

Comuni di Calenzano e Sesto Fiorentino

Piano strutturale intercomunale

Legge regionale 65/2014



RELAZIONE GEOLOGICO - TECNICA

Dott. Geol. Nicola Tanini

Indice generale

1 - PREMessa.....	3
2 - ELABORATI E CARTOGRAFIE TEMATICHE DI QUADRO CONOSCITIVO.....	3
2.1 – ELABORATO IGT-PSI-1 - CARTA GEOMORFOLOGICA.....	3
2.2 – ELABORATO IGT-PSI-2 - CARTA GEOLOGICA.....	4
2.2 – ELABORATO IGT-PSI-5 - DATI DI BASE.....	5
2.3 – ELABORATO IGT-PSI-6- CARTE GEOLOGICO – TECNICHE.....	6
2.4 – ELABORATO IGT-PSI-7- STUDI DI MICROZONAZIONE SISMICA.....	9
3 - CARTE DELLA PERICOLOSITA'.....	19
3.1 – ELABORATO - IGT-PSI-3-Carta della Pericolosità Geologica.....	19
3.2 - ELABORATO - IGT-PSI-4-Carta della Pericolosità Sismica.....	20
3.3 - ELABORATO – Pericolosità Idraulica.....	22

1 - PREMESSA

Il presente elaborato costituisce la relazione tecnica di supporto alle indagini geologiche del Piano Strutturale Intercomunale di Sesto Fiorentino e Calenzano (di seguito PS-i).

Tale elaborato è stato redatto in conformità del D.P.G.R. 25 ottobre 2011, n. 53/R - Regolamento di attuazione dell'articolo 62 della legge regionale 3 gennaio 2005, n. 1 (Norme per il governo del territorio) in materia di indagini geologiche.

Entrambi i comuni sono dotati di un vasto patrimonio delle conoscenze derivanti dai Piano Strutturali vigenti e dai Regolamenti Urbanistici (entrambi piuttosto recenti in quanto approvati tra il 2013 ed il 2014) e che costituiscono, a tutti gli effetti, parte integrante del presente PS-i.

Nello spirito della legislazione di riferimento ed alla luce dell'evoluzione normativa si è proceduto ad aggiornare gli ambiti di conoscenza nell'ottica dell'acquisizione di nuovi dati e all'integrazione degli studi geologico tecnici in particolare in materia di rischio sismico e di rischio idrogeologico.

Più in generale il processo di acquisizione ed integrazione del quadro delle conoscenze può essere suddiviso in due parti: una più strettamente legata all'arricchimento e all'aggiornamento degli elementi conoscitivi di base (ad es. l'aggiornamento della carta geomorfologica o di quella geologica); la seconda riferita invece agli scenari di "criticità" connessi a fattori naturali/ambientali che hanno portato alla definizione, secondo normativa, dei livelli di pericolosità per ogni specifico ambito (geologico, idraulico, sismico, ecc.)

Per ogni ambito di conoscenza sviluppato ed integrato, verranno poi delineate le direttive strategiche che il PS-i assegnerà alla pianificazione comunale di secondo livello consistente nella redazione dei futuri Piani Operativi Comunali (di seguito POC).

2 - ELABORATI E CARTOGRAFIE TEMATICHE DI QUADRO CONOSCITIVO

2.1 – ELABORATO IGT-PSI-1 - CARTA GEOMORFOLOGICA

Per questo elaborato, come detto in precedenza, si è attinto al quadro delle conoscenze pregresso legato alla pianificazione di entrambi i comuni, procedendo ad un sostanziale aggiornamento dei dati.

Di particolare interesse è il fatto che il territorio di Calenzano è interessato dalla grande opera infrastrutturale di interesse nazionale, nota come Autostrada A1 Milano-Napoli - ampliamento alla terza corsia Barberino di Mugello-Incisa Valdarno - sub tratto: Barberino di Mugello Firenze Nord (in particolare la cosiddetta variante S. Lucia), in cui vi è stato un ponderoso corpo di indagini geologico tecniche di supporto alla progettazione. Il Comune di Calenzano ha integrato a patrimonio delle conoscenze tutta la mole di lavoro svolto e l'elaborato della carta geomorfologica ha tenuto conto, per l'azione di aggiornamento, di quanto emerso negli studi di SPEA Autostrade. In Particolare sulla Tavola IGT 1 è stato riportato un areale con la dizione: "*Ambito di approfondimento studi geomorfologici a cura di SPEA Autostrade S.p.A. nell'ambito della progettazione della Terza Corsia Autostrade nel tratto Calenzano - Barberino (variante Santa Lucia)*" all'interno del quale è possibile attingere agli elaborati geologico - tecnici di supporto alla progettazione autostradale, depositati presso gli uffici tecnici del comune.

Per il territorio del comune di Sesto, già dotato di approfonditi studi in materia, si è proceduto ad un capillare controllo ed aggiornamento degli elementi geomorfologici, che ha confermato l'ottima consistenza e l'elevato livello qualitativo delle conoscenze pregresse.

Per entrambi i territori si è prestata particolare attenzione alla coerenza delle situazioni poste al confine, riuscendo a ricostruire un *unicum* territoriale coerente ed armonico.

Per quanto riguarda la classificazione dei fenomeni gravitativi in senso stretto (frane) il quadro conoscitivo, preso come punto di partenza, è stato aggiornato oltre che negli areali (come detto sopra), anche nella classificazione secondo lo standard IFFI/PAI.

Si ricorda che il progetto IFFI (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia), è stato realizzato dall'ISPRA e dalle Regioni e Province Autonome e fornisce un quadro dettagliato sulla distribuzione dei fenomeni franosi sul territorio italiano.

Per la realizzazione della tavola IGT-PSI-1 va ricordato inoltre il contributo fornito dall'Autorità di Bacino del Fiume Arno, che nello spirito di collaborazione tra Enti, ha fornito una lettura attenta e critica dei dati preesistenti ed ha consentito, tramite un percorso di collaborazione e confronto, ai tecnici del Comune, di raffinare ed armonizzare l'analisi dei processi morfologici descritti nella carta.

Come elemento di "restituzione" finale delle conoscenze, un grande sforzo è stato fatto per l'uniformazione delle legende secondo lo standard definito dalle "Specifiche tecniche per la strutturazione, la codifica e l'acquisizione in formato digitale delle cartografie della BANCA DATI GEOMORFOLOGICA della REGIONE TOSCANA" (Decreto 4505 del 10/04/2017 Allegato A).

2.2 – ELABORATO IGT-PSI-2 - CARTA GEOLOGICA

Come introduzione di questo elaborato si delineano alcuni elementi di inquadramento territoriale alla grande scala.

Il territorio del PS-i ricade nella fascia centrale della catena orogenica dell'Appennino centro-settentrionale costituita da una struttura complessa di falde e thrust formatasi in relazione a più fasi tettoniche.

In questa area si distinguono formazioni relative ad una fase oceanica (Cretaceo inferiore-Eocene medio) e una successiva fase continentale (Boccaletti et al. 1980; Principi e Treves, 1984). Nella fase oceanica si assiste alla progressiva chiusura dell'Oceano Ligure-Piemontese con la conseguente formazione di un prisma di accrezione che va a coinvolgere per sottoscorrimento verso W le coperture oceaniche e parte del loro basamento, andando così a costituire le Unità Liguridi. Segue, dall'Eocene medio-superiore in poi, la collisione tra il margine continentale europeo (Sardo-corso) e quello adriatico che segna l'inizio della fase intracontinentale dell'orogenesi appenninica. In questo regime collisionale, vengono coinvolte all'interno della deformazione le successioni dell'avampaese toscano e umbro con i sovrastanti depositi di avanfossa. In questa fase si sviluppa una catena a thrust e falde con il coinvolgimento nella deformazione prima del Dominio Toscano e poi del Dominio Umbro-Marchigiano.

Da un punto di vista regionale, questa complessa tettonica ha portato, nel Cretaceo superiore-Eocene, allo sradicamento delle Unità Liguri dal loro substrato oceanico e al loro impilamento su se stesse in un ordine tettonico-geometrico che vede in alto le unità più interne e in basso le più esterne.

Successivamente dopo la messa

in posto della Falda Toscana (Miocene medio-superiore), le Unità Liguri si sono rimosse, per mettersi in posto prima sopra la Falda Toscana, e poi sopra l'Unità Cervarola-Falterona che nel frattempo era già sovrascorsa verso E (Tortoniano) sulla Formazione Marnoso arenacea del Dominio Umbro-Marchigiano.

Questo assetto risulta essere ancora più complesso in quanto i lineamenti tettonici principali vengono successivamente tagliati e ripiegati da sovrascorrimenti minori interni alle unità.

Dal Tortoniano superiore, nella parte interna della catena appenninica, si sono formati dei bacini intramontani come il Bacino del Mugello e il Bacino di Firenze-Prato-Pistoia. Inizialmente si è ipotizzato che la loro esistenza fosse dovuta alla presenza di un regime distensivo istauratosi nelle zone più interne, in quanto la migrazione del fronte compressivo andava verso E. Studi più recenti ritengono che ci sia stata una riattivazione compressiva dei thrusts durante il tardo Miocene, il Pliocene ed il Pleistocene (Boccaletti M. e Sani F., 1998).

Il territorio di riferimento è ubicato, prevalentemente, sui depositi di riempimento del bacino lacustre di Firenze-Prato-Pistoia, di età villafranchiana e sui più recenti depositi alluvionali dei torrenti che dal margine nord del bacino arrivano nel sistema idrografico di pianura.

I sedimenti lacustri di riempimento del bacino, così come i depositi fluviali sovrastanti, presentano una giacitura sub- orizzontale e sono posti al di sopra di una successione di origine marina, più o meno dislocata e successivamente erosa in ambiente continentale.

La successione stratigrafica dei depositi del bacino lacustre Firenze-Prato-Pistoia è stata ampiamente caratterizzata grazie ai numerosi sondaggi geognostici eseguiti nell'area. Dalla ricostruzione stratigrafica si evince che gli orizzonti a prevalente componente grossolana (ciottoli, ghiaie e sabbie) siano legati ad una fase fluviale caratterizzata da una forte erosione del substrato litoide. Inoltre, la distribuzione di tali sedimenti grossolani indica che i fiumi corrispondevano già agli attuali Arno, Bisenzio e Ombrone (Capecchi et al., 1975).

Per quanto riguarda la profondità del bacino, si ritiene che la massima profondità si raggiunga nella zona tra Campi Bisenzio e Calenzano (circa 500-550 m da p.c.) (Capecchi et. al, 1975).

Nei settori collinari dell'area di studio affiorano invece le Unità del Dominio Ligure esterno, appartenenti al Supergruppo della Calvana (Cretaceo sup. – Eocene medio) e del Dominio Sub – Ligure, nonché Depositi Olocenici di Copertura:

-Depositi Olocenici:

Depositi alluvionali attuali

Depositi alluvionali recenti

-Unità di M. Morello

Formazione di Pescina EOCENE MEDIO

Formazione di M. Morello PALEOC SUP - EOC MED

Formazione di Sillano CRETA SUP – PALEOC

-Dominio Subligure

Marne di Pievepelago AQUITANIANO

I rapporti attuali tra le varie formazioni, e soprattutto tra la Formazione di Monte Morello e la Formazione di Sillano, non sono sempre prettamente stratigrafici in quanto, a causa dell'intensa tettonizzazione subita, si hanno talvolta contatti anomali, laminazioni o giustapposizioni tettoniche (Coli e Fazzuoli, 1983).

La fonte dati principale di riferimento è stata la Regione Toscana con la Cartografia CARG, che è stata rivista ed aggiornata nel dettaglio, soprattutto per quanto riguarda sia gli elementi strutturali fragili (faglie) che duttili (pieghe). Riguardo a quest'ultimo aspetto, dagli studi è emerso che, sebbene i territori dei due comuni siano contigui e confinanti mostrano una strutturazione morfologica e geodinamica sensibilmente differente: il territorio di Calenzano seppur appartenente al pari di Sesto al margine nord del bacino di Firenze – Prato – Pistoia, ha come elemento morfologico predominante l'andamento nord-sud del bacino del Torrente Marina, che mostra un controllo tettonico-strutturale molto evidente; le faglie di margine che delimitano la collina di Sesto, anche se ritrovano una continuità nell'area pianeggiante dell'urbano calenzanese, subiscono una intersezione "dislocante". Tale "tema" o stile strutturale assomiglia molto a quello della limitrofa valle del Bisenzio posta ad est rispetto alla val Marina, separata da essa dalla dorsale dei monti della Calvana.

Anche se dal punto di vista formazionale le litologie presenti nel territorio di Calenzano sono pressoché le stesse di quelle di Sesto, se si analizzano in dettaglio le differenze litologiche intraformazionali, la differenza di contesto risulta piuttosto evidente, confermando una varianza tettonico evolutiva complessa.

2.2 – ELABORATO IGT-PSI-5 - DATI DI BASE

In questo elaborato sono riportati i dati di base dei quadri conoscitivi pregressi derivante dai Piani Strutturali e dai Regolamenti Urbanistici dei due comuni; come già detto in precedenza, entrambi gli Enti hanno un livello di pianificazione piuttosto recente e corposo che quindi viene riproposto come parte integrante del presente PS-i.

Vista la genesi del patrimonio di conoscenze relative ai dati di base, è stato deciso di mantenere originaria e distinta la suddivisione tra i due ambiti amministrativi, anche per renderne di più facile lettura l'origine.

L'elaborato IGT-PSI-5 è quindi composto da:

- IGT-PSI-5A – DATI DI BASE – CALENZANO (carte ed allegati)
- IGT-PSI-5A – DATI DI BASE – SESTO (carte ed allegati)

2.3 – ELABORATO IGT-PSI-6- CARTE GEOLOGICO – TECNICHE

Per questo elaborato valgono le stesse considerazioni fatte nel precedente paragrafo 2.2 relativo ai dati di base: anche in questo caso le fonti conoscitive hanno avuto origine e percorsi diversi tra i due comuni e, sebbene il livello di aggiornamento risulti essere buono per entrambi, non si è ritenuto corretto creare un *unicum sic et simpliciter* perdendo le rispettive peculiarità dei vari studi che discendono, in gran parte ed in ultima analisi, dal quadro dei dati di base dei due territori.

Si riprendono tuttavia le considerazioni generali contenute negli elaborati originali in merito alle caratteristiche litotecniche dei terreni valide per l'intero territorio del PS-i mutuandole dal quadro conoscitivo PS Calenzano (Dott. Geol. Eros Aiello – GEO ECO PROGETTI).

Questo ambito tematico è stato realizzato accorpendo i terreni che possono manifestare comportamento meccanico omogeneo in “unità litotecniche” distinte. Per cui sono stati raggruppati nella stessa unità litotecnica quei litotipi che presentano caratteristiche tecniche simili, indipendentemente dalla formazione geologica a cui appartengono, dalla posizione stratigrafica, dai relativi rapporti geometrici, seguendo quindi solamente il criterio del comportamento meccanico omogeneo.

Le “unità litotecniche” riconosciute, nella redazione del presente lavoro, sono state distinte principalmente in tre grandi raggruppamenti e a loro volta in ulteriori gruppi più specifici, seguendo il criterio della differenziazione in base alle diverse successioni di terreni che li caratterizzano.

Terreni detritici eluvio - colluviali e accumuli di frana

Si tratta di terreni privi di qualsiasi assetto strutturale e stratigrafico a causa dell'evoluzione dinamica subita e degli scompaginamenti trascorsi.

I terreni di tale raggruppamento possono essere ulteriormente suddivisi in due classi in funzione della natura prevalente della matrice di cui sono costituiti i depositi: una prima unità con matrice prevalentemente siltoso-sabbiosa inglobante pezzame lapideo di varie dimensioni, ed una seconda unità con pezzame lapideo immerso in prevalente matrice siltoso-argillosa.

Successioni con alternanza di litotipi lapidei ed argillosi

Questo raggruppamento comprende tre unità litotecniche distinte secondo i seguenti criteri:

la prima unità *comprende l'insieme dei terreni caratterizzati da rocce stratificate e strutturalmente ordinate costituite da prevalenti litotipi argillitici e marnosi alternati a litotipi calcarei e calcareo-marnosi. In generale si tratta di rocce tenere, facilmente erodibili, con stratificazione appena accennata. Possiedono nel complesso proprietà*

geotecniche scadenti proprio a causa della presenza di una elevata percentuale di materiale a composizione argillitica;

la seconda unità costituita da rocce strutturalmente disordinate costituite da blocchi lapidei di dimensioni variabili immersi in matrice argillosa prevalente. Laddove risulta prevalente la frazione pelitica non è raro riscontrare una blanda copertura alteritica costituita da componente pelitica dominante e scarsa coerenza della parte litoide inglobata.

la terza unità costituita da rocce stratificate e strutturalmente ordinate costituite da prevalenti litotipi argillitici e marnosi alternati a litotipi calcarei e calcareo – marnosi. Questi complessi ovviamente possiedono talora proprietà leggermente variabili a seconda della prevalenza delle litologie a minor competenza e dello spessore di affioramento di questi litotipi. Inoltre piccole variazioni possono intercorrere a causa del grado di tettonizzazione a cui sono state sottoposte nel corso dei periodi geologici. In genere le litologie attribuibili a tale unità presentano una buona resistenza all'erosione, sebbene talora, a causa dell'abbondanza di marne e siltiti, possano presentare la caratteristica di resistenza non troppo alta.

Successioni conglomeratiche - ghiaiose - sabbiose - argillose.

Questo gruppo comprende tutte le unità litotecniche che corrispondono alle formazioni quaternarie presenti nell'area studiata. In tale gruppo sono state incluse le alluvioni recenti costituite da depositi fluviali con ciottoli, ghiaie, sabbie ed argille sabbiose, intercalati o presenti in lenti o banchi.

Tali depositi alluvionali possiedono ovviamente caratteristiche variabili a seconda dei litotipi presenti, ma generalmente esse sono discrete dal punto di vista geotecnico.

Le unità litotecniche appartenenti a questo gruppo sono costituiti da depositi alluvionali formate prevalentemente da termini limoso-sabbiosi con una frazione argillosa.

PARAMETRI GEOTECNICI E GEOMECCANICI DEI TERRENI

Si riportano di seguito, a titolo puramente indicativo, i parametri fisico-meccanici medi delle terre relative alle formazioni interessanti il territorio studiato, ricordando che per una caratterizzazione attendibile sono indispensabili indagini geognostiche di dettaglio ed analisi specifiche

Terreni sciolti a matrice da argilloso-limosa a siltoso-sabbiosa

Si tratta di coperture alteritiche o detritiche costituite da terreni sciolti inglobati in matrice prevalentemente da argilloso-limosa a siltoso-sabbiosa, con potenza dell'ordine di 2.0 ÷ 5.0 m:

peso di volume $\gamma = 1.9 \text{ t/mc}$

resistenza al taglio drenata $\phi' = 20^\circ$; $C' = 0.2 \text{ kg/cmq}$

$N_{spt} = 15-19$ (componente sabbioso-limosa debolmente argillosa con clasti)

Terreni caoticizzati in facies prevalentemente argillitica

Sono rappresentati da terreni olistostromici. Trattasi di argille sovracconsolidate, contenenti trovanti lapidei, a luoghi alquanto plastiche, molto alterate, mediamente fino a 5-6 m di profondità dal piano campagna, con spessori massimi, in zone critiche geomorfologicamente, di 12 m.

Va prioritariamente individuato il limite copertura- substrato.

L'indice di compressibilità C_c è compreso per incrementi di carico 1-10 Kg/cmq tra 0.11 e 0.22, con compressibilità e relativi cedimenti da contenuti a medi (max. 4 cm per fondazioni nastriformi superficiali caricate a 100 KPa). In alcuni casi il modulo edometrico M è risultato compreso fra 4000 e 5000 kN/mq nell'intervallo di carico 50-150 kPa.

Più che i cedimenti ed i cedimenti differenziali, questi ultimi piuttosto diffusi per la presenza di trovanti lapidei di notevoli dimensioni nell'eccezionale argilloso, preoccupa in questi terreni la stabilità d'insieme delle relative pendici sovente interessate da fenomeni di creep e colamento e molto frequentemente imbevute e comunque in condizioni di saturazione. E', pertanto, opportuno durante le campagne geognostiche monitorare le pendici materializzando un congruo numero di canne inclinometriche. Va, inoltre, individuata l'eventuale filtrazione interessante le coperture a mezzo di piezometri.

Una attenta parametrizzazione delle terre ed una serie di verifiche di stabilità dei pendii di interesse risultano indispensabili.

Argilliti prevalenti alternate a siltiti e marne

Sono terreni argillitici caratterizzati in base al grado di alterazione: Per terreni debolmente alterati i parametri medi sono i seguenti:

peso di volume $\gamma = 22$ kN/mc

resistenza al taglio drenata: $C' = 20$ kPa; $\phi' = 22^\circ$

resistenza al taglio efficace residua: $\phi'r = 14^\circ$; $C_r = 0$

Per terreni in condizioni medie si hanno i seguenti parametri caratteristici:

peso di volume $\gamma = 21$ kN/mc

resistenza al taglio drenata: $C' = 6$ t/mq; ϕ'

$= 26^\circ$ resistenza al taglio efficace residua:

$\phi'r = 18^\circ$; $C_r = 0$ resistenza al taglio non

drenata: $C_u = 300-400$ kPa

La regimazione delle acque comunque presenti riveste in questi terreni un'importanza primaria sia ai fini della stabilità di una pendice, sia ai fini della portanza e dei relativi cedimenti. Se stabili e bonificati idraulicamente detti terreni possono sopportare cariche notevoli. In ogni caso la back-analysis geomorfologica è determinante per stabilire l'opportunità di manomettere una pendice argillitica.

Formazioni litoidi calcareo marnosa alternata ad argilliti

- litotipo in condizioni medie con interstrati argillosi-marnosi :

peso di volume $\gamma = 24.0$

kN/mc coesione $C = 100$

kN/mq angolo attrito $\phi =$

28°

- coltre di alterazione : $N_{spt} = 35$

Alluvioni recenti

Si tratta di limi argillosi e/o argille limose a componente sabbiosa variabile, ma comunque subordinata ai tipi menzionati; sono localmente segnalate lenti di ciottoli.

Le caratteristiche di tali terre risultano:

$\gamma = 19 \text{ kN/mc}$, peso di volume

$c' = 5 \text{ kPa}$; $\phi' = 35^\circ$, resistenza al taglio drenata

I carichi ammissibili si aggirano intorno a 100 kPa per le argille, mentre per i livelli di ciottoli e le sabbie addensate sono più elevati.

Alcuni livelli argillosi (CH) mostrano indice di compressibilità maggiore di 0.30 con conseguenti elevati cedimenti

per carichi maggiori/uguali a 80 kPa. Nell'ambito dei primi metri dal piano campagna i livelli argillosi mostrano tendenza al rigonfiamento.

Il campionamento di tali livelli e le prove edometriche, sui relativi campioni, si ritengono pertanto necessari.

Per fondazioni superficiali sarà anche opportuno procedere a prove di rigonfiamento del tipo Huder-Amberg.

L'elaborato IGT-PSI-6- è quindi così suddiviso:

IGT-PSI-6A- CALENZANO CARTA GEOLOGICO TECNICA (nord e sud)

IGT-PSI-6B-SESTO CARTA GEOLOGICO TECNICA

2.4 – ELABORATO IGT-PSI-7- STUDI DI MICROZONAZIONE SISMICA

Per il presente elaborato occorre forse ricordare che la microzonazione sismica (MS) si propone l'obiettivo di definire la pericolosità sismica locale attraverso l'individuazione di zone o porzioni di territorio caratterizzate da un comportamento sismico omogeneo.

Nello specifico la MS individua e caratterizza:

- Le Zone Stabili, sono zone nelle quali non si ipotizzano effetti locali di alcuna natura (litotipi assimilabili al substrato sismico in affioramento con morfologia pianeggiante o poco inclinata) e pertanto gli scuotimenti attesi sono equivalenti a quelli forniti dagli studi di pericolosità di base;
- Le Zone stabili suscettibili di amplificazione sismica, sono le zone in cui il moto sismico viene modificato a causa delle caratteristiche litostratigrafiche e/o geomorfologiche del territorio;
- Le Zone suscettibili di instabilità, sono le zone suscettibili di attivazione dei fenomeni di deformazione permanente del territorio indotti o innescati dal sisma (instabilità di versante, liquefazioni, fagliazioni superficiale).

Per la definizione delle zone e della loro perimetrazione si rimanda a quanto definito al par. 1.6.3.1.2 degli ICMS.

Gli studi di MS rivestono una notevole importanza nella pianificazione territoriale, fornendo una base conoscitiva della pericolosità sismica locale, al fine di stabilire gerarchie di pericolosità utili per la programmazione di interventi di riduzione del rischio sismico a varie scale, orientare la scelta di aree per nuovi insediamenti, definire gli interventi ammissibili in una determinata area, programmare le indagini e i livelli di approfondimento, stabilire orientamenti, modalità e priorità di intervento nelle aree urbanizzate.

In generale la realizzazione di uno studio di MS può essere affrontata con diversi livelli di approfondimento che vengono dettati dalle finalità (pianificazione territoriale, pianificazione per l'emergenza, progettazione delle opere), dalle necessità intrinseche del sito (caratteristiche geomorfologiche, importanza delle opere da realizzare) e dei livelli di pericolosità.

In relazione ai diversi contesti geologico-tecnici, alla pericolosità sismica di base ed in funzione dei diversi obiettivi degli studi di MS, possono essere effettuati n. 3 livelli di approfondimento, con complessità e impegno economico crescente.

In particolare possono essere predisposti i seguenti livelli:

- **il livello 1** è un livello propedeutico ai successivi studi di MS, che consiste esclusivamente in una raccolta organica e ragionata di dati di natura geologica, geofisica e geotecnica e delle informazioni preesistenti (PS e precedente RU) e/o acquisite appositamente al fine di suddividere il territorio in microzone qualitativamente omogenee dal punto di vista del comportamento sismico. Tale approfondimento è finalizzato alla realizzazione della carta delle “Microzone Omogenee in prospettiva sismica (MOPS)”;

- **il livello 2** è un livello successivo in cui si introduce l’elemento quantitativo associato alle zone omogenee mediante metodologie di analisi numerica di tipo semplificato (abachi regionalizzati, modellazione 1D, leggi empiriche) e l’esecuzione di ulteriori e più mirate indagini. Tale approfondimento è finalizzato alla realizzazione della “Carta di Microzonazione Sismica”;

- **il livello 3** rappresenta il livello più approfondito che permette di giungere ad una microzonazione approfondita del territorio basata su metodologie analitiche di analisi di tipo quantitativo. Tale approfondimento è finalizzato alla realizzazione della “Carta di Microzonazione Sismica con approfondimenti”.

Va sottolineato che i livelli 1 e 2 di MS servono solo per la pianificazione territoriale, mentre il livello 3 di MS può fornire utili indicazioni per la progettazione delle opere.

Anche in quest’ambito conoscitivo i due comuni hanno studi di livello differente:

il Comune di Sesto Fiorentino è dotato di studi di Microzonazione Sismica di livello 1 di corredo al Regolamento Urbanistico vigente, mentre il Comune di Calenzano è dotato di studi di Microzonazione Sismica di livello 2/3, realizzati in seno al bando della Regione Toscana di cui alla “O.C.D.P.C. 171/2014 – art. 2, comma 1 lett. a): Studi di Microzonazione Sismica di cui alla Del GRT n. 144 del 23/02/2015 – finanziamento realizzazioni studi di livello 2 e CLE”. Gli studi di MS 2/3 sono stati portati a termine nel luglio 2018 ed ufficialmente trasmessi alla struttura tecnica regionale per la validazione finale; tali studi entrano quindi a far parte integrante del patrimonio delle conoscenze del PS-i.

Per il territorio del Comune di Sesto Fiorentino, è stato eseguito un approfondimento di dettaglio nella zona di Montorsoli, avendo avuto la possibilità di attingere a delle misure di rumore eseguite al confine, dal Comune di Fiesole, per la redazione del proprio Piano Strutturale più una misura aggiuntiva eseguita come approfondimento specifico del presente piano. Le misure in questione confermano l’assetto generale degli studi di MS1 in cui nelle zone collinari vi è la presenza di un bedrock sismico, che nella fattispecie è rappresentato dai terreni della Formazione di Monte Morello, sormontato da volumi di masse di terreno con velocità sensibilmente inferiori, rappresentati dai corpi di frana. L’approfondimento effettuato riprende la metodologia e la legenda dello Studio di Microzonazione Sismica di Livello 1 del RUC di Sesto Fiorentino vigente.

Gli studi su Sesto Fiorentino, nella parte di pianura, sono stati ulteriormente integrati ed aggiornati con il quadro conoscitivo del Masterplan Aeroportuale di Firenze di recente acquisizione: le risultanze dell’approfondimento di quadro conoscitivo confermano gli studi di MS1 di Sesto.

Come indicazione generale, esclusivamente per il territorio del Comune di Sesto Fiorentino, il PS-i prescrive che in sede di formazione del futuro POC, l’amministrazione comunale preveda la possibilità di elevare gli studi di MS al livello 2.

Per quanto sopra, l’elaborato IGT-PSI-7 si compone di:

IGT-PSI-7A-CALENZANO_MS_2-3 (carte elaborazioni ed allegati)

IGT-PSI-7B-SESTO_MS_1 (carte elaborazioni ed allegati)

IGT-PSI-7C-SESTO (carta delle mops - carta dei dati di base e delle frequenze fondamentali dei depositi)

IGT-PSI-7D-SESTO_ approfondimenti_misure_rumore_e_dati_di_base

2.4 – ELABORATO - IGT-PSI-8- CARTE IDROGEOLOGICHE E DELLA VULNERABILITÀ DEGLI ACQUIFERI

Al pari di quanto espresso nei paragrafi 2.2 e 2.3, anche questo elaborato è frutto dell'attingimento da conoscenze pregresse e consolidate, già di corredo alla pianificazione previgente.

L'elaborato IGT-PSI-8 si compone quindi di:

IGT-PSI-8A-CALENZANO CARTA IDROGEOLOGICA (nord e sud)

IGT-PSI-8B-CALENZANO CARTA DELLA VULNERABILITÀ DEGLI ACQUIFERI (nord e sud)

IGT-PSI-8Bbis-CALENZANO

CALENZANO CARTA IDROGEOLOGICA E DELLA PERMEABILITÀ (nord e sud)

IGT-PSI-8C-SESTO CARTA DELLA VULNERABILITÀ DEGLI ACQUIFERI (nord e sud)

per quanto premesso ad inizio paragrafo, per quel che riguarda il territorio del Comune di Calenzano si riporta di seguito l'estratto della relazione geologica del Piano strutturale previgente in merito all'idrogeologia e risorse idriche sotterranee (Dott. Geol. Eros Aiello – GEO ECO PROGETTI):

IDROGEOLOGIA PER LE AREE DI FONDOVALLE

Le formazioni geologiche affioranti nell'area in esame possiedono caratteristiche idrogeologiche alquanto diverse. Alla permeabilità primaria dei depositi alluvionali ed alla permeabilità di tipo secondario mostrata dalle formazioni a prevalente litotipo calcareo, si contrappone un comportamento essenzialmente impermeabile dei terreni argillitici riconducibili alle formazioni del Complesso Caotico e della Formazione di Sillano.

La permeabilità come sopra definita ha significato puramente qualitativo e si basa su considerazioni dettate dall'esperienza. In questi terreni valutazioni di carattere quantitativo si potranno ottenere prevalentemente con prove in situ.

Sull'elaborato di cui alle tavole 3.6 si è provveduto innanzi tutto a mettere in rilievo le diverse caratteristiche di permeabilità delle varie formazioni geologiche. Lo schema permette di confrontare le unità permeabili in senso qualitativo (permeabilità primaria, cioè intergranulare, e permeabilità secondaria, per fratturazione e/o carsismo).

Sulla base di tale classificazione le formazioni affioranti risultano così raggruppate:

Unità idrogeologiche A, B, C e D – Presentano buone caratteristiche di porosità primaria al di sotto delle coperture maggiormente argillose. E' prevedibile che la porosità vari rapidamente anche in senso orizzontale. In genere i depositi di fondovalle mostrano propensione per lo sfruttamento di falde acquifere superficiali. Nonostante la copertura superficiale argillosa l'acquifero in genere non risulta protetto dagli inquinanti superficiali.

Unità idrogeologica E (Mll di carta geologica) – Il valore di permeabilità è legato essenzialmente al grado di fratturazione mostrato dagli ammassi. L'alternanza con livelli maggiormente plastici alternati ai livelli litoidi tende a chiudere le fessure e limitare la circolazione idrica. Ciò determina una ampia variabilità della permeabilità in ragione sia della densità e beanza delle fratture, sia della presenza o meno di interlivelli argillitici e/o marnosi.

Nel complesso quindi la permeabilità di tale formazione risulta su valori medi. Si possono comunque incontrare condizioni più favorevoli per l'accumulo idrico localizzate al passaggio tra bancate litoidi fratturate e sottostanti livelli argillitici che fungono da substrato impermeabile.

Unità idrogeologica G (Sil, c di carta geologica) – Le caratteristiche idrogeologiche di tali terreni sono decisamente scadenti per la presenza di argilliti che risultano generalmente impermeabili. Limitati adunamenti idrici si possono verificare in corrispondenza di grossi inclusi litoidi “immersi” in matrice argillosa.

Come stabilito dalla deliberazione del Consiglio regionale n. 94 del 12.2.1985 in materia di supporto geologico agli strumenti urbanistici, l'indagine idrogeologica è stata limitata alle sole aree di pianura che, per il territorio comunale di Calenzano, risultano limitate alla fascia di terreni di fondovalle dei Torrenti Marinella, Marina e Chiosina-Garille in corrispondenza del centri urbanizzato del capoluogo, dove si rileva la presenza di un “materasso” di depositi alluvionali sufficientemente esteso e cospicuo tale da ospitare una falda di una qualche consistenza.

Le aree corrispondenti alla porzione di pianura alluvionale Pistoia-Prato-Firenze compresa nel territorio in esame, sono sede di acquiferi anche di notevole entità che si possono identificare nei livelli permeabili (sabbie e ghiaie) dei depositi alluvionali di colmamento del preesistente bacino fluvio-lacustre. Tali depositi nel loro complesso raggiungono uno spessore massimo di 550 m nella zona compresa fra Calenzano e Campi Bisenzio.

I livelli permeabili, intercalati ad orizzonti di argille e limi in genere di maggiore spessore, risultano avere andamento frequentemente lenticolare ed anastomotico, in accordo alla situazione paleogeografica ricostruibile in questo settore, che rappresentava la zona di sbocco dei corsi di acqua montani all'interno del bacino lacustre della pianura di Prato-Firenze.

Si hanno pertanto nell'area in esame le condizioni per il sussistere di acquiferi sovrapposti, separati da lenti impermeabili, con acque sotterranee spesso con caratteri di semiartesianità e ricarica prevalente dalle zone apicali dei conoidi ove si hanno rapporti diretti con gli alvei attuali dei corsi d'acqua.

Il più superficiale di tali acquiferi si rinviene nella piana di Calenzano intorno ai 4,0/5,0 m sotto il piano campagna e il livello della falda risale spesso a profondità molto vicine allo stesso piano campagna, con oscillazioni stagionali comprese fra 1,5 e 2,0 metri.

Per lo studio di questa falda sono stati utilizzati circa 60 punti di controllo, costituiti da pozzi e sondaggi strumentati con piezometro. Le misure dei livelli statici della falda sono riferite a campagne di misurazione eseguite nel corso di precedenti studi ed indagini svolti nel luglio 1993 per conto dell'Amministrazione Comunale ed integrati con i dati del monitoraggio piezometrico in corso di realizzazione nell'area di Via Risorgimento in capoluogo (rilevazioni del luglio 2001 e 2002), rappresentative pertanto di un periodo intermedio tra le fasi di massima e di minima ricarica della falda.

Controlli a campione effettuati nel periodo luglio – agosto 2002, su punti di rilevazioni posti all'esterno dell'area di Via Risorgimento, hanno mostrato differenze centimetriche rispetto alle quote del livello statico rilevate nello stesso mese del 1993.

Per i punti di misurazione sopra detti sono state calcolate le quote assolute dei livelli statici di tutti i pozzi misurati

sottraendo alla quota del piano campagna, desunta dalla cartografia in scala 1:2.000 (ove disponibile), la profondità del livello statico relativo; sono state pertanto ottenute linee

isopiezometriche di questa prima falda, che sono state tracciate con equidistanza di un metro. Tali

dati sono stati integrati e completati con misure del pelo libero dell'acqua, prese in corrispondenza di punti con quota nota (ponti), per assumere informazioni precise sul rapporto falda freatica/asta fluviale.

Data la presenza di pozzi pescanti nell'acquifero superficiale (freatico) e pozzi pescanti in falde profonde, la ricostruzione delle linee isofreatiche è stata chiaramente limitata ai soli primi.

Dall'esame generale della carta risulta che la direzione generale di flusso delle acque di falda segue il gradiente morfologico e si dispone mediamente da NE verso SW, in parallelo con la direzione di flusso delle acque di superficie.

Il gradiente medio della falda è influenzato dalla topografia e passa dal valore del 2% dei fondovalle del Torrente Marina

e Torrente Chiosina a quello dell' 1% che si rinviene agli sbocchi in pianura da tali corsi d'acqua, fino a valori compresi

fra 0,8% e 0,6% nella pianura vera e propria.

Le forme più evidenti della superficie piezometrica sono connesse con la distribuzione e lo spessore dell'acquifero; in tale contesto si nota la presenza di due assi di drenaggio, corrispondenti agli alvei sepolti dei Torrenti Marina e Chiosina, verso cui convergono le acque sotterranee; essi sono separati da una zona d'interfluvio in cui l'acquifero presenta minore trasmissività per riduzione del suo spessore e/o per la comparsa di terreni più fini, a permeabilità più bassa.

Come già accennato la tavola d'acqua di questa falda è situata a profondità comprese tra 2,0 e 3,0 metri dall'attuale piano campagna con oscillazione stagionale variabile tra 1,5 e 2,0 metri.

Eccezione a tale configurazione si rileva nell'area del capoluogo compresa fra Via Risorgimento e Via Mazzini, comprendente l'asilo nido e la scuola elementare, in cui si rileva a che ad opera di recenti e continui emungimenti arealmente dislocati in più punti all'interno di questa area, si rileva una quota del livello dell'acquifero costantemente distribuita fra 5,60 e 6,0 metri dal piano campagna. Una puntuale campagna di monitoraggio piezometrico commissionata dalla Amministrazione Comunale di Calenzano è attualmente in corso di svolgimento, con rilevazioni mensili, al fine di poter valutare eventuali relazioni fra i procrastinati attingimenti ed il manifestarsi di un pervasivo quadro fessurativo su gran parte degli edifici e per poter individuare le tipologie di intervento per la minimizzazione di tali fenomeni. Le conclusioni di tali indagini potranno costituire elemento di approfondimento a livello di Regolamento Urbanistico.

Anche le alluvioni subalveari dei Torrenti Marina, Marinella di Legri e Chiosina sono sede, nei rispettivi fondovalle, di falde freatiche di media-bassa entità, in parte utilizzate per usi locali. In località Cassiana, nelle alluvioni del Torrente Marina.

La qualità delle acque risulta generalmente buona anche se strettamente connessa a quella del corso d'acqua principale e quindi molto vulnerabile agli inquinanti eventualmente idroveicolati.

Per quanto concerne l'alimentazione della falda profonda, la lettura del fenomeno appare alquanto complessa, stante anche la scarsità di notizie raccolte.

Si può supporre la presenza di orizzonti discontinui, localmente intercettati da pozzi, non riconducibili ad una situazione di modello idrogeologico esteso e riconoscibile. Circa l'alimentazione di tali orizzonti, si potrebbe supporre una alimentazione "in presa diretta" dai rilievi costituiti da depositi prevalentemente litoidi intensamente fratturati presenti nella fascia collinare immediatamente retrostante la piana alluvionale.

Per quanto concerne la diffusa distribuzione di sorgenti si rileva che l'estensione del territorio comunale è in gran parte interessata dalla presenza di vasti affioramenti di rocce prevalentemente calcaree, soggette a notevoli fenomeni carsici di infiltrazione e circolazione di acque sotterranee.

Le emergenze maggiormente significative si hanno nella parte settentrionale dei monti della Calvana e nella dorsale di Monte Morello – Monte Gennaro, mentre risultano quasi assenti, o comunque poco significative, nella parte centro meridionale dei rilievi suddetti, ad eccezione che nella zona di Monte Acuto al margine sud-orientale dell'allineamento Monte Morello – Monte Gennaro.

Le principali sorgenti sono localizzate nella parte centro-settentrinale del territorio comunale (San Pietro a Casaglia, Valibona, Monte Maggiore per quanto riguarda i Monti della Calvana; Croci di Calenzano, Colle relativamente alla dorsale Monte Morello-Monte Gennaro): si tratta in massima parte di emergenze connesse con faglie e fratture o con il contatto fra i calcari della Formazione di Monte Morello e le argilliti del Complesso Caotico e della Formazione di Sillano.

In particolare, le due principali sorgenti utilizzate a scopo acquedottistico per uso potabile situate una in prossimità della frazione di Legri, l'altra nei pressi di San Piero a Casaglia (loc. Boccheroni), sono probabilmente da collegare, la prima con i sistemi di faglie che mettono a contatto i calcari della Formazione di Monte Morello (acquifero) con la Formazione di Sillano (acquicluda), la seconda con la presenza di intercalazioni argillose e marnose all'interno della Formazione di Monte Morello (sorgente di interstrato).

Nella restante parte del territorio comunale, le manifestazioni sorgive sono praticamente assenti o ridotte a emergenze di piccola entità o stagionali.

VULNERABILITÀ DEGLI ACQUIFERI

La vulnerabilità di un acquifero è definita come la propensione di un corpo idrico sotterraneo a subire una contaminazione.

La carta della vulnerabilità degli acquiferi consiste in una zonazione del territorio che in base alle caratteristiche litologiche dei terreni superficiali definisce la possibilità di penetrazione e diffusione in profondità di un inquinante idroveicolato.

Uno dei criteri principali da seguire nella realizzazione di questo tematismo consiste nel distinguere le formazioni sulla base della diversa permeabilità dei litotipi costituenti, ma vanno accuratamente valutati anche il grado di fratturazione ed i fenomeni di alterazione che possono localmente modificare l'originaria permeabilità.

In relazione a ciò ed in approfondimento ai contenuti ed alle indicazioni forniti dal P.T.C.P. della Provincia di Firenze in merito alla corretta gestione (al fine della programmazione e pianificazione urbanistica) delle risorse idriche del sottosuolo sono state definite e cartografate in scala 1:10.000 (tavole 3.7) sette classi di vulnerabilità (da elevata a bassa) seguendo i criteri sotto esposti:

VULNERABILITÀ ELEVATA "E"

acquiferi liberi in materiali alluvionali a granulometria da grossolana a media senza o con scarsa protezione.

VULNERABILITÀ ALTA “A” - classe a sua volta suddivisa in due sottoclassi:

“Aa”: falde libere in materiali a granulometria eterogenea da grossolana a media con scarsa protezione (in genere coltri di frana).

“Ab”: falde libere presenti in materiali detritici di modesta continuità areale (alluvioni terrazzate).

VULNERABILITÀ MEDIA “M” - classe a sua volta suddivisa in due sottoclassi:

“Ma” sabbie e ciottolami con interposti livelli limosi, generalmente con copertura poco permeabile a prevalente composizione sabbioso-ghiaiosa; arenarie fratturate con rete idrica di solito a media profondità; calcari marnosi e marne interessate da modesta circolazione idrica nella rete delle fratture (formazione di Monte Morello) e arenarie e siltiti quarzose con livelli argillitici intercalati che danno origine a più falde.

“Mb”: acquiferi di limitata produttività (acquitardi) presenti in detriti di falda e di frana e coltri di alterazione con modesta circolazione idrica.

VULNERABILITÀ BASSA “B” - classe a sua volta suddivisa in due sottoclassi:

“Bb”: argilliti fortemente tettonizzate con acquiferi di limitatissima produttività (complesso caotico e Formazione di Sillano).

Il territorio comunale risulta così caratterizzato da:

- una ampia area centro settentrionale in cui prevale la classe intermedia di vulnerabilità Ma;
- una fascia intermedia quella sopra citata cui è stata attribuita la vulnerabilità bassa Bb in corrispondenza delle litologie argillitiche;
- una vasta porzione meridionale in cui prevalgono le aree con vulnerabilità elevata E, corrispondenti ai fondovalle alluvionali dei Torrenti Marinella, Marina e Chiosina - Garille.

Risulta assente la classe Ba di vulnerabilità, non rappresentate cartograficamente per la mancata rispondenza tra le caratteristiche delle litologie presenti sul territorio e tale classe.

GESTIONE, SFRUTTAMENTO E TUTELA DELLA RISORSA ACQUA

Il Sistema Acquedottistico comunale è gestito dalla Società Consiag che provvede al reperimento della risorsa ed alla successiva distribuzione su gran parte del territorio.

L’approvvigionamento idrico soddisfa il fabbisogno idrico a mezzo captazioni di quattro sorgenti e lo sfruttamento di trenta pozzi la cui ubicazione è riportata nella tavola n. 3.7 oltre alla indicazione delle relative aree di rispetto di cui alla Legge 152/1999.

La distribuzione territoriale dei punti di prelievo comprende il campo pozzi in località Casa La Gora – Molino del Lice ed altri pozzi ubicati presso il cimitero del capoluogo, Le Pagnelle, Sant’Angelo, capoluogo sud ovest, Davanzello, La Cassiana e San Pietro in Casaglia. Le principali sorgenti si trovano in località Boccheroni a nord di San Pietro in Casaglia e a nord di Legri presso località Ponte Buonluogo.

Tale servizio non è però esteso a tutto il territorio comunale, in quanto lo stesso tessuto urbanizzato, caratterizzato da molteplici poderi isolati, predispone per uno sfruttamento privato delle risorse idriche. Questo fattore, unito ad una tradizione contadina di autosufficienza ancora radicata in alcune zone, determina un rilevante sfruttamento privato delle risorse idriche sotterranee tramite pozzi più o meno profondi.

L'analisi, la ricerca ed il puntuale censimento sul numero di pozzi privati complessivamente presente sul territorio non è stato possibile a seguito delle recenti disposizioni sulla privacy che regolano la riservatezza dei dati dell'ex archivio pozzi del Genio Civile di Firenze ad oggi trasmesso per competenza alla Provincia di Firenze. In base a quanto già affermato anche a livello regionale nei diversi rapporti sullo stato dell'ambiente della Toscana elaborati negli ultimi anni, si evidenzia come le analisi eseguite sulle diverse tipologie di utenze evidenziano come il forte sfruttamento della risorsa idrica sul territorio sia anche da imputarsi ai soggetti che utilizzano fonti di approvvigionamento indipendenti dai sistemi di rete.

I pozzi ad uso privato sono, comunque, molteplici e largamente distribuiti. Alcuni di essi sono situati anche all'interno di gruppi abitativi serviti dal sistema acquedottistico comunale.

La tutela della qualità delle acque sotterranee rappresenta un elemento sostanziale per garantire una riserva duratura nel tempo e significativa sia da un punto di vista qualitativo che quantitativo. Il mantenimento di una riserva di acque sotterranee permette di evitare un sovrasfruttamento delle risorse idriche superficiali e, soprattutto, consente di affrontare situazioni critiche, tenendo conto dell'elevata vulnerabilità delle risorse idriche superficiali nei periodi siccitosi.

La tutela della risorsa idrica sotterranea deve pertanto risultare obiettivo primario in sede di pianificazione del territorio mediante attività di previsione del rischio di inquinamento e di prevenzione – mitigazione dei suoi effetti. In particolare, si ritiene che la risorsa idrica destinata al consumo umano, erogata a terzi mediante opere acquedottistiche e che rivestano carattere di pubblico servizio e/o utilità, debba essere oggetto di tutela anche mediante apposita normativa ispirata ai seguenti criteri generali:

a) nelle aree a “vulnerabilità elevata” (E) si dovrà, in linea di massima, escludere l'insediamento di infrastrutture e/o attività potenzialmente inquinanti: discariche di R.S.U.; stoccaggio di sostanze inquinanti; depuratori; depositi di carburanti; pozzi neri a dispersione; spandimenti di liquami, etc. Le fognature dovranno essere alloggiare in manufatti impermeabili. L'uso di fertilizzanti, pesticidi e diserbanti ed anche l'autorizzazione al pascolamento intensivo e all'allevamento dovrebbero costituire oggetto di specifica regolamentazione e controllo avendo cura che per i primi, i quantitativi usati siano solo quelli strettamente necessari, e che per i secondi, la pratica e la permanenza non siano eccessive. Per quanto concerne le destinazioni esistenti, controlli periodici dell'acqua di falda consentiranno di verificare la compatibilità dell'uso attuale dei presidi sanitari con la qualità d'acqua del sottosuolo.

Deroghe a queste linee di indirizzo potranno essere realizzate nel caso che:

- si dimostri la necessità, in rapporto a esigenze di interesse pubblico, di localizzare comunque la previsione all'interno della zona E (Carta del rischio di inquinamento delle risorse idriche sotterranee);

- vengano eseguite specifiche indagini geognostiche ed idrogeologiche che accertino situazioni locali di minore vulnerabilità intrinseca delle falde; a tal fine dovranno essere misurate le permeabilità dei livelli posti al di sopra dell'acquifero, calcolando sperimentalmente il “tempo di arrivo” di un generico inquinante idroveicolato.

b) per le zone a “vulnerabilità alta” (A) si precisa che per le aree costituite da depositi alluvionali terrazzati e detriti di falda si dovrà propendere per le stesse prescrizioni fatte per la classe E. Il minor grado di vulnerabilità è in relazione alla limitata importanza delle falde idriche in esse contenute e quindi al minor danno di un eventuale inquinamento; inoltre queste falde non sono in genere alimentate da acque fluviali per cui non sono esposte al trasferimento di eventuali inquinanti.

c) nelle zone definite a “vulnerabilità media” (M) le infrastrutture e le opere potenzialmente inquinanti potranno essere autorizzate di norma solo in seguito a specifiche indagini idrogeologiche finalizzate alla valutazione della locale situazione e del rischio di inquinamento.

d) ai fini della tutela delle acque destinate a consumo umano la “zona di tutela assoluta” dei punti di captazione di risorsa idrica del sistema acquedottistico per il pubblico servizio, così come è definito all’ art. 21, comma

4 del D.L. n. 258/2000, dovrà essere costituita dall’area immediatamente circostante le captazioni o derivazioni; essa deve avere una estensione in caso di captazione di acque sotterranee di almeno 10 metri di raggio dal punto di captazione, deve essere adeguatamente protetta e adibita esclusivamente ad opere di captazione o presa e/o ad infrastrutture di servizio.

Tale zona deve essere recintata, provvista di canalizzazione per le acque meteoriche e protetta dalla

possibilità di esondazione di corpi idrici limitrofi.

Per le captazioni preesistenti e quelle nei centri abitati l’estensione della zona di tutela assoluta può essere ridotta, previa opportuna valutazione da parte degli organi competenti e con l’adozione di particolari accorgimenti a tutela della captazione stessa.

e) ai fini della tutela delle acque destinate a consumo umano la “zona di rispetto” (che include la zona di tutela assoluta) dei punti di captazione di risorsa idrica del sistema acquedottistico per il pubblico servizio o per lo sfruttamento come acqua minerale, così come è definito all’ art. 21, comma 5 del D.L. n. 258/2000 , è quella indicata

nella “Carta della vulnerabilità degli acquiferi e carta idrogeologica per le zone di pianura – Rischio di inquinamento delle risorse idriche sotterranee” (tavola 3.11 fogli nord e sud).

Nella zona di rispetto si dovrà propendere per il divieto degli insediamenti dei seguenti centri di pericolo e lo svolgimento delle seguenti attività:

- dispersione di fanghi ed acque reflue, anche se depurate;
- accumuli di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi;
- spandimento di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi, salvo che l’impiego di tali sostanze sia effettuato sulla base delle indicazioni di uno specifico piano di utilizzazione che tenga conto della natura dei suoli, delle colture compatibili, delle tecniche agronomiche impiegate e della vulnerabilità delle risorse idriche;
- dispersione nel sottosuolo di acque meteoriche provenienti da piazzali e strade;
- aree cimiteriali;
- apertura di cave e discariche che possano essere in connessione con la falda;
- terebrazione ed apertura di pozzi ad eccezione di quelli che estraggono acque destinate al consumo umano per l’alimentazione del sistema acquedottistico per il pubblico servizio o per lo sfruttamento come acqua minerale e di quelli finalizzati alla variazione della estrazione ed alla protezione e controllo delle caratteristiche quali-quantitative della risorsa idrica;
- gestione e trattamento di rifiuti e loro messa a dimora e lo stoccaggio provvisorio;
- stoccaggio di prodotti ovvero sostanze chimiche pericolose e sostanze radioattive;
- centri di raccolta, demolizione e rottamazione di autoveicoli;
- pozzi perdenti e/o sistemi di subirrigazione che prevedano immissione di reflui nel sottosuolo;

*- pascolo e stabulazione di bestiame che ecceda i 170 chilogrammi per ettaro di azoto presente negli effluenti,
al netto delle perdite di stoccaggio e distribuzione.*

Per quanto concerne le preesistenze, delle attività sopraelencate, ad eccezione delle aree cimiteriali, sono adottate le misure per il loro allontanamento; in ogni caso deve essere garantita la loro messa in sicurezza.

2.5 – ELABORATO - IGT-PSI-9- STUDI IDRAULICI

Per la loro particolarità e delicatezza gli studi idraulici sono stati affidati ad uno studio di consulenza esterna specializzato in modellazione numerica ed ingegneria idraulica e del territorio. Lo studio D.R.E.AM. Italia ha condotto le seguenti attività:

1) Aggiornamento ed uniformazione della Modellazione idrologica in disponibilità dei comuni di Calenzano e Sesto Fiorentino:

- la modellazione è stata aggiornata sulla base delle più recenti linee segnalatrici di possibilità pluviometrica approvate dalla Regione Toscana;
- la determinazione dell'uso del suolo nella modellazione idrologica del bacino ha utilizzato come dato di base il dataset “UCS 250 metri 2013 a celle” pubblicato negli OpenData della Regione Toscana ed eventuali successive elaborati più recenti;
- la trasformazione afflussi-deflussi finalizzata alla determinazione degli idrogrammi di piena, è stata realizzata con il software di calcolo Hec-Hms (tale software è sviluppato dall'US Army Corps of Engineers - The Hydrologic Engineering Center);
- i risultati del modello idrologico sono stati verificati, ove possibile, con i relativi dati idrometrici rilevati e disponibili.

2) Aggiornamento ed uniformazione della Modellazione idraulica in disponibilità dei comuni di Calenzano e Sesto Fiorentino:

- la simulazione della propagazione in alveo dell'onda di piena e degli eventuali processi di tracimazione arginale è stata effettuata utilizzando software Hec -Ras sviluppato dall'US Army Corps of Engineers - The Hydrologic Engineering Center;
- i limiti delle aree allagabili derivanti dalla modellazione suddetta sono stati aggiornati e definiti utilizzando come dati topografici di base i rilievi da voli Lidar più recenti dove disponibili e impiegando una maglia di calcolo il cui livello di risoluzione massimo è di 1mt×1mt;
- per i corsi d'acqua privi di un vero e proprio bacino naturale è stato verificato l'utilizzo di modelli idrologici e idraulici diversi da quelli suddetti.

3) Aggiornamento ed uniformazione degli elaborati tenendo conto di quanto delineato ai precedenti punti 1 e 2 ed in coerenza con quanto descritto nell'Allegato 3 al PGRA e conforme alle specifiche tecniche di cui al regolamento 7/R/2017 di attuazione dell' articolo 56 comma 6 della Legge Regionale 65/2014:

- a) aggiornamento del reticolo idrografico con sezioni fluviali;
- b) aggiornamento carta delle aree allagabili per eventi con Tr 30 anni;
- c) aggiornamento della carta delle aree allagabili per eventi con Tr 200 anni, con indicazione dei battenti e della velocità, per scenari riferiti ad 1 ora, 3 ore e 6 ore o comunque riferiti alla pioggia critica del bacino studiato;
- d) carta di iniluppo dei vari scenari rappresentati di cui ai due punti precedenti
- e) Relazione idrologica idraulica completa di:
 - Idrogrammi di piena per TR 30, 200 anni e durate 1, 3, 6 ore;
 - Profili longitudinali con livelli idraulici;
 - Sezioni trasversali con livelli idrometrici;
 - Tabelle output – modello idraulico / sezioni;

- Tabelle output modello idraulico / aree di potenziale esondazione;

Nella realizzazione dello studio si è tenuto conto anche di quanto disposto dall'aggiornamento normativo della Regione Toscana in materia di rischio alluvioni in virtù della L.R. 24 luglio 2018, n. 41 (pubblicata sul BURT n. 33 del 01/08/2018).

Per quanto sopra, si rimanda quindi alle articolazioni ed ai sottoelaborati dell'elaborato IGT-PSI-9-STUDI IDRAULICI.

3 - CARTE DELLA PERICOLOSITA'

Vale in questa sede ricordare che, come già detto in precedenza, la definizione delle Pericolosità era già presente nella dotazione delle conoscenze afferente ai precedenti Strumenti Urbanistici e che quindi si è proceduto ad un sostanziale aggiornamento ed uniformazione nell'ottica dell'*unicum* territoriale del PS-i. Non si è quindi proceduto ad una mera giustapposizione di mappe preesistenti, ma è stato portato a termine un vero e proprio lavoro di reinterpretazione, alla luce dei nuovi studi effettuati.

Tale concetto è stato declinato anche in relazione all'evoluzione normativa e regolamentare, specialmente per le tematiche legate alla pericolosità idraulica e sismica.

Trattandosi di studi di corredo alla pianificazione comunale di primo livello (piano strutturale), l'*unicum* territoriale è stato caratterizzato in funzione dello stato di pericolosità con l'indicazione, come da normativa, i condizionamenti alla trasformabilità che potranno e dovranno essere approfonditi nella formazione dei piani operativi comunali.

Attraverso le analisi e gli approfondimenti effettuati 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 quelle già individuate nei piani di bacino.

Il quadro delle conoscenze qui prodotto dovrà determinare, inoltre, l'impianto prescrittivo confluyente nella strutturazione normativa dei singoli piani operativi comunali.

3.1 – ELABORATO - IGT-PSI-3-Carta della Pericolosità Geologica

L'elaborato in questione suddivide il territorio secondo le seguenti aree:

Pericolosità geologica molto elevata (G.4): aree in cui sono presenti fenomeni attivi e relative aree di influenza, aree interessate da soliflussi;

Pericolosità geologica elevata (G.3): aree in cui sono presenti fenomeni quiescenti; 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%; riguardo al quest'ultima fattispecie, l'impossibilità escludere gran parte del territorio collinare aperto dalla presenza di coperture detritiche, assimilabili spesso anche a terreno vegetale, costringe ad inserire gran parte delle pendici morfologiche in questa classe di pericolosità.

Pericolosità geologica media (G.2): aree in cui sono presenti fenomeni franosi inattivi e stabilizzati (naturalmente o artificialmente); aree con elementi geomorfologici, litologici e giaciture dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto; corpi detritici su versanti con pendenze inferiori al 25%;

Pericolosità geologica bassa (G.1): aree in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche, giaciture non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di processi morfoevolutivi.

La carta prodotta merita alcune considerazioni descrittive e metodologiche che servono a meglio chiarire il processo di studio e redazione. Per quanto riguarda l'attribuzione della classe di pericolosità

molto elevata (G.4), essa è stata assegnata alle aree in cui sono presenti fenomeni di movimenti gravitativi attivi (vedi l'elaborato IGT-PSI-1-Carta Geomorfologia), considerando, a scopo precauzionale, un ulteriore buffer "precauzionale" di 30m. La distribuzione delle aree a pericolosità molto elevata presenta alcune particolarità, legate alla caratterizzazione delle strutture gravitative e della loro cinematica: la parte nord del territorio di Calenzano, nell'area delle Croci di Calenzano, presenta poche aree piuttosto estese, mentre per il territorio Sestese, la parte della collina intorno al nucleo di Montorsoli (margine nord est del territorio del PS-i) è interessata da aree più piccole ma numericamente maggiori. Tale differente tessitura trova riscontro, oltre che nella geomorfologia, anche nelle differenze geologico-formazionali e tettonico-evolutive accennate nel paragrafo 2.2.

Il resto delle aree collinari e/o rilevate sono state iscritte nella classe di pericolosità elevata (G.3) per caratteristiche morfologiche.

Alle aree di pianura è stato assegnato un livello di pericolosità media (G.2) in ragione delle caratteristiche morfologiche e, per quel che riguarda il territorio di Sesto, dalla precedente valutazione della pericolosità contenuta nel RUC vigente; diverso è il discorso per Calenzano, infatti, la precedente definizione della pericolosità geologica, assegnava a queste aree un livello G.3 in ragione di documentati fenomeni di subsidenza e di varianza della falda acquifera, del passato. A partire dagli anni più recenti si è tuttavia assistito ad una vera e propria inversione di tendenza del fenomeno con dinamiche di risalita della falda continue e consistenti, con trend annui anche di alcuni cm, che di fatto hanno portato all'annullamento *de facto* del fenomeno della subsidenza, confermato anche dai più recenti studi sulle falde acquifere della piana di Firenze – Prato – Pistoia e dalle più moderne rilevazioni con interferometria radar per la valutazione degli spostamenti del suolo.

3.2 - ELABORATO - IGT-PSI-4-Carta della Pericolosità Sismica

Come già detto nel paragrafo 2.4 i territori dei due comuni hanno un livello di approfondimento degli studi sismici di differente livello; tale situazione, in teoria, può rappresentare un ostacolo non indifferente alla definizione di un'unica carta della pericolosità, in ragione del fatto che la base conoscitiva di riferimento per operare le scelte nella definizione dei livelli di pericolosità, prendono le mosse da due contesti sensibilmente differenti: uno più qualitativo per il territorio di Sesto, dotato di studi di MS1, e l'altro di matrice quantitativa per Calenzano che ha studi di MS di livello 2/3.

In particolare, come si evince dagli elaborati IGT-PSI-7 (a cui si rimanda), Calenzano, in virtù del livello MS 2/3, raggiunge un elevato grado di affidabilità nella definizione della pericolosità fondata sulla valutazione dei Fattori di Amplificazione di Housner (FHa) calcolato in due intervalli di integrazione 0.1 - 0.5 e 0.5 - 1.0 secondi. Il fattore di amplificazione non è altro che il rapporto integrale tra lo spettro in accelerazione calcolato al piano campagna (superficie) e lo spettro in accelerazione calcolato al Bedrock sismico (input).

La Regione Toscana, nell'ambito di una collaborazione con il Dipartimento di Scienze Fisiche, della Terra e dell'Ambiente dell'Università degli studi di Siena, ha provveduto alla redazione degli Abachi Regionali per la definizione dei fattori di amplificazione FHa mediante procedure semplificate.

La metodologia utilizzata per l'utilizzo degli abachi è stata la seguente:

1. Determinazione della Macroarea di appartenenza del territorio analizzato;
2. Definizione del valore dell'accelerazione al suolo attesa (PGA) calcolata per un Tr475 anni (tempo di ritorno), facendo riferimento alla Mappa di Pericolosità Sismica del territorio italiano (fonte INGV) ed effettuando una interpolazione di alcuni nodi della maglia stessa per identificare una superficie continua di valori di PGA per tutto il territorio. Per ogni area oggetto dello studio pertanto è stato possibile valutare il valore di ag_{475} ($<> 0.15g$),
3. Per ogni sito di misura è stata valutata l'applicabilità dell'abaco; in considerazione del fatto che ad oggi non esistono linee guida per la verifica dell'applicabilità ed idoneità dell'abaco, sono stati individuati punti di misura con marcate caratteristiche 1D o comunque dove venivano verificate alcune condizioni, quali ad es. il possibile "effetto di valle";
4. In base ai risultati delle indagini eseguite, per ogni punto di misura è stata stimata la profondità del Bedrock sismico, valutazione effettuata con inversioni congiunte risultati indagini MASW + HVSR e MASW + ESAC + HVSR. Per ogni sito sono state effettuate più inversioni per

avere un dato statisticamente più robusto. Per ogni punto di misura FHa quindi è stato stabilito se il Bedrock sismico fosse a profondità maggiore o minore ai 30 metri dal piano campagna interpolando dapprima i valori puntuali delle F_0 (Hz) misurate con le indagini HVSR e poi valutando un valore medio di V_s secondo la formula $H = V_s/4 \cdot F_0$;

5. Avendo identificato, per ogni punto di misura, l'Abaco di riferimento incrociando i dati relativi alla frequenza fondamentale del sito (f_0) ed alla velocità delle onde di taglio V_{sh} 0 V_{s30} (dove h rappresenta lo spessore dei sedimenti) si ricava il valore FHa riferito all'intervallo (0.1 - 0.5 e 0.5 - 1.0 secondi);
6. I dati puntuali di FHa sono stati spazializzati in funzione del modello geologico di riferimento.

Tutto ciò ha permesso, per il territorio di Calenzano, la definizione della pericolosità, specialmente nella parte dove sono presenti sedimenti suscettibili di amplificazione, secondo il parametro FHa; tutto questo però poteva rappresentare un problema di coerenza conoscitiva con l'adiacente territorio di Sesto. Sebbene Sesto sia dotato di studi di MS1, questi sono condotti con estrema accuratezza e con dovizia di prove strumentali (vedi elaborati IGT-PSI-7), tanto che è emersa una sorprendente coerenza nella definizione della pericolosità sismica di Sesto, facente parte del quadro conoscitivo del RUC vigente, con le risultanze degli studi su Calenzano sopra descritti.

Tale favorevole circostanza ha permesso la redazione di una carta della pericolosità sismica unica per l'intero territorio del PS-i, con la riserva però che le estrapolazioni effettuate sul territorio sestese andranno corroborate da un avanzamento degli studi di MS, almeno di livello 2, in fase di redazione del POC di Sesto Fiorentino.

Una ulteriore conferma indiretta della bontà del lavoro svolta è emersa dalla corrispondenza tra la ricostruzione del Bedrock sismico nelle aree di pianura ed il modello geologico strutturale ricostruito nella redazione della Carta Geologica (vedi par. 2.2).

Le condizioni di pericolosità sono state suddivise nel seguente modo:

Pericolosità sismica locale molto elevata (S.4): zone suscettibili di instabilità di versante attiva e/o quiescente che pertanto potrebbero subire una accentuazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; meno probabile, nell'area di riferimento, per la natura delle litologie sedimentarie, fenomeni di liquefazione dinamica; in questa classe, nel territorio di riferimento, rientrano quasi esclusivamente le aree interessate da fenomeni gravitativi e di versante.

Pericolosità sismica locale elevata (S.3): zone suscettibili di instabilità di versante quiescente che pertanto potrebbero subire una riattivazione dovuta ad effetti dinamici o di amplificazione morfologica 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; 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. Per quanto esposto in premessa all'inizio del paragrafo si è deciso di suddividere la zona S3 in due subclassi, secondo il fattore di amplificazione FHa (FA):

- S3a con $1.4 < FA < 1.7$
- S3b con $FA > 1.7$

I valori di 1.4 e di 1.7 scelti come classi discriminanti arbitrarie in via qualitativa, sono riferite, alla grande scala, alla tipologia costruttiva media degli edifici nel territorio urbanizzato del PS-i.

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);

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

3.3 - ELABORATO – Pericolosità Idraulica

Per le questioni legate alla pericolosità idraulica si fa riferimento al precedente paragrafo 2.5 e si rimanda agli studi condotti dalla D.R.E.A.M. Italia.

Relativamente al censimento dei tratti tombati e dei guadi si specifica che, nell'ambito del Piano Strutturale Intercomunale Calenzano e Sesto Fiorentino, i professionisti incaricati hanno effettuato una ricognizione puntuale sui corsi d'acqua oggetto di indagini e modellazione idraulica. Per i corsi d'acqua non modellati, relativamente ai tratti tombati, si è fatto ricorso a quanto riportato nel reticolo di gestione della Regione Toscana, mentre per i guadi ai censimenti a disposizione degli uffici tecnici comunali. Si specifica che in sede di formazione dei P.O. comunali si provvederà ad una ricognizione puntuale dei tratti tombati e dei guadi, estendendo l'indagine a tutto il reticolo di gestione della Regione Toscana ricadente nei rispettivi limiti amministrativi.

In linea generale tuttavia, per tutto quello che concerne la gestione del rischio idraulico nelle sue declinazioni di dettaglio (con particolare riferimento alla gestione dei guadi sui corsi d'acqua), si vincolano i Piani Operativi Comunali alla definizione conformativa delle azioni di trasformazioni e delle limitazioni/condizionamenti di utilizzo delle opere e delle infrastrutture; tali aspetti dovranno inoltre confluire anche nei Piani di Protezione Civile, come disposto dalla normativa sovraordinata.