

9 g relazione geologica



COMUNE DI POGGIBONSI **PIANO STRUTTURALE**

ADOZIONE

Giugno 2013

Lucia Cocchieri - *Sindaco*
Giampiero Signorini - *Assessore
all'Urbanistica*
Fabio Galli - *Dirigente
Settore Edilizia e Urbanistica*

Pietro Bucciarelli - *Progettista*
Roberto Gori - *Cartografia e SIT*
Paolo Rinaldi,
Sabrina Santi, Duccio Del Matto -
Collaboratori
Paola Todaro - *Responsabile del
procedimento*
Carla Bimbi, Fabiola Conforti,
Stefania Polidori, Tiziana Viti -
Collaboratori al procedimento
Tatiana Marsili - *Garante della
comunicazione*

Idp Progetti gis - *Sistema informativo
e schedatura edifici*
Studio Aleph - *Mobilità*
Elisabetta Norci - *V.A.S.*
Monica Coletta - *Studi
Agronomici e Paesaggistici*
Michele Sani - *Ind. geologiche*
Alessio Gabbrielli - *Studi idraulici*
Sociolab - *Partecipazione*

INDICE

1	PREMESSA	1
2	LA CARTA GEOLOGICA (tavola 1)	5
2.1	Inquadramento geologico	5
2.2	Stratigrafia	6
2.2.1	Dominio Ligure Esterno (Cretacico - Paleocene)	6
2.2.1.1	Argille varicolori con calcari AVA (Cretacico).....	6
2.2.1.2	Arenarie e siltiti silicoclastiche – carbonatiche PTF (Cretacico).....	6
2.2.1.3	Argilliti grigio – brune e calciliti FIA (Cretacico sup. - Paleocene)....	8
2.2.1.4	Flysch di Monteverdi Marittimo MTV (Cretacico sup. - Paleocene)....	8
2.2.2	Depositi lacustri del Turoliano inf.	8
2.2.2.1	Argille con intercalazioni di arenarie e conglomerati FOS (Turoliano inf.).....	8
2.2.3	Depositi lacustri e lagunari post – evaporitici messiniani	9
2.2.3.1	Argille del Casino SIN (Turoliano sup.).....	9
2.2.3.2	Conglomerati poligenici MESb (Turoliano sup.).....	9
2.2.3.3	Sabbie e arenarie MESc (Turoliano sup.).....	9
2.2.4	Depositi marini pliocenici	9
2.2.4.1	Conglomerati marini poligenici PLIb (Zancleano - Piacenziano).....	10
2.2.4.2	Argille sabbiose e limi di colore variabile da nocciola a grigio FAAb (Zancleano - Piacenziano).....	10
2.2.4.3	Argille e argille siltose grigio – azzurre localmente fossilifere FAA (Zancleano - Piacenziano).....	10
2.2.4.4	Sabbie e arenarie gialle PLIs (Zancleano - Piacenziano).....	10
2.2.4.5	Calcareniti e calciruditi bioclastiche PLIc (Zancleano - Piacenziano).....	11
2.2.5	Depositi continentali Rusciniani e Villafranchiani	11
2.2.5.1	Travertini di Massa Marittima VILt (Pliocene - Pleistocene).....	11
2.2.5.2	Conglomerati VILa (Rusciniano - Villafranchiano).....	11
2.2.6	Depositi pleistocenici	11
2.2.6.1	Depositi alluvionali terrazzati bnb (Pleistocene medio - superiore)....	11
2.2.6.2	Travertini e calcari continentali f1b (Pleistocene medio - superiore)...	11
2.2.7	Depositi olocenici	12
2.2.8	Frane	12
3	LA CARTA GEOMORFOLOGICA (tavola 2)	13
4	LA CARTA LITOLOGICO-TECNICA E DEI DATI DI BASE (tavola 3)	15
5	LA CARTA DELLE AREE A PERICOLOSITÀ GEOLOGICA (tavola 4)	18
6	LA CARTA IDROGEOLOGICA (tavola 5)	21
7	LA CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA (MOPS - tavola 6) E LA CARTA DELLE FREQUENZE FONDAMENTALI DEI DEPOSITI (TAVOLA 12)	23
7.1	Generalità	23
7.2	Le misure di sismica passiva a stazione singola	24
7.2.1	Introduzione	24
7.2.2	Misurazioni effettuate	24

7.2.3 Risultati	26
7.3 Qualità della carta di livello 1	29
7.4 Stesura della Carta delle MOPS	32
8 LA CARTA DELLE AREE A PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE (tavola 7)	34
9 LA CARTA DELLE AREE A PERICOLOSITÀ IDRAULICA (tavola 13)	36
10 CONCLUSIONI	38

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1 - Quadro di unione della Carta Tecnica Regionale, delimitazione del Comune di Poggibonsi (in colore rosso) e dei due fogli (nord e sud) in cui sono suddivise le cartografie tematiche redatte (in colore verde).	3
Figura 2 - Distribuzione dei principali bacini di sedimentazione neogenici in Toscana (da AA.VV. - Atlante dei dati biostratigrafici in Toscana).	7
Figura 3 - Suddivisione in unità litotecniche delle formazioni geologiche relativamente ai litotipi lapidei di cui alla Carta geologica di tavola 1g.	17
Figura 4 - Suddivisione in unità litotecniche delle formazioni geologiche relativamente ai materiali sciolti di cui alla Carta geologica di tavola 1g.	18
Figura 5 - Suddivisione dei dati di base nei tomi predisposti.	19
Figura 6 - Suddivisione in classi di permeabilità dei terreni affioranti nel territorio del Comune di Poggibonsi. Le sigle si riferiscono a quelle di cui alla Carta geologica di tavola 1.	21
Figura 7 - Suddivisione per utilizzo dei 326 pozzi censiti all'anagrafe dei pozzi della Provincia di Siena, perforati nell'acquifero del Fiume Elsa nel territorio del Comune di Poggibonsi.	21
Figura 8 - Sismometro tricomponente Gemini 2 prodotto dalla ditta Pasi di Torino utilizzato per l'acquisizione delle vibrazioni ambientali per la prova H/V. Si nota il sismometro (colore arancione) e il computer portatile. Il sismometro è accoppiato con il terreno a mezzo di piedini appuntiti infissi a terra.	24
Figura 9 - Risultati delle misure HV (- picco non presente).	26
Figura 10 - Valutazione della qualità della carta di livello 1: buona qualità – classe B – 58,9%.	30

1 PREMESSA

La presente relazione tecnica è stata redatta a seguito dell'incarico ricevuto dall'Amministrazione Comunale di Poggibonsi (Provincia di Siena), ed è finalizzata a fornire idonee indagini geologiche e geologico – tecniche di supporto alla variante al Piano Strutturale Comunale.

La presente relazione tecnica rappresenta quindi la descrizione della metodologia adottata nella redazione degli elaborati prodotti che sono di seguito elencati:

Tavola 1g (foglio nord 1 di 2 e foglio sud 2 di 2) - Carta geologica alla scala 1:10.000

Tavola 2g (foglio nord 1 di 2 e foglio sud 2 di 2) - Carta geomorfologica alla scala 1:10.000

Tavola 3g (foglio nord 1 di 2 e foglio sud 2 di 2) - Carta litologico-tecnica e dei dati di base alla scala 1:10.000

Tavola 4g (foglio nord 1 di 2 e foglio sud 2 di 2) - Carta delle aree a pericolosità geologica alla scala 1:10.000

Tavola 5g (foglio nord 1 di 2 e foglio sud 2 di 2) - Carta idrogeologica alla scala 1:10.000

Tavola 6g (foglio nord 1 di 2 e foglio sud 2 di 2) - Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS) alla scala 1:10.000

Tavola 7g (foglio nord 1 di 2 e foglio sud 2 di 2) - Carta delle aree a pericolosità sismica locale alla scala 1:10.000

Elaborato 8g (tomi da 1 di 7 a 7 di 7) - contenenti le schede dei dati di base

Elaborato 9g - Relazione

Tavola 10g - Sezioni litostratigrafiche

Elaborato 11g - Report delle elaborazioni delle misure HV

Tavola 12 g (foglio nord 1 di 2 e foglio sud 2 di 2) - Carta delle frequenze fondamentali dei depositi alla scala 1:10.000

Tavola 13g (foglio nord 1 di 2 e foglio sud 2 di 2) - Carta delle aree a pericolosità idraulica alla scala 1:10.000

L'Amministrazione Comunale di Poggibonsi ha espressamente richiesto, in fase di predisposizione del bando e di conseguenza dell'incarico, che invece del *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*, pubblicato nella Bollettino Ufficiale della Regione Toscana n. 11 in data 7 maggio 2007 ed approvato con D.P.G.R. 27 aprile 2007, n. 26/R, fosse utilizzato, per la predisposizione degli elaborati delle indagini geologiche e geologico – tecniche, lo schema del *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* accluso come allegato alla Delibera di Giunta Regionale 4 aprile 2011 n. 221. In data 2 novembre 2011, e quindi prima del termine stabilito per la consegna degli elaborati al Comune di Poggibonsi fissato per il 30 novembre, sul Bollettino Ufficiale della Regione Toscana è stato pubblicato il Decreto del Presidente della Giunta Regionale 25 ottobre 2011, n. 53/R il quale ha come oggetto proprio il *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* che altro non è che l'approvazione, con modifiche, di quanto pubblicato nella già citata Delibera della Giunta Regionale della Toscana del 4 aprile 2011, n. 221.

A seguito di alcuni colloqui avuti sia con i funzionari del Genio Civile di Siena che del Dipartimento di Sismica della Regione Toscana si è reso poi necessario un aggiornamento della Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica da predisporre successivamente ad una campagna di misure di sismica passiva a stazione singola da svolgere nel territorio comunale. La presente relazione rappresenta la versione aggiornata al settembre 2012 comprendente anche l'ultima versione della Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica. In conseguenza all'aggiornamento eseguito è stata redatta una ulteriore versione della Carta litotecnica che riporta i sondaggi ed i dati di base (cui sono stati aggiunte le ubicazioni delle quaranta misure HV con una numerazione a parte) ed una versione aggiornata della Carta delle aree a pericolosità sismica locale alla

scala.

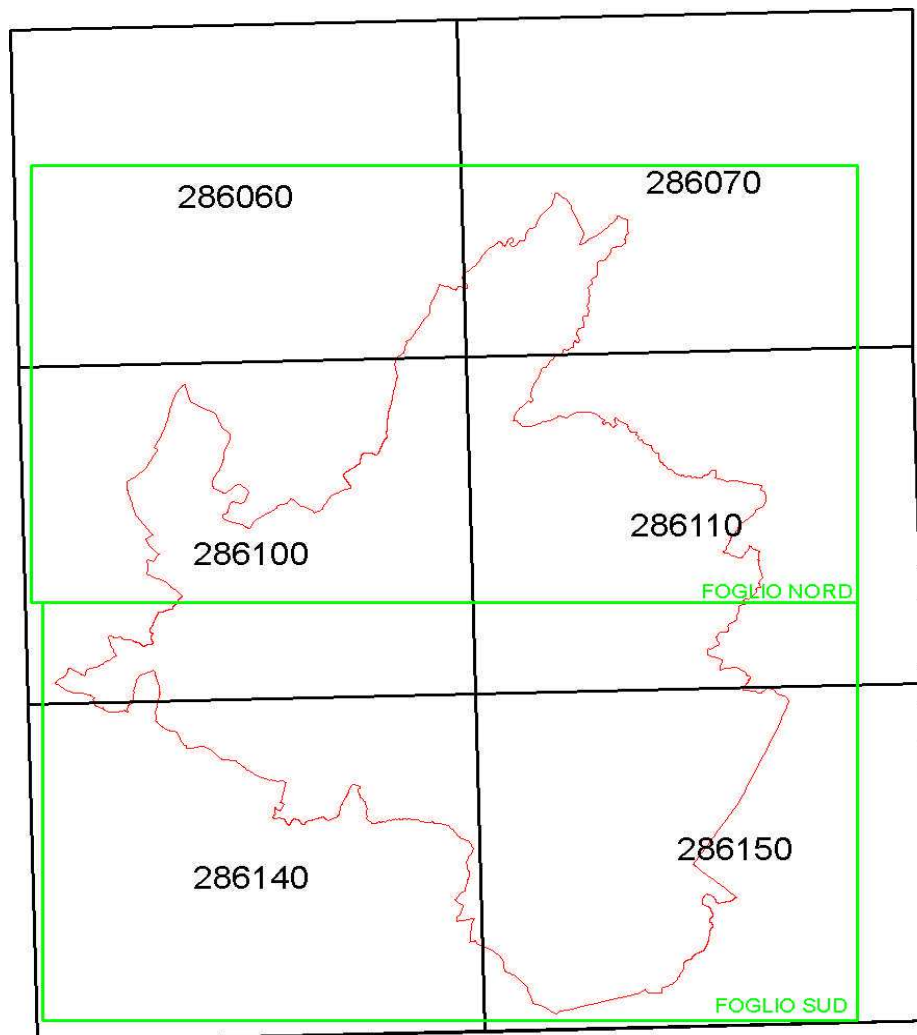


Figura 1 - Quadro di unione della Carta Tecnica Regionale, delimitazione del Comune di Poggibonsi (in colore rosso) e dei due fogli (nord e sud) in cui sono suddivise le cartografie tematiche redatte (in colore verde).

Come base topografica per le cartografie sopra elencate è stata utilizzata la Carta Tecnica Regionale in scala 1:10.000 fornita direttamente dall'Amministrazione Comunale di Poggibonsi, il cui rapporto tra elementi e confine comunale è rappresentato nella figura 1. Le varie sezioni cartografiche (sei in tutto: 286060, 286070, 286100, 286110, 286140, 286150) sono state assemblate e gli elaborati sono stati stampati in due fogli che assieme coprono

tutto il territorio comunale; per ogni carta tematica è stato quindi predisposto il foglio nord ed il foglio sud (figura 1) che si sovrappongono tra loro di alcuni centimetri. Un'eccezione a quanto detto è rappresentata dalla tavola 6 - Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS) e dalla tavola 7 - Carta delle aree a pericolosità sismica, le quali sono state pur sempre disegnate sulla base cartografica in scala 1:10.000 citata, ma che sono state redatte solamente per le aree dei centri abitati individuati in accordo con l'Amministrazione Comunale e con i suggerimenti dei funzionari del Genio Civile di Siena e del Dipartimento di Sismica della Regione Toscana.

2 LA CARTA GEOLOGICA (TAVOLA 1)

Per quanto riguarda la Carta geologica (tavola 1g) è stato scelto di redigerla completamente partendo dalla cartografia geologica di nuovo impianto relativa alla Carta Geologica Regionale (disegnata sulla base topografica in scala 1:10.000) e disponibile sul sito web della Regione Toscana.

Per la verifica della carta geologica sono stati fatti diversi sopralluoghi in campo attraverso i quali è stato possibile confermarla completamente a meno di due aspetti. Il primo riguarda l'area degli abitati che nella carta geologica di nuovo impianto sono stati indicati come area non rilevabile, ma che attraverso la disponibilità delle molteplici informazioni raccolte presso l'archivio del Comune di Poggibonsi per la stesura della Carta litologico - tecnica e dei dati di base ed a seguito dei sopralluoghi effettuati, abbiamo proceduto ad interpretare. Lo scopo di questa modifica è quello di dare alle aree urbanizzate una caratterizzazione geologica che risulta di regola molto importante. Il secondo aspetto che abbiamo modificato riguarda le aree in frana; a tal proposito, durante la stesura della Carta geomorfologica sono state riviste integralmente le frane presenti nella carta geologica di nuovo impianto e sono state corrette secondo il lavoro sia tramite la fotointerpretazione di coppie di foto aeree, sia grazie ai numerosi sopralluoghi effettuati in campo. Nella Carta geologica (tavola 1g) sono state dunque riportate le frane che erano già presenti nella stesura originale della carta geologica di nuovo impianto, ma opportunamente riviste sulla base della nostra indagine.

2.1 Inquadramento geologico

L'area del Comune di Poggibonsi è compresa nella cosiddetta alta Val d'Elsa, che è costituita da una bacino di età neogenica orientato in senso nord-nord-ovest / sud-sud-est (NNW – SSE), delimitato da due zone di alto morfologico e strutturale: la dorsale Monte Albano – Monti del Chianti ad est e la dorsale Medio Toscana ad ovest (figura 2). Le aree di fondovalle e delle colline ad esso immediatamente adiacenti sono interessate estesamente

dall'affioramento di sedimenti di età neogenica, che sono stati successivamente incisi dal Fiume Elsa.

2.2 Stratigrafia

2.2.1 Dominio Ligure Esterno (Cretacico - Paleocene)

Le Unità Liguri rappresentano la deposizione avvenuta nel Dominio paleogeografico che comprendeva l'Oceano Ligure – Piemontese, corrispondente ad una porzione della Tetide. Le Unità del Dominio Ligure affiorano estesamente nell'area toscana; nel territorio del Comune di Poggibonsi se ne hanno alcuni esempi. In particolare, con la carta geologica di nuovo impianto reperibile sul sito web della Regione Toscana sono state rilevate quelle che classicamente erano le formazioni riconducibili a:

- Formazione di Villa a Radda
- Pietraforte
- Formazione di Sillano
- Flysch di Monteverdi Marittimo.

2.2.1.1 Argille varicolori con calcari *AVA* (Cretacico)

Si tratta di una Formazione a prevalente litologia argillitica con colori dal rosso al verde fino al grigio, contenente straterelli di arenarie calcaree e calcari verdastri o grigi. I fossili forniti dalle Argille varicolori con calcari hanno fornito un'età riferibile al Cretacico.

2.2.1.2 Arenarie e siltiti silicoclastiche – carbonatiche *PTF* (Cretacico)

Si tratta di una formazione composta, dal punto di vista litologico, da arenarie quarzoso – calcaree, gradate, spesso grossolane alla base, di colore giallastro per ossidazione, passanti a peliti grigio-scure e grigie, ad argilloscisti di colore grigio scuro, siltosi e scagliosi, e a calcari marnosi giallastri, peraltro piuttosto rari. L'età è Cretacico.

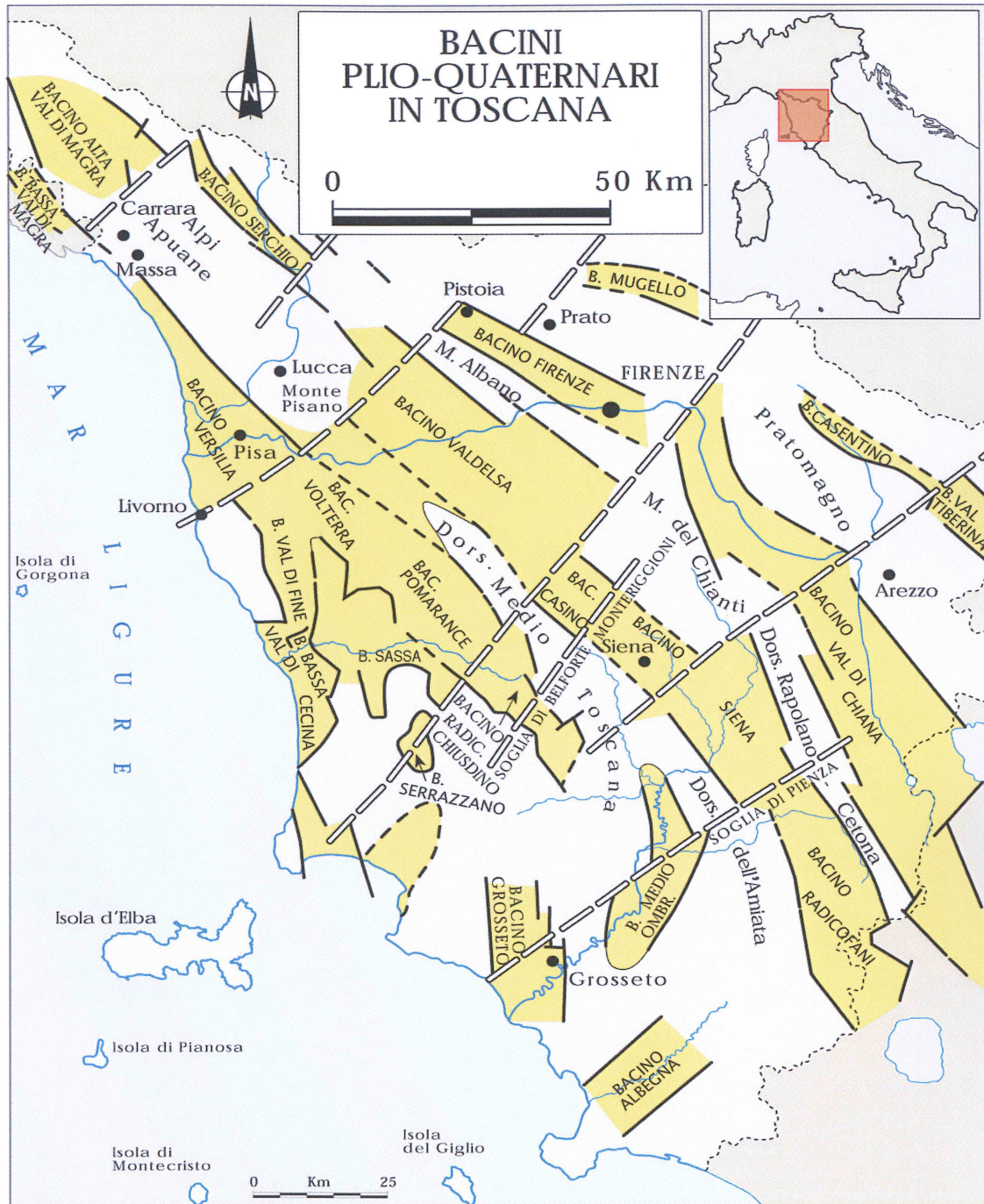


Figura 2 - Distribuzione dei principali bacini di sedimentazione neogenici in Toscana (da AA.VV. - Atlante dei dati biostratigrafici in Toscana).

2.2.1.3 Argilliti grigio – bruno e calcilutiti *FIA* (Cretacico sup. - Paleocene)

La Formazione, dal punto di vista litologico, è costituita da argilliti varicolori con irregolari intercalazioni di arenarie quarzose - calcaree e calcareniti finemente stratificate, di marne e calcari marnosi grigio chiari. Nelle facies più comuni le argilliti sono prevalenti; altre facies abbastanza diffuse sono formate da una maggiore quantità di arenarie fittamente interstratificate con argilliti grigie con o senza rare intercalazioni di calcari marnosi e marne. A seguito della prevalente natura argillitica, la formazione presenta spesso una deformazione tettonica, rendendo difficile la definizione dello spessore originario che, comunque, dovrebbe aggirarsi su qualche centinaio di metri. I microfossili situati nei livelli calcarei e marnosi permettono di determinare un'età compresa tra il Cretacico superiore ed il Paleocene.

2.2.1.4 Flysch di Monteverdi Marittimo *MTV* (Cretacico sup. - Paleocene)

Si tratta di un flysch a Helminthoidi costituito da torbiditi calcareo – marnose, organizzate in strati spessi e molto spessi a base calcarenitica oppure arenaceo calcariferi, da fini a molto fini, caratterizzati da laminazione piano parallela oppure debolmente ondulata ed interstrati argillitici. Al tetto possono essere presenti localmente marne rosate. L'età è Cretacico superiore – Paleocene.

2.2.2 Depositi lacustri del Turoliano inf.

2.2.2.1 Argille con intercalazioni di arenarie e conglomerati *FOS* (Turoliano inf.)

La Formazione in esame è denominata anche Argille del Torrente Fosci ed è sinonimo, tra gli altri, di Argille lignitifere lacustri, Argille lacustri, Argille spesso lignitifere ... La Formazione in oggetto è costituita da argille di colore grigio, di aspetto massiccio, talvolta caratterizzate da intercalazioni di arenarie, conglomerati minuti e marne. Talvolta le arenarie possono essere di colore giallo – ocra; talvolta possono essere presenti livelli e lenti di lignite. L'età è Turoliano inferiore.

2.2.3 Depositi lacustri e lagunari post – evaporitici messiniani

2.2.3.1 Argille del Casino *SIN* (Turoliano sup.)

Si tratta per lo più di argille e argille marnose azzurre o grigie, con banchi di lignite. La lignite in passato è stata sfruttata dal punto di vista minerario. Nelle ligniti di questa Formazione è stata rinvenuta un'abbondante fauna a molluschi e mammiferi accompagnata da una flora caratteristica di un clima caldo. L'età è Turoliano superiore.

2.2.3.2 Conglomerati poligenici *MESb* (Turoliano sup.)

La formazione è costituita da conglomerati grano - sostenuti costituiti da clasti subarrotondati ed eterometrici. La matrice è sabbiosa o sabbioso – argillosa ed è di colore avana. L'età è Messiniano sup. (Turoliano).

2.2.3.3 Sabbie e arenarie *MESc* (Turoliano sup.)

Si tratta di sabbie e arenarie a grana grossa, mal stratificate e di limitato spessore. L'età è Turoliano.

2.2.4 Depositi marini pliocenici

in Toscana, durante il Pliocene, si è verificata una trasgressione marina molto importante. La sedimentazione non mostra ovunque caratteri uniformi e quindi in alcune aree si rinviene un unico ciclo sedimentario mentre in altre se ne possono osservare due separati tra di loro da una fase di emersione. Il cosiddetto primo ciclo inizia nel Pliocene inferiore e si chiude o nel Pliocene inferiore oppure, in altre aree, nel Pliocene medio. La trasgressione del secondo ciclo, iniziata generalmente nel Pliocene medio, coinvolge anche aree che non erano state coinvolte durante il primo ciclo. Con il Pliocene medio la sedimentazione marina termina in tutta la Toscana; in alcune zone la sedimentazione continua ma con modalità di deposizione di ambiente francamente continentale.

*2.2.4.1 Conglomerati marini poligenici **PLIb** (Zancleano - Piacenziano)*

Si tratta della Formazione dei cosiddetti Conglomerati di Gambassi. Si presentano di regola ben cementati, scarsamente organizzati, con matrice sabbiosa presente in quantità variabile. Lo spessore massimo della Formazione non supera mai i 15 m. In questa Unità si rinvencono spesso resti di Ostreidi e di Pectinidi ed i ciottoli sono spesso forati da organismi litofagi. Le caratteristiche litologiche e paleontologiche indicano, per la Formazione in esame, un ambiente di formazione costiero ad elevata energia. L'età è riferibile all'intervallo Zancleano – Piacenziano.

*2.2.4.2 Argille sabbiose e limi di colore variabile da nocciola a grigio **FAAb** (Zancleano - Piacenziano)*

La Formazione in esame poggia sopra le Argille e argille siltose grigio azzurre localmente fossilifere (FAA). La Formazione è costituita da argille e da argille siltose, talora marnose, di colore grigio e nocciola, in genere ad aspetto massiccio. L'età è Zancleano – Piacenziano.

*2.2.4.3 Argille e argille siltose grigio – azzurre localmente fossilifere **FAA** (Zancleano - Piacenziano)*

La Formazione in oggetto è molto estesa nel territorio comunale di Poggibonsi e poggia in continuità di sedimentazione sulle Unità mioceniche. La Formazione è costituita da argille e da argille siltose, talora marnose, di colore grigio – azzurro o nocciola, in genere di aspetto massiccio. L'età è Zancleano – Piacenziano.

*2.2.4.4 Sabbie e arenarie gialle **PLIs** (Zancleano - Piacenziano)*

La Formazione è costituita prevalentemente da areniti, sabbie e sabbie argillose di colore giallo e giallo arancio ed è piuttosto estesa. Localmente si osservano strati e rare lenti di ciottoli. Intercalati alle sabbie argillose si hanno strati di arenaria e sottili livelli di conglomerati che sfumano in sabbie nocciola. Negli strati presenti è stato possibile effettuare anche alcune misure della giacitura. Sono risultate abbondanti le macrofaune, con presenza predominante di Ostreidi e Pectinidi. L'ambiente di deposizione è marino con profondità

compresa tra la zona neritica esterna ed interna. L'età è Pliocene inferiore (Zancleano – Piacenziano).

*2.2.4.5 Calcareniti e calciruditi bioclastiche **PLIc** (Zancleano - Piacenziano)*

Si tratta di calcari detritico – organogeni di colore giallo, ben cementati e caratterizzati da una stratificazione piano – parallela. La presenza di fossili indica un'età Zancleano – Piacenziano.

2.2.5 Depositi continentali Rusciniati e Villafranchiani

*2.2.5.1 Travertini di Massa Marittima **VILt** (Pliocene - Pleistocene)*

Si tratta di depositi continentali a travertini. La Formazione è piuttosto estesa nella porzione meridionale del territorio comunale. L'età dei Travertini di Massa Marittima è Pliocene – Pleistocene (Villafranchiano).

*2.2.5.2 Conglomerati **VILa** (Rusciniato - Villafranchiano)*

Si tratta di conglomerati del Rusciniato – Villafranchiano compresi tra la Formazione delle Argille con intercalazioni di arenarie e conglomerati (FOS) e quella delle Argille e argille siltose grigio – azzurre localmente fossilifere (FAA).

2.2.6 Depositi pleistocenici

*2.2.6.1 Depositi alluvionali terrazzati **bnb** (Pleistocene medio - superiore)*

Si tratta di Depositi alluvionali terrazzati suddivisi, dal punto di vista della simbologia, evidenziando la litologia prevalente: al di sopra del retino in colore è riportato un simbolo che individua la granulometria prevalente del deposito. Le litologie individuabili sono G ghiaie, S sabbie, L limi e A argille e le loro combinazioni (GL ghiaie e limi, GS ghiaie e sabbie, GSL ghiaie sabbie e limi, LA limi e argille, SL sabbie e limi).

*2.2.6.2 Travertini e calcari continentali **f1b** (Pleistocene medio - superiore)*

Si tratta di travertini in banchi talvolta di dimensioni e spessori minimi e comunque di regola modeste; più spesso si tratta di sabbie e limi. La loro

origine risiede nelle acque calde e ricche di gas solfidrici e di CO₂ che continuano a formare concrezioni travertinose anche attualmente.

2.2.7 Depositi olocenici

I terreni individuati ed appartenenti alla categoria in esame sono:

- terreni di riporto, bonifica per colmata **h5**
- depositi di versante **aa**
- depositi alluvionali attuali **b** (ghiaie, sabbie e limi dei letti fluviali attuali)
- depositi alluvionali recenti terrazzati e non terrazzati **bna** (è importante notare che detti depositi sono stati suddivisi in base alla granulometria. Ciò rappresenta un dettaglio molto importante per le successive cartografie tematiche)
- depositi eluvio – colluviali **b2a** (coperture di materiale a granulometria fine quali limi e sabbie, con rari frammenti litoidi grossolani; processi di alterazione e/o trasporto di entità non precisabile)

2.2.8 Frane

I terreni di questa categoria sono stati individuati e suddivisi sia sulla base del tipo di movimento (Indeterminato, scorrimento, colamento, ...) che sulla base dello stato di attività (indeterminato, stabilizzata, in evoluzione). Sulla Carta geologica sono presenti le seguenti combinazioni:

- frana stabilizzata con movimento indeterminato **a1s**
- frana di colamento stabilizzata **a1s**
- frana con tipo di movimento e stato di attività indeterminato **a1**
- frana in evoluzione con movimento indeterminato **a1z**
- frana di scorrimento in evoluzione **a1z**
- frana di colamento in evoluzione **a1z**

3 LA CARTA GEOMORFOLOGICA (TAVOLA 2)

La Carta geomorfologica (tavola 2g) rappresenta un tematismo che individua, sulla base topografica, le forme del territorio e il loro stato che può essere attivo, quiescente, inattivo. Per la stesura della Carta geomorfologica del territorio del Comune di Poggibonsi sono stati utilizzati i seguenti lavori precedenti:

- Indagini geologico – tecniche a supporto del Piano Strutturale (D.C.R. 94/1985 – D.C.R. 230/1994) redatte dallo studio Geotecno di Firenze nel 1997;
- Suscettibilità e censimento aree in dissesto da frana nel bacino dell'Arno, redatto nel 2007 da parte dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno di Firenze;
- Carta geologica di nuovo impianto, disegnata sulla base topografica in scala 1:10.000 (Regione Toscana);
- alcuni lavori rinvenuti presso l'archivio del Comune di Poggibonsi riguardanti movimenti gravitativi.

I dati ricavabili dai lavori sopra citati sono stati acquisiti e valutati criticamente per mezzo dell'osservazione stereoscopica di foto aeree. Le foto aeree utilizzate sono quelle redatte dallo Studio Barbucci. Il lavoro è proceduto quindi integrando ed aggiornando le osservazioni fatte con le foto aeree, attraverso le immagini delle ortofoto dell'anno 2010. Il lavoro di fotointerpretazione è stato poi seguito da alcuni sopralluoghi effettuati in campo per la verifica ulteriore di alcune situazioni che erano risultate poco chiare dalla visione delle foto aeree.

Dopo avere effettuato la fotointerpretazione ed i sopralluoghi in campo è stato osservato che le informazioni riportate da parte delle indagini geologico – tecniche a supporto al Piano Strutturale vigente sono abbastanza penalizzanti rispetto alla situazione attuale in quanto molte frane attive, sul terreno, non hanno presentato segni di dissesto in atto, e molte frane quiescenti si presentano oggi stabilizzate; inoltre alcune aree cartografate come zone interessate da soliflusso si presentano, ad oggi, coperte da vigneti stabili. La

medesima considerazione può essere fatta per un'area che era stata identificata come caratterizzata da franosità diffusa e che, in seguito al controllo in campo, è risultata come un vigneto in ottimo stato di stabilità. Per quanto detto si è proceduto ad una nuova e totale classificazione dello stato di attività delle forme e delle frane presenti ed anche della tipologia di movimento assegnato ai movimenti gravitativi.

Nella Carta geomorfologica sono state riportate le linee di scarpata di erosione, suddivise in attive ed inattive, ed i movimenti gravitativi, suddivisi per tipologia e stato di attività. A proposito delle frane si rileva che talvolta la corona di frana è ben visibile, altre volte lo è meno. Talora è individuabile l'accumulo al piede. Le tipologie di movimento più frequenti sono le frane di scivolamento che spesso presentano anche una componente rotazionale, specie nei litotipi argillosi. Nei litotipi sabbiosi sono presenti talvolta frane di crollo anche se di dimensione molto limitata e difficilmente cartografabili.

Nella carta è riportata anche un'area di cava come forma di origine antropica.

4 LA CARTA LITOLOGICO-TECNICA E DEI DATI DI BASE (TAVOLA 3)

La cartografia tematica in esame, rappresentata nella tavola 3g, come del resto stabilito anche dal regolamento 53/R/2011, con riferimento ai centri abitati ed alle UTOE potenzialmente interessate da previsioni insediative e infrastrutturali, e sulla base degli elementi geologici rilevati, integrati dalla raccolta dei dati di base geotecnici, debitamente cartografati e allegati, raggruppa i vari litotipi presenti nel territorio comunale in diverse unità litotecniche che, indipendentemente dalla loro posizione stratigrafica e dai relativi rapporti geometrici, presentano caratteristiche tecniche comuni.

Per ciò che riguarda i litotipi lapidei sono state acquisite le informazioni disponibili relativamente alla litologia, alla stratificazione, alla scistosità, al grado di fratturazione e al grado di alterazione.

Per ciò che riguarda i terreni di copertura sono state invece acquisite le informazioni relative allo spessore ed al grado di cementazione, di consistenza, di addensamento.

La suddivisione in unità litotecniche per ciò che concerne i litotipi lapidei è riportata nella figura 3, quella relativa ai materiali sciolti è invece riportata nella figura 4.

LITOTIPI LAPIDEI			
litologia	sigla nella carta geologica	giacitura	unità litotecnica
Argilliti	AVA, FIA	-	1 – argilliti con rari livelletti calcarei oppure con intercalazioni di arenarie quarzose calcaree
Arenarie e Flysch	PTF, MTV	orizzontale, verticale, reggipoggio, franapoggio più inclinato del pendio	2A - litotipi arenacei oppure calcarenitici alternati a siltiti ed argilliti con giacitura stabile
Arenarie e Flysch	PTF, MTV	franapoggio meno inclinato del pendio	2B - litotipi arenacei oppure calcarenitici alternati a siltiti ed argilliti con giacitura potenzialmente instabile
Travertini	VILt, f1b	-	3 - travertini

Figura 3 - Suddivisione in unità litotecniche delle formazioni geologiche relativamente ai litotipi lapidei di cui alla Carta geologica di tavola 1g.

TERRENI DI COPERTURA		
litologia	sigla nella carta geologica	unità litotecnica
Argille	FOS, SIN, FAA, FAAb	A - argille e argille siltose, argille azzurre, argille talvolta lignitifere, di regola ad aspetto massiccio
Sabbie	MESc, PLIs, PLIc	B - sabbie a grana da fine a grossa, talvolta con lenti di ciottoli, talvolta stratificate
Conglomerati	MESb, PLIb, VIa	C - conglomerati talvolta grano sostenuti, eterometrici, spesso cementati
Alluvioni	bnb, bna,	D1 - depositi alluvionali recenti e terrazzati a granulometria estremamente variabile con netta prevalenza di sabbie limose
Depositi e frane	h5, aa, b, b2a, a1s, a1, a1z	D2 - terreni poco consistenti di riporto, di bonifica per colmata, di versante, depositi eluvio – colluviali, accumuli di frana

Figura 4 - Suddivisione in unità litotecniche delle formazioni geologiche relativamente ai materiali sciolti di cui alla Carta geologica di tavola 1g.

Oltre alle unità litotecniche, nella tavola 3g sono stati riportati anche i dati di base. Per la raccolta dei dati di base si è presa visione di tutte le pratiche presenti sia presso l'Ufficio Lavori Pubblici che presso l'Ufficio Urbanistica ed Edilizia del Comune di Poggibonsi; a queste indagini sono state aggiunte quelle già presenti nella Carta litotecnica e dei dati di base e nella relazione di cui alle indagini geologico – tecniche di supporto al Piano Strutturale del 1997, redatte dallo studio Geotecno di Firenze. Le pratiche visionate presso gli uffici comunali sono tutte quelle presentate a partire dal giorno 1 gennaio 2000. La scelta di limitare l'indagine temporalmente è stata dettata dal fatto che in effetti le pratiche con presenza di indagini sono molto numerose e anche perché si è notato che queste diminuiscono fortemente andando a ritroso nel tempo. I dati di base sono stati poi elaborati e scansionati in modo da predisporre n. 7 (sette) tomi suddivisi come riportato in figura 5. Dopo avere scansionato le indagini sono stati eliminati tutti i riferimenti alla proprietà, alla committenza, alla ditta esecutrice ed al tecnico incaricato, rendendo così le schede completamente anonime.

Per ogni scheda predisposta sono stati riportati il numero progressivo, il riferimento alla pratica edilizia, la località di indagine, il progetto cui si riferisce, la quantità ed il tipo di indagini presenti ed il numero dei certificati presenti oltre alla data dell'indagine. Quando si è ritenuto necessario, è stata aggiunta anche una planimetria di dettaglio con l'ubicazione delle varie indagini.

NUMERO TOMO	INDAGINI CONTENUTE
tomo 1/7	indagini da 1 a 32
tomo 2/7	indagini da 33 a 69
tomo 3/7	indagini da 70 a 96
tomo 4/7	indagini da 97 a 121
tomo 5/7	indagini da 122 a 141
tomo 6/7	indagini da 142 a 190
tomo 7/7	indagini da 191 a 237

Figura 5 - Suddivisione dei dati di base nei tomi predisposti.

Sulla carta di tavola 3g sono anche riportate le misure di sismica passiva a stazione singola (HV) le quali sono identificate con una specifica simbologia ed una numerazione separata. I report delle misure eseguite espressamente per la stesura delle presenti indagini geologico tecniche sono riportate in un fascicolo a parte (elaborato 11g) mentre una sintetica schematizzazione dei risultati è riportata nella tabella di figura 9.

5 LA CARTA DELLE AREE A PERICOLOSITÀ GEOLOGICA (TAVOLA 4)

L'Allegato A al D.P.G.R. 53/R/2011 al punto C tratta le valutazioni di pericolosità. Il territorio comunale è stato quindi caratterizzato in funzione dello stato di pericolosità, con l'indicazione degli eventuali condizionamenti alla trasformabilità anche di tipo prescrittivo da assumere nella successiva redazione del Regolamento Urbanistico. Si è proceduto quindi, attraverso le analisi e gli approfondimenti effettuati, alla caratterizzazione delle aree omogenee dal punto di vista delle pericolosità e delle criticità rispetto agli specifici fenomeni che le generano, e ad integrarle eventualmente con quelle già individuate nei piani di bacino.

Nella Carta delle aree a pericolosità geologica (geomorfologica) di tavola 4g sono state utilizzate quattro classi:

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%.

Pericolosità geologica media (G.2): aree in cui sono presenti fenomeni franosi inattivi e stabilizzati (naturalmente o artificialmente); aree con elementi geomorfologici, litologici e giacaturali 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, giacaturali non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di processi morfoevolutivi.

Viste le classi sopra indicate si è proceduto anche alla stesura di una

carta della pendenza dei versanti, di solo lavoro, con la sola soglia del 25% che non risulta tra le cartografie allegate, ma che è stata redatta ed utilizzata per la stesura della Carta delle aree a pericolosità geologica (tavola 4g).

Per la redazione della carta si è iniziato con l'individuazione dalle aree ricadenti nella classe a pericolosità più alta (pericolosità 4), per poi scendere di importanza. Dopo avere attribuito le classi 4 e 3, come previsto dalla norma, è stata attribuita al restante territorio la classe 2, ritenendo che non ci siano gli elementi di garanzia e le condizioni per l'attribuzione della classe 1.

Nella Carta delle aree a pericolosità geologica (tavola 4g) sono state riportate anche le classi P.F.3 e P.F.4 del Piano di Bacino del Fiume Arno – Stralcio Assetto Idrogeologico sia presenti negli stralci disegnati sulla base topografica in scala 1:25.000 (Stralcio n° 109, Stralcio n° 122, Stralcio n° 123, Stralcio n° 124, Stralcio n° 136), che quelli riportati sulla base topografica in scala 1:10.000 (Stralcio n° 637, Stralcio n° 669, Stralcio n° 670, Stralcio n° 671, Stralcio n° 697, Stralcio n° 698, Stralcio n° 700, Stralcio n° 724, Stralcio n° 725, Stralcio n° 726, Stralcio n° 752).

6 LA CARTA IDROGEOLOGICA (TAVOLA 5)

Per una corretta analisi territoriale, lo studio idrogeologico è di regola opportuno. Per un adeguato studio idrogeologico il primo passo da fare è quello di procedere all'individuazione della permeabilità K delle rocce e dei terreni affioranti, in quanto da questa dipendono in gran parte la distribuzione e la circolazione idrica del sottosuolo.

La permeabilità dei terreni affioranti nel territorio del Comune di Poggibonsi non è stata misurata né in laboratorio né in campo, ma è stata stimata sulla base degli elementi da cui questa dipende (densità del reticolo idrografico, distribuzione e portata delle sorgenti, litologia delle formazioni geologiche, informazioni derivate dai pozzi e strutture delle formazioni geologiche). Le classi di permeabilità derivate da questa analisi non forniscono quindi valori numerici del coefficiente di permeabilità k , ma solamente indicazioni di tipo qualitativo.

Le formazioni geologiche che sono presenti nel territorio comunale e che sono state individuate durante il rilevamento sono state accorpate secondo la loro permeabilità, con i criteri riportati nella figura 6. Per ciò che riguarda i litotipi lapidei la permeabilità è derivata dalla porosità acquisita successivamente alla loro formazione, di regola per fratturazione; viceversa per quanto riguarda i terreni sciolti la permeabilità è dovuta alla loro porosità primaria, acquisita cioè durante la loro deposizione. Tra i terreni presenti nel territorio indagato i migliori ed i maggiormente diffusi per reperire le risorse idriche di sottosuolo sono ovviamente le alluvioni recenti, deposte dai corsi d'acqua più importanti. Si tratta in particolare dei depositi del cosiddetto acquifero del Fiume Elsa, che affiorano complessivamente per una superficie di 93,1 kmq di cui circa 31,8 kmq all'interno del territorio della Provincia di Siena, 58,7 kmq all'interno della Provincia di Firenze ed i restanti 2,6 kmq all'interno della Provincia di Pisa¹.

1 Gran parte dei dati di cui all'acquifero del Fiume Elsa sono ripresi da: *Barazzuoli et alii*, 2009 – PTC Provincia di Siena 2009. Indagini Geologico – Applicate. Relazione Finale e Allegati Tecnici.

PERMEABILITÀ PER POROSITÀ PRIMARIA		PERMEABILITÀ	PERMEABILITÀ PER POROSITÀ SECONDARIA	
a	FOS, SIN	molto bassa	1	AVA, FIA
b	FAA, FAAb	bassa	2	-
c	MESb, PLIs, aa, h5, b2a, a1s, a1z, bna (L, LA)	media	3	PTF, MTV, VILt
d	MESc, PLIb, PLIc, VILa, bnb (SL), b (SL), bna (SL)	alta	4	-
e	bnb (G, GS), b (GSL), bna (G, GL, GS, S)	molto alta	5	f1b

Figura 6 - Suddivisione in classi di permeabilità dei terreni affioranti nel territorio del Comune di Poggibonsi. Le sigle si riferiscono a quelle di cui alla Carta geologica di tavola 1.

L'acquifero del Fiume Elsa è presente all'interno dei terreni depositi nel Quaternario: si tratta di terreni con granulometria che passa da limi a sabbie e a ghiaie. Chiaramente, le aree migliori per reperire acqua di sottosuolo sono quelle dotate di maggiore permeabilità e dunque proprio quelle caratterizzate da una granulometria di maggiori dimensioni. I pozzi presenti nel territorio del Comune di Poggibonsi, secondo i dati presenti nella relazione già citata di *Barazzuoli et alii*, 2009, e dunque censiti all'anagrafe dei pozzi della Provincia di Siena, sono 326 suddivisi come in figura 7.

USO DEL POZZO	QUANTITÀ
potabile	3
irriguo	16
industriale	10
domestico	32
promiscuo	201
Non conosciuto	64
TOTALE	326

Figura 7 - Suddivisione per utilizzo dei 326 pozzi censiti all'anagrafe dei pozzi della Provincia di Siena, perforati nell'acquifero del Fiume Elsa nel territorio del Comune di Poggibonsi.

7 LA CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA (MOPS - TAVOLA 6) E LA CARTA DELLE FREQUENZE FONDAMENTALI DEI DEPOSITI (TAVOLA 12)

7.1 Generalità

Le carte in oggetto sono state redatte solamente per le aree dei centri abitati definite assieme all'Amministrazione Comunale e con i consigli dei funzionari del Genio Civile di Siena e del Dipartimento di Sismica della Regione Toscana. La Carta delle MOPS viene redatta sulla base delle informazioni esistenti e finalizzate alla conoscenza del territorio sotto il profilo geologico e geomorfologico di cui alle precedenti tavole 1g (Carta geologica) e 2g (Carta geomorfologica) e con l'ausilio di n. 40 misure di sismica passiva a stazione singola. La redazione della Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS), quindi, è fatta secondo le specifiche tecniche definite negli "Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica", redatti dalla Presidenza del Consiglio dei Ministri e dal Dipartimento della Protezione Civile, nonché sulla base delle specifiche tecniche di cui all'O.D.P.C.M. 3907/2010. Lo studio di Microzonazione Sismica necessario in questa fase è quello di livello 1, che consiste esclusivamente in una raccolta organica e ragionata di dati di natura geologica, geofisica e geotecnica e delle informazioni preesistenti 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 appunto alla realizzazione della carta tematica in esame. Gli studi di Microzonazione Sismica hanno l'obiettivo di individuare ad una scala comunale le zone in cui le condizioni locali possono modificare le caratteristiche del moto sismico atteso o possono produrre deformazioni permanenti rilevanti per le costruzioni, per le infrastrutture e per l'ambiente.

7.2 Le misure di sismica passiva a stazione singola

7.2.1 Introduzione

La prova in questione è nota con il nome H/V e fu sperimentata per la prima volta da Nogoshi e Igarashi nel 1970, ma è stata poi diffusa successivamente, nel 1989, da Nakamura (infatti la prova viene anche definita come metodo di Nakamura). La prova consiste in una valutazione sperimentale del rapporto di ampiezza esistente tra la media delle componenti orizzontali e di quella verticale delle vibrazioni ambientali (sismica passiva) misurate in un determinato punto della superficie terrestre tramite un sismometro a tre componenti (due orizzontali perpendicolari tra loro ed una verticale). Da quanto detto si capisce anche perché il metodo venga definito come prova HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio) oppure HVSNR (Horizontal to Vertical Spectral Noise Ratio). Le vibrazioni che vengono misurate sono i cosiddetti microtremori e sono l'effetto di una molteplicità di sorgenti le quali sono attive per una molteplicità di frequenze, anche se quelle che interessano a fini ingegneristici sono generalmente quelle comprese nell'intervallo 0,5 – 20 Hz. Le principali sorgenti sono sia di origine antropica (traffico veicolare, attività industriale, rumore urbano in genere, ...) che naturale (onde marine, perturbazioni atmosferiche, cicloni oceanici, tremori vulcanici, ...). Durante l'acquisizione vanno rispettate una precisa metodologia ed alcune accortezze per fare in modo che il dato sia statisticamente corretto.

7.2.2 Misurazioni effettuate

L'acquisizione è stata condotta in n. 40 (quaranta) punti che sono stati scelti sulla base della distribuzione omogenea sia areale che nelle diverse situazioni geologico stratigrafiche allo scopo di ottenere una casistica più completa possibile. Le misure sono state effettuate con uno strumento denominato Gemini 2 prodotto dalla ditta Pasi di Torino. Il Gemini 2 è un acquisitore dati HVSR costituito da una terna di geofoni con frequenza di risonanza di 2 Hz, accoppiati sia meccanicamente che elettricamente e da un acquisitore di dati a 24 bit reali appositamente progettato. Per il suo

funzionamento in campagna il Gemini 2 viene collegato ad un computer portatile tramite un'interfaccia USB. Come già detto i tre geofoni interni sono orientati secondo una terna di assi cartesiani, assumendo la convenzione descritta nelle linee guida del Progetto S.E.S.AM.E.²: l'asse Z corrisponde al geofono verticale (direzione Up-Down), l'asse X e l'asse Y corrispondono rispettivamente al geofono orizzontale (direzione East-West) e al geofono orizzontale (direzione North-South).



Figura 8 - Sismometro tricomponente Gemini 2 prodotto dalla ditta Pasi di Torino utilizzato per l'acquisizione delle vibrazioni ambientali per la prova H/V. Si nota il sismometro (colore arancione) e il computer portatile. Il sismometro è accoppiato con il terreno a mezzo di piedini appuntiti infissi a terra.

Esistono delle linee guida (progetto S.E.S.AM.E. citato in precedenza) che danno precise raccomandazioni sia sul metodo di acquisizione che

² Il Progetto Sesame (Site EffectS assessment using AMbient Excitations) si è occupato della stima del rischio sismico specie in riferimento alle aree urbane e si è focalizzato su studi a basso costo uno dei quali è appunto il cosiddetto metodo di Nakamura.

sull'interpretazione delle misure H/V (<http://sesame-fp5.obs.ujf-grenoble.fr/index.htm>).

Come detto sono state effettuate misurazioni in n. 40 (quaranta) punti del territorio comunale di Poggibonsi. In ogni punto sono state fatte almeno due misurazioni della durata di trenta minuti, a duecento hertz. Talvolta si è proceduto ad una terza misura qualora le prime due avessero mostrato problemi nella fase di interpretazione. Per ogni misura è stata compilata una scheda con i dati più importanti del sito e delle condizioni ambientali e meteorologiche. Nell'elaborato individuato come 11g sono riportati i report delle misure e delle successive elaborazioni effettuate.

7.2.3 Risultati

I risultati ottenuti dall'elaborazione delle misure HV sono riportati sinteticamente nella tabella di figura 9. Il primo dato che è possibile interpretare è che in 17 misurazioni delle 40 effettuate, quindi nel 42,50% dei casi, non è presente un picco di frequenza. L'assenza del picco di frequenza può essere interpretata come la mancanza di un orizzonte di contrasto che determini una brusca variazione delle velocità delle onde sismiche. Le altre 23 misure effettuate hanno permesso di riconoscere picchi di frequenza compresi tra 0,1 e 11 Hz, anche se solamente in due misurazioni è stato superato nettamente il valore di 1,4 Hz (rispettivamente 3,5 Hz nella misura n. 6 e 11,4 Hz nella misura n. 26). Una indicazione che si può dedurre dalla lettura della tabella, nella quale le misure sono numerate andando da nord a sud nel territorio comunale, è che vi sono grossolanamente due settori. Il settore centro settentrionale interessato da frequenze di picco comprese tra 0,3 e 0,8 Hz, corrispondenti alla presenza di un basamento posto ad una profondità nettamente superiore a 100 m (0,3 Hz potrebbe corrispondere ad una profondità compresa tra 300 e 400 m). Il settore meridionale invece è caratterizzato da frequenze che oscillano attorno a 1 Hz (da 0,7 a 1,4 Hz) è quindi corrispondenti alla presenza di un substrato compreso orientativamente tra 75 e 125 m.

TERRA & OPERE S.R.L.
SOCIETÀ D'INGEGNERIA
CONSULENZE GEOLOGICHE

n. misura	frequenza	ampiezza	criteri S.E.S.A.M.E.		classificazione secondo Albarello e Castellaro	note
			H/V Curve	H/V Peak		
1	-	-	-	-	A2	prima misura
2	0,6±0,1	3,1±0,6	yes	V no	A1	prima misura
3	-	-	-	-	A2	prima misura
4	-	-	-	-	B2	prima misura
5	-	-	-	-	C2	prima misura
6	3,5±1,1	3,5±0,8	yes	V no	B1	seconda misura
7	0,3±0,1	2,6±0,3	yes	V no	B1	prima misura
8	0,3±0,2	2,6±0,5	yes	V no	A1	prima misura
9	-	-	-	-	B2	prima misura
10	-	-	-	-	A2	prima misura
11	0,4±1,1	2,1±0,3	yes	V no	A1	seconda misura
12	-	-	-	-	B2	seconda misura
13	0,3±0,1	2,3±0,2	yes	I no	A1	seconda misura
14	0,4±0,1	2,7±0,4	yes	I no	A1	terza misura
15	0,8±0,2	3,4±0,8	yes	I and V no	B2	seconda misura
16	0,3±0,1	3,8±0,5	yes	V no	A1	seconda misura
17	0,3±0,1	3,6±0,6	yes	IV no	B1	prima misura
18	-	-	-	-	C2	prima misura
19	-	-	-	-	A1	prima misura
20	0,4±0,1	2,9±0,5	yes	V no	B1	terza misura
21	-	-	-	-	B2	terza misura
22	-	-	-	-	C2	seconda misura
23	0,7±0,1	3,5±0,3	yes	II no	A1	seconda misura
24	-	-	-	-	A2	prima misura
25	-	-	-	-	C2	prima misura
26	11,4±3,1	3,2±0,7	yes	V no	A1	prima misura
27	-	-	-	-	A2	seconda misura
28	-	-	-	-	B2	seconda misura
29	-	-	-	-	B2	seconda misura
30	-	-	-	-	A2	seconda misura
31	0,9±0,4	2,2±0,5	yes	V no	A1	prima misura
32	0,2±0,4	3,1±0,5	yes	V no	A1	prima misura
33	1,0±0,5	2,3±0,2	yes	V no	A1	seconda misura
34	1,3±0,3	2,3±0,2	yes	I and V no	A2	prima misura
35	1,3±0,2	2,1±0,2	yes	I and V no	A2	prima misura
36	1,2±0,2	2,1±0,3	yes	I and V no	A2	seconda misura
37	1,4±0,2	3,0±0,3	yes	I and V no	A2	prima misura
38	1,3±0,5	2,8±0,5	yes	V no	B2	prima misura
39	0,9±0,1	3,5±0,3	yes	V no	B2	seconda misura
40	0,7±0,1	4,6±0,8	yes	yes	A1	prima misura

Figura 9 - Risultati delle misure HV (- picco non presente).

L'informazione determinante nella stesura della Carta delle MOPS ricavata dalle misure HV è che non esiste nel territorio indagato la presenza di un substrato ad una profondità tale da determinare un'amplificazione delle onde sismiche.

Nella tabella di figura 9 oltre al numero della misura effettuata (che è lo stesso presente nella tavola 3g e nella raccolta dei report di cui all'elaborato 11g), alla frequenza del picco e alla sua ampiezza, sono riportate le classificazioni secondo il S.E.S.AM.E. (primi tre criteri riferiti alla curva e ulteriori sei criteri riferiti al picco) e secondo Albarello e Castellaro³. Laddove non è presente un picco di frequenza i dati sono riportati in modo parziale e non sono stati definiti i criteri del S.E.S.AM.E. proprio perché i secondi si riferiscono proprio al picco.

Le misure di frequenza sono state riportate sulla base topografica in scala 1:10.000 nella tavola 12g (redatta sia per quanto riguarda il foglio nord che per quanto riguarda il foglio sud) denominata Carta delle frequenze fondamentali dei depositi. Nella tavola s12g sono riportate tutte le misure di frequenza che sono state effettuate rappresentate mediante un cerchio nel quale il diametro rappresenta il valore dell'ampiezza del picco ed il colore rappresenta la frequenza del picco (che comunque è scritta, quando presente, accanto al cerchio con un numero di colore rosso). Le classi dell'ampiezza di picco cartografate sono tre: comprese tra 2 e 3, comprese tra 3 e 4 e oltre 4. Le classi della frequenza del picco cartografate sono cinque: nessun picco significativo, presenza di un picco con frequenza inferiore a 1 Hz, presenza di un picco con frequenza compresa tra 1 Hz e 2 Hz, presenza di un picco con frequenza compresa tra 2 Hz e 4 Hz e presenza di un picco con frequenza superiore a 4 Hz. Nella tavola 12g sono poi riportati i grafici delle misurazioni effettuate dove può essere letta sia la frequenza che l'ampiezza del picco (quando presente).

3 Albarello D. & Castellaro S. (2011) – *Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola*. In Supplemento alla rivista trimestrale Ingegneria sismica Anno XXVIII – n. 2 – 2011 – pp. 32-62.

7.3 Qualità della carta di livello 1

Secondo le indicazioni dell'appendice 1 dell'allegato A alla Delibera della Giunta Regionale 6 agosto 2012 n. 741 con ad oggetto *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* (pubblicata sul Bollettino Ufficiale della Regione Toscana n. 35 del 29 agosto 2012), deve essere determinata la qualità della carta di livello 1. Tale determinazione viene eseguita con una procedura semi quantitativa rappresentata secondo le indicazioni contenute nella tabella 1 dell'appendice citato e derivante dai calcoli che possono essere sviluppati con la formula seguente:

$$FQ = \left[\frac{100}{\sum_{i=1}^I P_i} \right] \sum_{i=1}^I P_i \left(\sum_{j=1}^{J_i} \frac{S_{ij}}{J_i} \right) = \left[\frac{100}{4} \right] \sum_{i=1}^I P_i \left(\sum_{j=1}^{J_i} \frac{S_{ij}}{J_i} \right)$$

dove:

I = numero di parametri

J_i = numero di indicatori relativi al parametro i-mo

P_i = peso del parametro i-mo

S_{ij} = punteggio relativo all'indicatore j-mo del parametro i-mo

FQ = fattore di qualità (%)

La procedura seguita per la valutazione della qualità della carta è la seguente:

1) viene costruito sull'area investigata nella carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica un reticolato di celle quadrate, tutte uguali, orientate N-S e

E-W, con il lato della lunghezza di 250 m;

2) viene compilata la matrice contenente n. 6 (sei) parametri (carta geologico-tecnica, sondaggi a distruzione, sondaggi a carotaggio continuo, indagini geofisiche, prove geognostiche, misure delle frequenze di sito) ad ognuno dei quali viene assegnato un peso; ogni parametro prevede la possibilità di scegliere fra tre diversi indicatori ai quali verrà assegnato un punteggio che deve essere moltiplicato per il peso corrispondente;

3) la somma dei valori dei parametri permetterà così di stilare una classifica di qualità:

- Classe A, valori superiori a 75%; indicazioni nessuna, carta di livello 1 di ottima qualità;
- Classe B, valori intervallo (50%-74%); indicazioni: migliorare almeno uno dei parametri;
- Classe C, valori intervallo (25%-49%); indicazioni: programmare indagini che mancano o che sono valutate di scarsa qualità;
- Classe D, valori inferiori a 25%; indicazioni: la carta di livello 1 è di scarsa qualità e non risponde ai requisiti minimi richiesti dagli ICMS e dalle suddette specifiche.

Il calcolo sopra descritto è stato sviluppato per mezzo del file presente nel sito web della Regione Toscana in applicazione della formula riportata sopra. Il risultato ottenuto per la qualità della carta in esame è stato di 58,9% e quindi di una carta appartenente alla classe B (figura 10).

FOGLIO DI CALCOLO PER LA VALUTAZIONE DELLA QUALITA' DELLA CARTA DEL LIVELLO DI MICROZONAZIONE SISMICA SULLA BASE DELLE INDAGINI PREGRESSE E/O NUOVE

a	Parametro	4			
b	Carta Geologico tecnica	1	Anno Rilevamento	Progetto	Scala
	<i>Punteggi indicatori</i>		1	0,66	1
	<i>Pesi indicatori</i>		0,33	0,33	0,33
c	Sondaggi a distruzione	0,5	Numero sondaggi	% celle occupate	Num. Sondaggi bedrock
	<i>Punteggi indicatori</i>		1	0,33	0
	<i>Pesi indicatori</i>		0,33	0,33	0,33
d	Sondaggi a carotaggio continuo	1	Numero sondaggi	% celle occupate	Num. Sondaggi bedrock
	<i>Punteggi indicatori</i>		1	0,33	0
	<i>Pesi indicatori</i>		0,33	0,33	0,33
e	Indagini geofisiche	0,5	Numero misure	% celle occupate	% indagini al bedrock
	<i>Punteggi indicatori</i>		1	0,33	0
	<i>Pesi indicatori</i>		0,33	0,33	0,33
f	Prove geotecniche	0,25	Numero prove	% celle occupate	% prove al bedrock
	<i>Punteggi indicatori</i>		1	0,33	0
	<i>Pesi indicatori</i>		0,33	0,33	0,33
g	Misure Frequenze	0,75	Numero misure	% celle occupate	Classe di affidabilità
	<i>Punteggi indicatori</i>		1	0,33	0,66
	<i>Pesi indicatori</i>		0,33	0,33	0,33

Inserire il valore *solo* nelle celle colorate in viola

Tabella 1 – Quadro riassuntivo dei parametri e dei relativi indicatori con l'attribuzione dei pesi e dei punteggi

Parametro (peso parametro)	Peso Indicatore	Indicatore	Valutazione indicatore (punteggio)			
			Nulla (0)	Bassa (0,33)	Media (0,66)	Alta (1)
Carta geologico-tecnica (1)	0,33	Anno rilevamento	No data	< 2000		> 2000
	0,33	Progetto	No data	Altro	Allegato piano urbanistico	Ad hoc
	0,33	Scala rilevamento	No data	50.000-25.000	25.000-11.000	10.000-2.000
Sondaggi a distruzione (0,50)	0,33	Numero di sondaggi a distruzione	No data	1-5	6-10	>10
	0,33	Percentuale di celle occupate da sondaggi a distruzione	No data	1-33%	34-66%	>66%
	0,33	Numero sondaggi che arrivano al substrato rigido	No data	1-5	6-10	>10
Sondaggi a carotaggio continuo (1)	0,33	Numero di sondaggi a carotaggio	No data	1-5	6-10	>10
	0,33	Percentuale di celle occupate da sondaggi a carotaggio	No data	1-33%	34-66%	>66%
	0,33	Numero sondaggi che arrivano al substrato rigido	No data	1-5	6-10	>10
Indagini geofisiche (0,50)	0,33	Numero di misure	No data	1-5	6-10	>10
	0,33	Percentuale di celle occupate da indagini	No data	1-33%	34-66%	>66%
	0,33	Percentuale indagini che arrivano al substrato rigido	No data	1-33%	34-66%	>66%
Prove geotecniche in situ (Prove Penetrometriche, ecc.) e di laboratorio (0,25)	0,33	Numero di prove	No data	1-5	6-10	>10
	0,33	Percentuale di celle occupate da prove	No data	1-33%	34-66%	>66%
	0,33	Percentuale prove che arrivano al substrato rigido	No data	1-33%	34-66%	>66%
Misure delle frequenze del sito (0,75)	0,33	Numero di misure	No data	1-5	6-10	>10
	0,33	Percentuale di celle occupate da misure	No data	1-33%	34-66%	>66%
	0,33	Classe di affidabilità misure (Albarelli et al)*	No data	Classe A < 33%	Classe A 34-66%	Classe A >66%

* D. Albarelli, C. Cesi, V. Eubli, F. Guerin, E. Lunedi, E. Paolucci, D. Pileggi, L.M. Pizzilli - Il contributo della sismica passiva nella microzonazione di due macroaree abruzzesi. In stampa su Boll. Geofis. Teor. Appl.

a	25	punteggi parziali
b	0,88	21,9
c	0,22	5,5
d	0,44	11,0
e	0,22	5,5
f	0,11	2,7
g	0,49	12,3
Tot	58,9	58,9

buona qualità - classe B

CLASSE	VALORI	INDICAZIONI
A	≥ 75%	Carta di livello 1 di ottima qualità
B	50%-74%	Sarebbero auspicabili migliorare almeno uno dei parametri
C	25%-49%	Sarebbero auspicabili ulteriori indagini che mancano o che sono valutate di scarsa qualità
D	≤ 25%	Carta di livello 1 di scarsa qualità: non risponde ai requisiti minimi richiesti da ICMS08 e Linee Guida Regione Toscana

REGIONE
TOSCANA



Figura 10 - Valutazione della qualità della carta di livello 1: buona qualità – classe B – 58,9%.

7.4 Stesura della Carta delle MOPS

L'elaborazione eseguita ha portato alla stesura di una legenda, nella quale sono riportati i tre grandi gruppi che caratterizzano il territorio comunale:

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

Nel dettaglio poi sono state eseguite altre suddivisioni dei tre gruppi principali, sempre seguendo l'O.D.P.C.M. 3907/2010 e, in generale, gli Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica redatti dalla Presidenza del Consiglio dei Ministri e dal Dipartimento della Protezione Civile. In particolare nel territorio del Comune di Poggibonsi che è stato indagato non vi sono aree che ricadono nelle cosiddette zone stabili. Tra le zone stabili suscettibili di amplificazione sismica sono state individuate diciotto diverse tipologie di situazioni. Per determinare queste diverse tipologie sono state fondamentali le sezioni litostratigrafiche di tavola 10g e distribuite in modo omogeneo nell'area indagata. Si tratta di sezioni litostratigrafiche nelle quali sono riportate le informazioni derivanti dalla carta geologica. La scala orizzontale delle sezioni è 1:10.000 mentre quella verticale è 1:5.000. Ciò, anche se di solito è da evitare perché porta ad una accentuazione delle pendenze rendendo "irreali" certi rapporti stratigrafici, si è reso necessario a causa dello spessore limitato di alcuni terreni che non sarebbero stati visibili ad una scala di minore dettaglio. Infine, tra le zone suscettibili di instabilità sono state evidenziate le instabilità di versante, le aree potenzialmente soggette a liquefazione, le aree in cui sono

possibili cedimenti differenziali.

Un ragionamento a questo punto richiede la scelta fatta di considerare tutte le alluvioni recenti di fondovalle potenzialmente liquefacibili. La scelta è stata operata in quanto in studi di microzonazione sismica di livello 1 si devono utilizzare dati esistenti che notoriamente sono distribuiti in modo casuale e soprattutto nelle aree urbanizzate. La distribuzione delle informazioni di sottosuolo non è sufficiente a portare alla definizioni di aree che possono essere soggette a liquefazione rispetto ad aree che non lo sono. Piuttosto che lasciare un dubbio su un tema di tale importanza si è preferito individuare come potenzialmente liquefacibili tutte le alluvioni recenti rimandando alle eventuali fasi successive gli approfondimenti che si renderanno necessari.

Anche di questa tavola, sebbene redatta solamente per i centri urbani maggiormente significativi, sono stati predisposti in due fogli nord e sud.

8 LA CARTA DELLE AREE A PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE (TAVOLA 7)

La cartografia tematica in esame deriva direttamente dall'analisi e dalla valutazione di quanto è emerso acquisendo i dati relativi alla geologia, alla geomorfologia e ai dati di base, in quanto è sulla base di tali elementi che sono desunte le aree ove possono verificarsi effetti locali o di sito. L'elaborazione che sta a monte della Carta delle aree a pericolosità sismica è uno studio di Microzonazione Sismica di livello 1, elaborato secondo i criteri definiti nelle specifiche tecniche di cui all'O.D.P.C.M. 3907/2010 e definiti negli Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica redatti dalla Presidenza del Consiglio dei Ministri e dal Dipartimento della Protezione Civile. La redazione degli studi di Microzonazione Sismica di livello 1 è obbligatoria per tutti i comuni, ad eccezione di quelli classificati in zona sismica 4, che intendono predisporre, tra gli altri, nuovi piani strutturali (come nel caso del Comune di Poggibonsi). La cartografia tematica corrispondente è quella delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS) di cui è stato trattato nel paragrafo precedente. Tale studio, come previsto dalle norme, è stato realizzato in corrispondenza dei centri urbani maggiormente significativi. Lo studio di Microzonazione Sismica di livello 1 ha la finalità di determinare nella pianificazione attuativa scelte mirate e idonee che tendano ad assicurare la riduzione del rischio sismico. La cartografia delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS), prodotta con gli elaborati previsti per il livello 1, consente di identificare le aree per le quali non sono richiesti studi di approfondimento ed al momento di predisporre la sintesi delle informazioni derivanti da detto studio vengono valutate le condizioni di pericolosità sismica dei centri urbani studiati secondo le seguenti graduazioni di pericolosità:

Pericolosità sismica locale molto elevata (S.4): zone suscettibili di instabilità di versante attiva che pertanto potrebbero subire una accentuazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; terreni suscettibili di liquefazione dinamica in comuni classificati in zona sismica 2;

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 caratterizzate 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);

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.

Per la redazione della carta si è iniziato con l'individuazione dalle aree ricadenti nella classe a pericolosità più alta (pericolosità 4) poi scendendo di importanza attribuendo le classi 3, 2 ed 1. Ad ogni area corrisponde una sola classe di pericolosità.

Anche di questa tavola, sebbene redatta solamente per i centri urbani maggiormente significativi, sono stati predisposti in due fogli nord e sud.

9 LA CARTA DELLE AREE A PERICOLOSITÀ IDRAULICA (TAVOLA 13)

L'Allegato A al D.P.G.R. 53/R/2011 al punto C tratta le valutazioni di pericolosità. Il territorio comunale è stato quindi caratterizzato in funzione dello stato di pericolosità, con l'indicazione degli eventuali condizionamenti alla trasformabilità anche di tipo prescrittivo da assumere nella successiva redazione del Regolamento Urbanistico. Si è proceduto quindi, attraverso le analisi e gli approfondimenti effettuati, alla caratterizzazione delle aree omogenee dal punto di vista delle pericolosità e delle criticità rispetto agli specifici fenomeni che le generano, e ad integrarle eventualmente con quelle già individuate nei piani di bacino. La Carta delle aree a pericolosità idraulica è stata redatta sulla base degli studi effettuati dall'ingegner Alessio Gabbrielli.

Nella Carta delle aree a pericolosità idraulica di tavola 13g sono state utilizzate quattro classi:

Pericolosità idraulica molto elevata (I.4): aree interessate da allagamenti per eventi con Tr30 anni. Fuori dalle UTOE potenzialmente interessate da previsioni insediative e infrastrutturali, in presenza di aree non riconducibili agli ambiti di applicazione degli atti di pianificazione di bacino e in assenza di studi idrologici e idraulici, rientrano in classe di pericolosità molto elevata le aree di fondovalle non protette da opere idrauliche per le quali ricorrano contestualmente le seguenti condizioni:

- a) vi sono notizie storiche di inondazioni;
- b) sono morfologicamente in situazione sfavorevole di norma a quote altimetriche inferiori rispetto alla quota posta a metri 2 sopra il piede esterno dell'argine o, in mancanza, sopra il ciglio di sponda.

Pericolosità idraulica elevata (I.3): aree interessate da allagamenti per eventi compresi tra $30 < TR < 200$ anni. Fuori dalle UTOE potenzialmente interessate da previsioni insediative e infrastrutturali, in presenza di aree non riconducibili agli ambiti di applicazione degli atti di pianificazione di bacino e in assenza di studi idrologici e idraulici, rientrano in classe di pericolosità elevata le aree di fondovalle per le quali ricorra almeno una delle seguenti condizioni:

- a) vi sono notizie storiche di inondazioni;
- b) sono morfologicamente in condizione sfavorevole di norma a quote altimetriche inferiori rispetto alla quota posta a metri 2 sopra il piede esterno dell'argine o, in mancanza, sopra il ciglio di sponda.

Pericolosità idraulica media (I.2): aree interessate da allagamenti per eventi compresi tra $200 < TR < 500$ anni. Fuori dalle UTOE potenzialmente interessate da previsioni insediative e infrastrutturali, in presenza di aree non riconducibili agli ambiti di applicazione degli atti di pianificazione di bacino e in assenza di studi idrologici e idraulici rientrano in classe di pericolosità media le aree di fondovalle per le quali ricorrono le seguenti condizioni:

- a) non vi sono notizie storiche di inondazioni;
- b) sono in situazione di alto morfologico rispetto alla piana alluvionale adiacente, di norma a quote altimetriche superiori a metri 2 rispetto al piede esterno dell'argine o, in mancanza, al ciglio di sponda.

Pericolosità idraulica bassa (I.1): aree collinari o montane prossime ai corsi d'acqua per le quali ricorrono le seguenti condizioni:

- a) non vi sono notizie storiche di inondazioni;
- b) sono in situazioni favorevoli di alto morfologico, di norma a quote altimetriche superiori a metri 2 rispetto al piede esterno dell'argine o, in mancanza, al ciglio di sponda.

10 CONCLUSIONI

La presente relazione è stata redatta a seguito dell'incarico ricevuto dall'Amministrazione Comunale di Poggibonsi (Provincia di Siena), finalizzato a fornire idonee indagini geologiche e geologico – tecniche di supporto alla variante al Piano Strutturale del Comune. Nella presente relazione sono state descritti gli elaborati prodotti che andranno ad integrare il quadro conoscitivo del Piano Strutturale.

Le tavole sono state tutte redatte alla scala 1:10.000 su due fogli (nord e sud) con una parziale sovrapposizione ad eccezione della tavola delle sezioni litostratigrafiche che hanno una scala di rappresentazione orizzontale 1:10.000 e verticale 1:5.000.

Firenze, 4 luglio 2013

dr. geol. Michele Sani