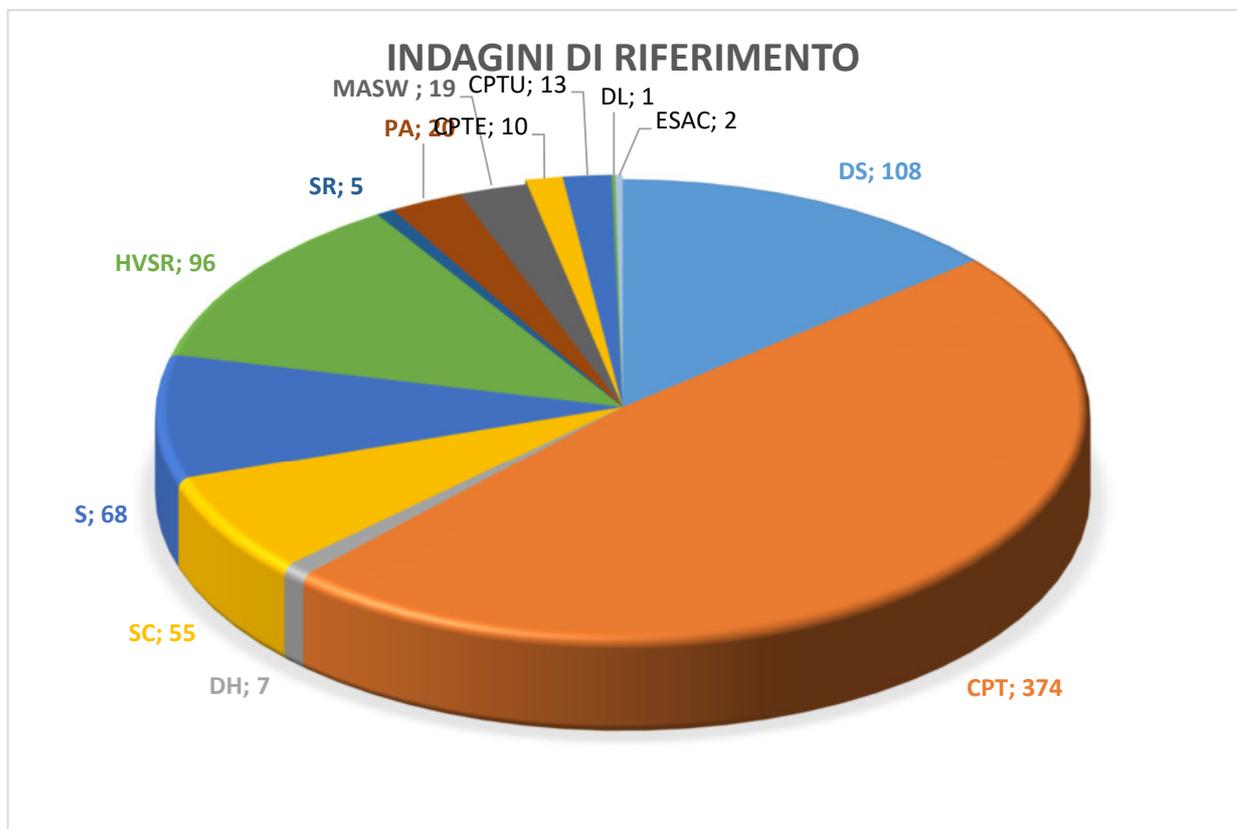


Fig. 11 – Indagini geognostiche raccolte/effettuate nel Campi Bisenzio

Le ubicazioni delle indagini raccolte, sia pregresse che di nuova realizzazione, sono state riportate nella Tav.01, (*Carta delle indagini*), realizzate in formato digitale (GIS) in scala 1:10.000.

I dati sono stati rappresentati in forma simbolica e per tipologia, utilizzando la legenda e le simbologie previste dagli 'Standard di Rappresentazione e Archiviazione Informatica' redatti dal DPC (versione 4.1, Ottobre 2017).

La carta delle indagini è stata inoltre utilizzata per la verifica di qualità prevista dalla procedura semiquantitativa di cui all'Appendice 3 delle specifiche tecniche regionali per la microzonazione sismica (vedi §.10 del presente elaborato).

9.2 - Carta Litotecnica (Tav. G.03)

La finalità di tale elaborato, in accordo con il Programma Valutazione degli Effetti Locali (VEL), è quella di raggruppare i vari litotipi individuati in Unità Litologico-Tecniche (ULT) sulla base delle loro caratteristiche fisico-meccaniche e di determinare la corrispondenza con i parametri che caratterizzano la litologia dal punto di vista della risposta sismica.

Il raggruppamento suddetto è stato infatti condotto utilizzando i dati derivanti dalle indagini geognostiche raccolte per i dati di base, pertanto in funzione delle loro caratteristiche fisico-strutturali e dei loro parametri geotecnici e geofisici, indipendentemente dalla loro posizione stratigrafica e dai relativi rapporti geometrici. Nella Carta Litotecnica (Tav. G.03) è stata inoltre riportata la conoide alluvionale del fiume Bisenzio, al fine di fornire una ulteriore indicazione delle caratteristiche litostratigrafiche e tecniche dei terreni.

Come è risultato dall'analisi approfondita dei dati di base e riportato nelle Sezioni rappresentative (Tav. G.06), il territorio comunale di Campi Bisenzio, presenta un assetto litotecnico abbastanza omogeneo con la presenza in affioramento e fino alle profondità indagate di terreni limoso-argillosi e/o argilloso-limosi con presenza più o meno occasionale di livelli e/o lenti sabbiose e/o ghiaiose. Uniche eccezioni sono rappresentate dalla zona a Sud dell'abitato di San Donnino, in cui sono presenti, fino alle profondità indagate orizzonti con granulometria variabile da limo sabbioso a sabbie limose con presenza di orizzonti subordinati di materiale più fine e presenza di lenti e orizzonti di materiale ghiaioso in matrice sabbiosa e la zona Nord del territorio comunale dove si rilevano depositi prevalentemente sabbiosi con livelli più limoso/argillosi e presenza di elementi clastici.

Di seguito si riportano le Unità Litologico-Tecniche della Carta Litotecnica per la redazione della quale si è fatto riferimento alle indicazioni ed alla nomenclatura del Programma Valutazione Effetti Locali (VEL).

▪ **Unità Litologico-Tecnica "E"**

Terreni di copertura granulari non cementati o poco cementati. L'Unità comprende terreni con stato di addensamento da addensato a sciolto costituiti da materiali prevalentemente granulari non cementati o con lieve grado di cementazione.

Unità E2a2-3/t2-3:

Sono inseriti in questa unità i depositi alluvionali caratterizzata da una dominanza della granulometria ghiaioso/sabbiosa. L'unità contiene frammenti di dimensioni maggiori in quantità rilevante e presenza di frazione interstiziale coesiva, ma non sufficiente ad alterare il carattere granulare globale del terreno. Il terreno si presenta in genere con caratteristiche geotecniche medie (da addensate a poco addensate).

Unità E3a1-2/a1-3:

Sono inseriti in questa unità i depositi alluvionali caratterizzata da una dominanza della granulometria sabbiosa. L'unità contiene frammenti di dimensioni maggiori in quantità rilevante e presenza di frazione interstiziale coesiva, ma non sufficiente ad alterare il carattere granulare globale del terreno. Il terreno si presenta in genere con caratteristiche geotecniche medio buone (da addensato a moderatamente addensato).

▪ **Unità Litologico-tecnica F**

Terreni coesivi a consistenza bassa, limitata o nulla. Raggruppano tutti i depositi alluvionali presenti a Nord dell'abitato di San Donnino e a Sud dell'area industriale settentrionale.

Unità F1t1-2/s3-4

Depositi alluvionali a granulometria prevalente limosa e/o limosa argillosa da consistenti a moderatamente consistenti con presenza rara di orizzonti e/o lenti sabbiose e/o ghiaiose;

Unità F2t1-2/s3-4

Depositi alluvionali a granulometria prevalente argillosi e/o argilloso-limosi da consistenti a moderatamente consistenti con presenza rara di orizzonti e/o lenti sabbiose e/o ghiaiose;

▪ **Terreni di riporto**

Comprende i depositi antropici suddivisi fra aree urbanizzate e terreni di riporto intesi come strutture arginali, rilevati stradali, discariche di rifiuti, terreni di riporto s.l. Essi presentano caratteristiche geotecniche scarse, che possono arrivare a medio-basse in base al grado di compattazione meccanica in fase di messa a dimora del terreno suddetto.

10 - ELEMENTI CONOSCITIVI PER LA VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI LOCALI E DI SITO PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO SISMICO

Gli elementi prioritari evidenziati per la valutazione degli effetti locali e di sito, in relazione all'obiettivo della riduzione del rischio sismico, sono quelli utili alle successive fasi di caratterizzazione sismica dei terreni e di parametrizzazione dinamica riferite alla realizzazione o verifica dell'edificato. A tal fine, oltre all'acquisizione di ogni informazione esistente finalizzata alla conoscenza del territorio sotto il profilo geologico e geomorfologico, è stato indispensabile acquisire tutti gli elementi per una ricostruzione e successiva rappresentazione del modello geologico-tecnico di sottosuolo, sia in termini di geometrie sepolte e di spessori delle litologie presenti (mediante la raccolta delle indagini che costituiscono la carta delle indagini), sia in termini di parametrizzazione dinamica del terreno principalmente in relazione alla misura diretta delle Vsh (punto B. 7 dell'allegato A del D.P.G.R. 25/10/2011 n. 53/R - direttive per la formazione del piano strutturale e relative varianti) e di rumore ambientale mediante tecnica a stazione singola (HVSR).

E' stata così predisposta la campagna geofisica integrativa più volte richiamata per lo studio di Microzonazione Sismica, i cui risultati vengono riportati in allegato alla "*Relazione tecnica illustrativa di supporto allo studio di Microzonazione Sismica (MS)*".

10.1 - Carta geologico-tecnica (Tav. G.05)

Sulla base di una accurata revisione a scala di dettaglio delle cartografie già redatte, in particolare di quelle geologiche e geomorfologiche unitamente all'elaborazione dei dati litologici, stratigrafici, litotecnici e sismici acquisiti, è stata elaborata e redatta la Carta geologico-tecnica in scala 1:10.000, quale carta di sintesi ed elaborato propedeutico alla stesura della carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (M.O.P.S.).

La carta geologico-tecnica è stata realizzata utilizzando la simbologia prevista dagli standard di rappresentazione e archiviazione Informatica' redatti dal DPC (versione 4.1, Ottobre 2017).

Nell'ambito di tale revisione è stata posta particolare attenzione alla mappatura dei depositi alluvionali suddivisi sulla base della litologia prevalente. Sono stati inoltre messi in evidenza, le zone di riporto antropico rilevanti e all'area di conoide alluvionale.

Per quanto riguarda l'assetto geologico-tecnico, il territorio di Campi Bisenzio presenta, sia in affioramento che nel sottosuolo (vedi § 5), depositi fluvio-lacustri da villafranchiani a recenti. Tali depositi, anche se differenziati a livello geologico nelle varie classi granulometriche (da argille a ghiaie)

e differenziati a livello geotecnico in base al grado di consistenza (da mediamente consistenti/addensati a consistenti/addensati) presentano nel loro complesso un comportamento sismico omogeneo tale per cui sono classificabili, tutti, come “copertura”. Naturalmente all’interno di essa possiamo differenziare 4 macroclassi in base alla litologia prevalente:

- **Classe CL:** Argille inorganiche di medio bassa plasticità, argille ghiaiose, argille limose, argille magre. Tale unità affiora prevalentemente nella porzione orientale del territorio comunale ad Est dell’autostrada A1 e a Nord dell’abitato di San Donnino;
- **Classe ML:** Limi inorganici, farina di roccia, sabbie fini limose o argillose, limi argillosi di bassa plasticità: Tale unità affiora prevalentemente nella porzione centrale ed occidentale del territorio comunale;
- **Classe SW:** Sabbie pulite ben assortite, sabbie ghiaiose. Tale unità affiora nella porzione settentrionale del territorio comunale
- **Classe GC:** Ghiaie argillose, miscela di ghiaia, sabbia e limo. Tale unità affiora nella porzione meridionale del territorio comunale.

La suddetta classificazione, basata su aspetti litotecnici è stata ulteriormente raffinata suddividendo le coperture sulla base della genesi di deposizione. Nell’ambito di studio sono presenti due principali contesti genetici: contesto di conoide alluvionale che va ad interessare la porzione settentrionale del territorio comunale e il contesto di piana alluvionale che interessa tutte le restanti porzioni territoriali.

Al suddetto contesto litotecnico naturale si aggiunge il contesto litotecnico antropico caratterizzato dalla presenza di riporti concentrati prevalentemente nella porzione centrale e meridionale del territorio comunale.

In merito agli elementi tettonici strutturali, il territorio di Campi Bisenzio è ubicato all’interno di una vasta depressione morfologica (piana Firenze, Prato, Pistoia - Fig. 12). Tale depressione è limitata a Nord dai rilievi dei Monti della Calvana – Monte Morello e a Sud dal Monte Albano. Recenti studi segnalano la probabile presenza sul margine Nord della piana Firenze-Prato-Pistoia di una faglia normale capace (Database ITHACA – Fig. 13).

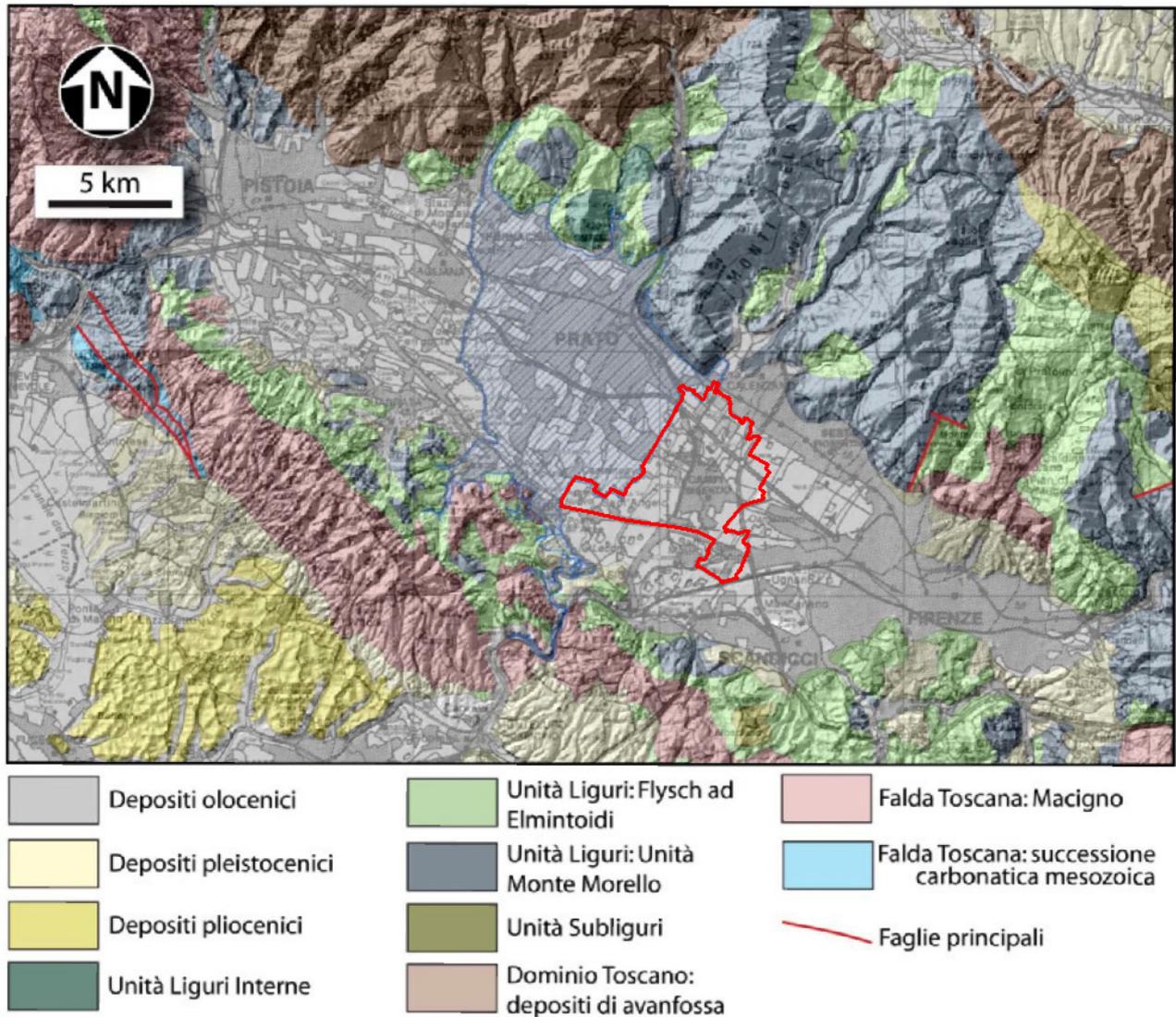


Fig. 12– Schema geologico semplificato del Sistema della Piana Firenze-Prato-Pistoia (S.Angelini, G.Cannata, C.Lubello, M.Doveri, M.Menichini, 2016). In rosso il comune di Campi Bisenzio



Fig. 13– Estratto mappa delle faglie capaci (progetto ITHACA).

10.2 - Carta delle sezioni geologico-tecniche (Tav. G.06)

Per una completa ricostruzione del modello geologico-tecnico del territorio comunale in esame, oltre alla classificazione dei litotipi affioranti in terreni di copertura e substrato geologico rigido con le sottoclassificazioni messe in evidenza nel capitolo 5 gli Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica (I.C.M.S.) prevedono la realizzazione di sezioni geologico-tecniche rappresentative degli elementi geologico-strutturali del territorio in esame.

Nel caso del territorio comunale di Campi Bisenzio, si è optato per la realizzazione di n. 2 sezioni geologico-tecniche rappresentative dell'assetto litostratigrafico del territorio in esame. Di seguito si illustrano le sezioni geologico-tecniche realizzate con le relative orientazioni (Fig. 14):

- **Sezione A-A'**
 - Sezione longitudinale al territorio comunale, dall'area industriale a Nord del capoluogo comunale alla Loc. di San Giusto;
- **Sezione B-B'**
 - Sezione ad andamento circa Nord-Est – Sud-Ovest da Nord dell'abitato di San Donnino al fiume Arno;

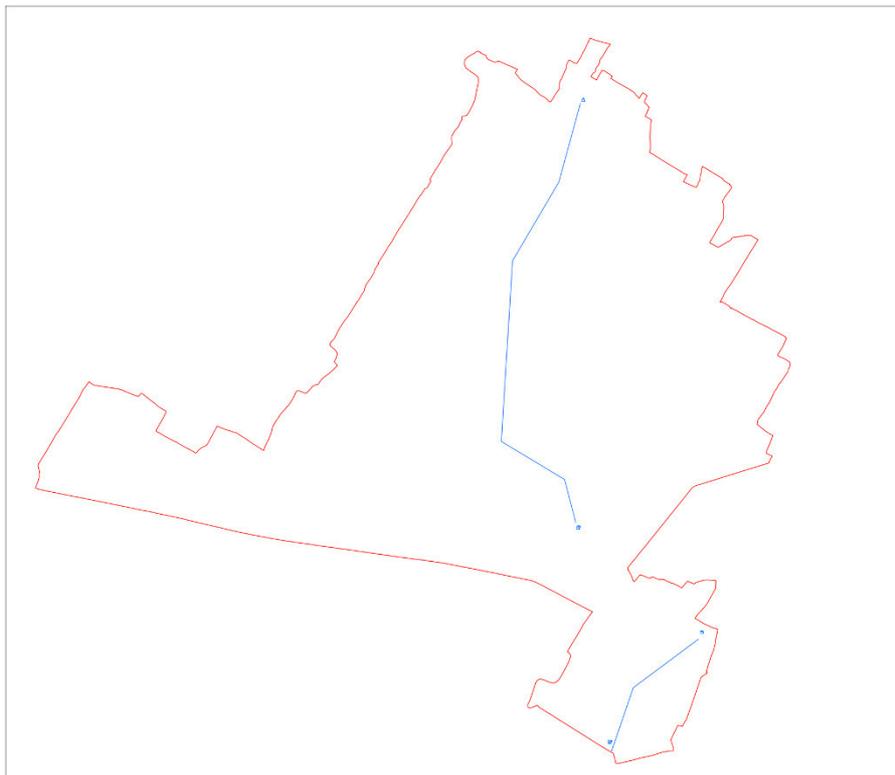


Fig. 14 – Ubicazione delle sezioni geologico-tecniche rappresentative

10.3 - Carta delle frequenze fondamentali dei depositi (Tav. G.07)

La carta delle frequenze caratteristiche è una carta che riassume, in termini di frequenza e ampiezza, la distribuzione dei contrasti di impedenza rilevati dalle indagini HVSR eseguite a supporto del presente studio.

La campagna di misure strumentali è stata realizzata in corrispondenza dei centri abitati significativi individuati (vedi cap.4 del presente elaborato) e distribuita in maniera uniforme, tenendo conto della distribuzione delle altre indagini pregresse disponibili e delle condizioni litostratigrafiche del sito.

La rappresentazione grafica scelta è stata quella semplificata con l'ubicazione dei punti di misura distinti con dei cerchi di colore variabile in funzione della frequenza del picco e con raggio variabile in funzione dell'ampiezza, secondo la legenda tipo riportata nell'Appendice 3 dell'Allegato A della Deliberazione 25 novembre 2013 n. 971 L.R. 58/2009 – OPCM 4007/2012 ART.2 COMMA 1. LETT. A – Studi di microzonazione sismica. Approvazione delle nuove specifiche tecniche regionali per l'elaborazione di indagini e studi di microzonazione sismica; ad uno stesso punto di misura sono stati talvolta associati più cerchi a seconda del numero di picchi fondamentali individuati.

Lo scopo di tale indagine è stato quello di individuare qualitativamente zone caratterizzate o meno da fenomeni di risonanza significativi e quelle caratterizzate da alti contrasti di impedenza.

Inoltre, l'elaborazione dei risultati ottenuti ha fornito indicazioni e conferme ai fini della ricostruzione del Modello geologico di sottosuolo per la stesura delle M.O.P.S., con particolare riferimento al confronto tra lo spessore delle coperture stimate e le frequenze fondamentali.

Il moto sismico è amplificato in corrispondenza di determinate frequenze, che corrispondono alle frequenze naturali di vibrazione di un deposito.

Di particolare importanza è la prima frequenza naturale di vibrazione denominata frequenza fondamentale di risonanza, che dipende dallo spessore H della copertura e dalla velocità media delle V_s della stessa secondo la relazione:

$$v = \frac{V_s}{4H}$$

L'interpretazione delle misure eseguite consente di correlare il valore di picco dello spettro di risposta HVSR con la profondità del substrato (bedrock sismico) e di individuare una corrispondenza fra i valori di frequenza relativi alle discontinuità sismiche e le variazioni litologiche presenti nel sottosuolo.

L'interpretazione delle misure H/V deve essere sempre tarata sulla base di indagini dirette, che consentano una correlazione con la stratigrafia di sottosuolo.

Come emerge dai risultati ottenuti le misure sismiche HVSR realizzate, rispecchiano in generale l'assetto geologico di sottosuolo descritto nel §5.

Le porzioni comunali, prese a riferimento per il presente studio, hanno mostrato un contrasto di impedenza rilevante a frequenze che passano da circa 0,3 Hz a circa 1 Hz spostandosi dal centro della piana alluvionale verso i margini della stessa. Tale contrasto associabile ad una profondità variabile stimata da circa 150 m da p.c. ad alcune centinaia di metri da p.c. (stima 300-500 m da p.c.) è probabilmente dovuto al passaggio fra i depositi di copertura fluvio-lacustri e il substrato pre-neogenico. Al suddetto contrasto di impedenza si associa un secondo contrasto molto più lieve alla frequenza di circa 3 Hz associabile al passaggio fra depositi alluvionali di conoide e depositi fluvio-lacustri di piana. Tale assunto è stato ipotizzando considerando la presenza del suddetto contrasto solo nelle indagini di sismica passiva ricadenti all'interno della conoide alluvionale.

Lo studio delle frequenze fondamentali dei depositi può fornire anche indicazioni di supporto ingegneristico per la progettazione e la salvaguardia dell'edificato.

Infatti, la frequenza caratteristica di risonanza del sito rappresenta un parametro fondamentale per un corretto dimensionamento degli edifici in termini di risposta sismica locale; confrontando infatti la frequenza naturale del terreno con la frequenza fondamentale di risonanza di un edificio è possibile capire se, in caso di sisma, la struttura possa essere a rischio o meno.

Qualora venga riscontrata la condizione per cui la frequenza di risonanza di un edificio sia pari o analoga alla frequenza naturale del terreno sottostante, può verificarsi una situazione potenzialmente pericolosa, conosciuta come fenomeno della 'doppia risonanza', per il quale si ha la massima amplificazione in caso di sisma, con aumento considerevole delle sollecitazioni sull'edificio.

Da un punto di vista empirico la frequenza di risonanza di un edificio dipende principalmente dalla sua altezza e può essere quindi approssimativamente calcolata con la formula (cfr. es. Pratt):

$$\text{frequenza di risonanza edificio} = 10\text{Hz} / \text{Numero di piani}$$

La misurazione diretta HVSR fornisce dati precisi ed attendibili sulle frequenze di vibrazione.

Ai sensi della normativa vigente (§7.3.3.2) delle Norme Tecniche per le Costruzioni 2008), si riportano valutazioni in merito, nel caso di un'analisi lineare statica, ovvero una analisi lineare dinamica semplificata in cui non si effettua l'analisi dinamica della costruzione per determinare i modi di vibrare 'naturali' della stessa, e si ipotizza un modo di vibrare principale caratterizzato da un periodo T1 calcolato in maniera approssimata e da spostamenti linearmente crescenti con l'altezza dal piano di fondazione, ai quali corrisponde la distribuzione di forze statiche da applicare alla costruzione.

Per costruzioni civili e industriali che non superino 40 m di altezza e la cui massa sia approssimativamente uniformemente distribuita lungo l'altezza, T_1 può essere stimato, in assenza di calcoli più dettagliati, con la formula seguente:

$$T_1 = C_1 \cdot H^{3/4}$$

dove H è l'altezza della costruzione in metri dal piano di fondazione e C_1 è un coefficiente funzione al tipo di struttura.

10.4 - Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica - MOPS (Tav.G.08)

La carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS) individua, sulla base di osservazioni geologiche, geomorfologiche e dell'acquisizione, valutazione ed analisi dei dati geognostici e geofisici, le microzone ove possono verificarsi diverse tipologie di effetti locali o di sito prodotti dall'azione sismica.

In particolare, nella valutazione degli effetti locali o di sito ai fini della riduzione del rischio sismico è stata posta particolare attenzione ai seguenti aspetti:

- ricostruzione del Modello geologico-tecnico dell'area;
- individuazione dei litotipi che possono costituire il substrato rigido, accompagnata da una stima approssimativa della profondità ed una stima del contrasto di impedenza sismica atteso;
- individuazione di eventuali discontinuità e morfologie sepolte;
- presenza di faglie e/o strutture tettoniche;
- contatti tra litotipi a caratteristiche fisico-meccaniche significativamente differenti;
- terreni suscettibili a liquefazione e/o addensamento;
- terreni soggetti a cedimenti diffusi e differenziali.

L'elaborazione della carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS) è stata realizzata solo sui centri urbani maggiormente significativi, individuati dal Comune di Campi Bisenzio di concerto con i tecnici della Regione Toscana.

La cartografia e il relativo geodatabase, sono stati realizzati tenendo conto delle indicazioni fornite negli Indirizzi e criteri di microzonazione sismica, nelle specifiche tecniche regionali e nel rispetto degli 'standard di rappresentazione e archiviazione Informatica' redatti dal DPC (versione 4.1, Ottobre 2017).

Nello specifico la carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS) individua e

caratterizza:

1. Zone stabili suscettibili di amplificazione sismica: zone in cui il moto sismico viene modificato a causa delle caratteristiche litostratigrafiche e/o geomorfologiche del territorio.
2. Zone di attenzione per cedimenti differenziali: zone associate alla presenza di terreni con caratteristiche geotecniche scadenti che possono generare cedimenti differenziali pericolosi per le strutture sovrastanti (riporti antropici)
3. Zone di attenzione per liquefazione: zone caratterizzate da terreni prevalentemente granulari sotto falda e quindi suscettibili di fenomeni di liquefazione in caso di sisma.

Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali

All'interno di questa classe sono state raggruppate tutte le zone caratterizzate prevalentemente dalla presenza di depositi fluvio-lacustri, suddivisi in base alle differenze litologico-tecniche prevalenti ed agli spessori, ai fini di un possibile effetto di amplificazione sismica locale

Per ogni zona è stata redatta una colonna stratigrafica e sono descritte in legenda le litologie prevalenti. In presenza di lenti ed intercalazioni litologiche si è riportato nella colonna stratigrafica lo spessore indicativo desunto dalle indagini (Fig. 15).

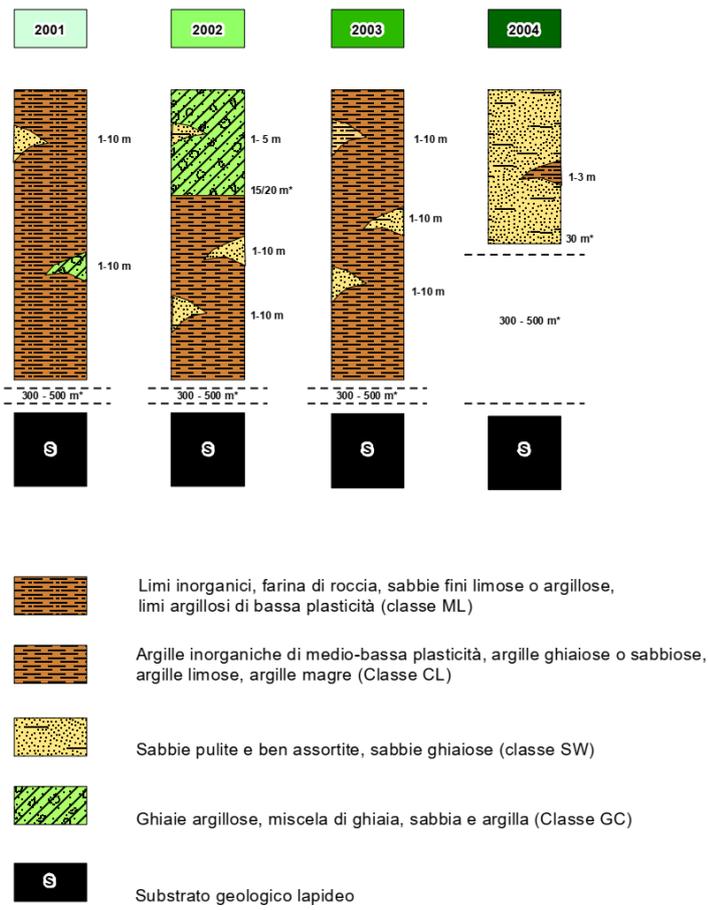
Nel dettaglio, la zona **2001** è la zona di centro-piana caratterizzata dalla presenza in prevalenza di terreni limosi argillosi intervallati da orizzonti sabbiosi e/o ghiaiosi di spessore da circa 1 m fino a circa 10 m.

La zona **2002** rappresenta la porzione territoriale prossimale al fiume Arno caratterizzata da un primo orizzonte prevalentemente granulare ghiaioso/sabbioso intervallato da piccoli orizzonti coesivi limosi argillosi dello spessore da circa 1 m ad un massimo di 5 m poggiante su un secondo orizzonte prevalentemente coesivo argilloso, a partire da circa -15/20 m da p.c.

La zona **2003** è molto simile alla zona 2001. Essa mostra depositi fluvio-lacustri prevalentemente argillosi intervallati da orizzonti sabbiosi e/o ghiaiosi di spessore da circa 1 m fino a circa 10 m. Tale zona si riscontra nella porzione orientale del territorio comunale.

La zona **2004** rappresenta la porzione settentrionale del territorio comunale (area di conoide alluvionale) caratterizzata da un dominio superficiale dello spessore stimato di circa 30 m caratterizzato da una prevalenza di depositi alluvionali sabbiosi con piccoli orizzonti limoso argillosi di spessore variabile da un metro a circa 3 m. Al di sotto sono presenti depositi fluvio-lacustri di litologia incerta ma con ogni probabilità, visto il contesto generale geologico-tecnico prevalentemente coesivi.

Zone stabili suscettibili di amplificazioni sismiche locali



* valori stimati sulla base dell'interpretazione delle indagini geofisiche

Fig. 15 – Legenda carta delle M.O.P.S. Estratto delle aree stabili suscettibili di amplificazione sismica locale

Per quanto riguarda il bedrock sismico, come spiegato nei capitoli precedenti, esso corrisponde probabilmente al passaggio fra copertura fluvio-lacustre e substrato pre-neogenico. Tale passaggio si troverebbe posizionato ad una profondità variabile da valori stimati che di circa 150 m nelle aree di margine ben oltre 200 m nelle aree di centro-piana (stima 300 – 500 m da p.c.).

Zone di Attenzione per cedimenti differenziali

Le aree suscettibili di cedimenti differenziali sono associate, nel contesto in esame, alle aree di rilevante riporto antropico. In particolare, esse si rinvencono nell'ex area estrattiva di San Donnino, nell'area industriale della "Fornace" e nell'area urbana del capoluogo comunale in prossimità del Palagio.

L'attenzione in questo caso è associata al fatto che tali terreni, avendo caratteristiche geotecniche scadenti, possono, in caso di sisma (come anche in condizioni statiche), subire cedimenti differenziali che possono avere effetti negativi sulle strutture sovrastanti in caso di presenza di opere fondali non adeguate.

Zone di Attenzione per liquefazione

Le aree suscettibili di liquefazione sono associabili a terreni prevalentemente granulari sotto falda. Tali terreni si rinvencono, per il territorio in oggetto, nelle porzioni settentrionale e meridionale associata alla presenza di classi geologico-tecniche "SW" e "GC".

13 - VALUTAZIONI DI PERICOLOSITÀ GEOLOGICA, IDRAULICA E SISMICA

Il territorio comunale è stato caratterizzato in funzione dello stato di pericolosità, ai sensi del Regolamento 53/R.

Attraverso la sintesi delle conoscenze, le analisi e gli approfondimenti sono state caratterizzate aree omogenee dal punto di vista delle pericolosità e delle criticità rispetto agli specifici fenomeni che le generano, oltre ad essere integrate e approfondite da quelle già individuate nei piani di bacino.

Il territorio comunale è stato quindi caratterizzato in aree omogenee in funzione della pericolosità geologica, idraulica e, per le aree urbanizzate, della pericolosità sismica locale.

13.1 - Aree a pericolosità geologica (Tavv.G.10)

Attraverso la sintesi degli elaborati di base descritti precedentemente, con particolare riferimento alla Carta Geomorfologica, alla Carta Geologica, ed alla Carta Litotecnica, è stata elaborata la Carta della Pericolosità Geologica.

Per la perimetrazione delle aree a pericolosità geologica si è fatto riferimento al Regolamento 53/R, secondo i relativi criteri rispetto alle varie classi di pericolosità, così come di seguito riportati. Si

precisa che non sono state individuate aree ricadenti in pericolosità geologica molto elevata (G4).

Al territorio comunale in studio è stata assegnata una pericolosità geologica bassa (G1) o elevata (G3).

La pericolosità geologica elevata (G3) è stata assegnata, come da normativa vigente, alle aree soggette a fenomeni di subsidenza rilevata tramite tecnica multi-interferogramma genericamente definita come Persistent Scatterers Interferometry (PSI) e riportate sul geoportale nazionale del Ministero dell'Ambiente e alle aree caratterizzate dalla presenza di terreni con scadenti caratteristiche geotecniche associate a terreni di riporto rilevati significativi, paleoalvei, argini fluviali e lacustri, principali rilevati stradali o semplicemente a terreni naturali con scarsa coesione.

Alle restanti parti del territorio comunale, oggetto della presente Variante, è stata assegnata una pericolosità geologica bassa (G.1) in quanto sulla base delle informazioni a nostra disposizione non sono state messi in evidenza segni di processi geomorfologici o caratteristiche litologiche e giaciture che possono rappresentare fattori predisponenti al verificarsi di processi morfologici.

Pericolosità geologica bassa (G.1)

Aree in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche, giaciture non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di processi morfologici.

Pericolosità geologica elevata (G.3)

Aree in cui sono presenti fenomeni quiescenti e relative aree di influenza; aree con potenziale instabilità connessa alla giacitura, all'acclività, alla litologia, alla presenza di acque superficiali e sotterranee, nonché a processi di degrado di carattere antropico; aree interessate da intensi fenomeni erosivi e da subsidenza; aree caratterizzate da terreni con scadenti caratteristiche geotecniche; corpi detritici su versanti con pendenze superiori al 25%.

13.2 - Pericolosità idraulica

La *Carta della pericolosità idraulica* è stata realizzata dallo studio A4-Ingegneria a cui si rimanda per i dettagli.

13.3 - Aree a pericolosità sismica locale (Tav. G.11)

Dall'analisi e dalla valutazione integrata di quanto emerge dall'acquisizione delle conoscenze relative agli elementi di tipo geologico, geomorfologico e dalle indagini geotecniche e geofisiche, sono evidenziati il modello geologico-tecnico dell'area (rappresentato nella carta litotecnica e geologico-tecnica - Tavv. G.03 e G.05) e, conseguentemente, le aree ove possono verificarsi effetti locali o di sito (rappresentate nella carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica - Tav. G.08).

In particolare la valutazione degli effetti locali o di sito ai fini della riduzione del rischio sismico consente di rappresentare:

- litotipi che possono costituire il substrato rigido, con una stima approssimativa della profondità ed una stima del contrasto di impedenza sismica atteso;
- probabili fenomeni di amplificazione stratigrafica, topografica e per morfologie sepolte;
- presenza di faglie e/o strutture tettoniche;
- contatti tra litotipi a caratteristiche fisico-meccaniche significativamente differenti;
- terreni suscettibili a liquefazione e/o addensamento;
- terreni soggetti a cedimenti diffusi e differenziali.

Tale valutazione viene rappresentata attraverso la realizzazione di uno studio di microzonazione sismica di livello 1, secondo i criteri definiti nelle specifiche tecniche di cui all'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 3907/2010, che scaturisce nella redazione di una serie di elaborati tecnici specifici (in particolare nella cartografia M.O.P.S.).

La sintesi delle informazioni derivanti dalle cartografie geologiche, geomorfologiche, delle indagini e dalla carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica consente di valutare le condizioni di pericolosità sismica delle porzioni di territorio studiati secondo le seguenti graduazioni di pericolosità.

Analogamente alla carta delle M.O.P.S., l'elaborazione della carta della pericolosità sismica è stata realizzata sulle porzioni di territorio oggetto di variante.

Si precisa che non sono state attribuite zone con pericolosità sismica locale molto elevata (**S.4**), non essendo presenti problematiche di versante, né zone a pericolosità sismica locale bassa (**S.1**) in quanto non sono presenti né affioramenti di litotipi assimilabili al substrato rigido né zone prive di condizioni morfologiche o litologiche che potrebbero non mostrare fenomeni potenziali di amplificazione sismica. Il territorio studiato nel suo complesso presenta una pericolosità sismica media (**S.2**) associata a comparti territoriali stabili ma suscettibili di amplificazione sismica locale dovuta al fenomeno del contrasto di impedenza (brusco calo delle velocità di propagazione delle onde al passaggio delle stesse

attraverso rocce o terreni con diversa risposta dinamica alle sollecitazioni sismiche). Subordinatamente, sono state messe in evidenza alcune porzioni territoriali classificabili a pericolosità sismica locale elevata (**S.3**) associata a fenomeni di cedimenti diffusi legati a sua volta alla presenza di terreni con scadenti caratteristiche geotecniche o a terreni con caratteristiche litologiche (prevalenza di materiale granulare) e idrogeologiche (presenza al suo interno di falde acquifere) tali per cui in presenza di un evento sismico è possibile che si verifichino fenomeni di liquefazione dei terreni medesimi.

In aggiunta a quanto suddetto, nella porzione territoriale a sud dell'abitato di San Donato o nell'area industriale settentrionale, in corrispondenza del contatto fra depositi alluvionali prevalentemente coesivi (limi e argille) e i depositi alluvionali prevalentemente granulari (sabbie e ghiaie), è stato inserito, lungo il suddetto contatto litologico un buffer di pericolosità sismica elevata (**S.3**) che dalla porzione di territorio classificato con pericolosità sismica elevata (**S.3**) si estende per 50 m in direzione della porzione di territorio classificata a pericolosità sismica media (**S.2**). La scelta di inserire il suddetto buffer è in linea con le direttive per le indagini geologiche (§ C.5 dell'allegato A del D.P.G.R. 53/R/2011) che prevedono, fra i casi associabili alla classe **S.3** (pericolosità sismica elevata) le "...zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse ...".

Di seguito si riporta la descrizione delle classi di pericolosità sismica locale individuate:

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; terreni suscettibili di liquefazione dinamica (per tutti i comuni tranne quelli classificati in zona sismica 2); zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse; aree interessate da deformazioni legate alla presenza di faglie attive e faglie capaci (faglie che potenzialmente possono creare deformazione in superficie); 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).

Per una trattazione più approfondita dell'argomento si rimanda alla "*Relazione tecnica illustrativa di supporto allo studio di Microzonazione Sismica (MS) di Livello 1*".

Preme sottolineare che nelle aree classificate a pericolosità sismica elevata (S.3) non sono stati inseriti gli argini fluviali e i principali rilevati stradali, pur essendo costituiti da terreni con scadenti caratteristiche geotecniche (terreni di riporto), in quanto presentano uno spessore assolutamente non significativo per quanto riguarda possibili fenomeni di amplificazione sismica locale.

Certaldo, Agosto 2019

Il Tecnico

Dott. Geol.

Simone FIASCHI



BIBLIOGRAFIA

- Albarello D, Castellaro S. (2011) – Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola.
- Angelini S., Cannata G, Lubello C., Doveri M, Menichini M (2016) – Studio conoscitivo dell’acquifero di Prato – indagini idrogeologiche e geochimico-isotopiche 2015-2016.
- Capecchi F., Guazzone G, Pranzini G. (1975) – Il bacino lacustre di Firenze-Prato-Pistoia. Geologia del sottosuolo e ricostruzione evolutiva.
- Cerrina Feroni A, Da Prato S., Doveri M, Ellero A, Lelli M., Marini L., Masetti G., Nisi B., Raco B., Baietto A, Irace A., Perello P., Piana F., Varrone D. (2010) – Caratterizzazione geologica, idrogeologica e idrogeochimica dei Corpi Idrici Sotterranei Significativi della Regione Toscana (CISS).
- Consumi F., Bonamini I., Montini G., Boscaino V.M., Quirino D., Scardazzi M.E. (2016) – Modellazione numerica dell’acquiferi della piana di Prato – Geologia tecnica & ambientale 2/3-16.
- Landini F, Pranzini G., Venturucci E. (1990). La falda idrica della conoide di Prato (Firenze). Acque sotterranee, anno X, marzo 1993)
- Salleolini M. (2000). Dispense del corso di Idrogeologica Applicata