

# PGT

Comune di Moglia



Piano di Governo del Territorio  
Variante Generale 2024

DP

CG - COMPONENTE GEOLOGICA



PROGETTISTA

**Arch. Luigi Moriggi**  
Iscritto Ordine A.P.P.C. MI n. 7721  
Via G.Zuretti, 25  
20125 Milano (MI)  
Tel. 02.67391366

COLLABORATORI

**Arch. Marco Maffezzoli**  
**Arch. Carola Tosoni**  
**Arch. Elena Padovani**  
**Kinga Kolaczko**

STUDI GEOLOGICI, IDRAULICI,  
IDROGEOLOGICI E SISMICI

**Engeo s.r.l.**  
Carlo Caleffi



IL SINDACO

**Dott. Claudio Bavutti**

IL SEGRETARIO COMUNALE

**Dott. Alessio Testoni**

IL SERVIZIO TECNICO AREA URBANISTICA

**RUP Arch. Alessia Giovanelli**  
**Arch. Ramona Savi**

DELIBERA DI ADOZIONE DEL C.C.  
n° ..... del .....

DELIBERA DI APPROVAZIONE DEL C.C.  
n° ..... del .....

PUBBLICAZIONE SUL B.U.R.L.  
n° ..... del .....

CG  
1.1

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

SCALA: -

DATA: *Novembre 2025*

AGG:

## CG. COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA

DOCUMENTO DI PIANO

## CG.1. ANALISI RICOGNITIVA E CONOSCITIVA

CG.1.1.	Relazione illustrativa	
CG.1.2.	Carta geolitologica .....	1:10.000
CG.1.3.	Carta della litologia di superficie .....	1:10.000
CG.1.4.	Sezioni litostratigrafiche.....	1:20.000/1:1.000
CG.1.5.	Carta idro-geomorfologica .....	1:10.000
CG.1.6.	Carta idrogeologica .....	1:10.000
CG.1.7.	Carta della vulnerabilità del primo acquifero.....	1:10.000
CG.1.8.	Sezioni idrogeologiche .....	1:20.000/1:1.000
CG.1.9.	Schede pozzi a stratigrafia nota	
CG.1.10.	Schede dati geognostici e geofisici	

PIANO DELLE REGOLE

## CG.2. INDICAZIONI GEOLOGICHE DI PIANO

CG.2.1.	Carta della pericolosità sismica locale.....	1:10.000
CG.2.2.	Carta dei vincoli.....	1:10.000
CG.2.3.	Cartografia delle Aree di Pericolosità – PAI – PGRA .....	1:10.000
CG.2.4.	Carta di sintesi .....	1:10.000
CG.2.5.	Carta di fattibilità idrogeologica delle azioni di piano e dei vincoli idrogeologici.....	1:10.000
CG.2.6.	Norme geologiche di attuazione	
	Dichiarazione di asseverazione del PGT	

## SOMMARIO

1.	Premesse .....	5
2.	Fonti bibliografiche .....	9
2.1.	Sistema Informativo Territoriale regionale .....	9
2.2.	Studi e pianificazioni di bacino .....	10
2.3.	Studi e archivi provinciali .....	10
2.4.	Studi e archivi comunali .....	11
2.5.	Principali testi scientifici consultati .....	11
2.6.	Principali siti web consultati.....	13
3.	Riferimenti normativi .....	14
4.	Inquadramento territoriale .....	16
5.	Fase di analisi.....	17

5.1. Caratteri geologici .....	17
5.1.1. Inquadramento strutturale e neotettonica .....	17
5.1.2. Subsidenza .....	22
5.1.3. Carta geolitologica .....	24
5.1.4. Carta della litologia di superficie.....	25
5.1.5. Indicazioni di carattere geotecnico .....	26
5.1.6. Sezioni litostratigrafiche .....	26
5.2. Caratteri pedologici.....	26
5.2.1. Classificazione dei suoli.....	26
5.2.2. Capacità d'uso dei suoli .....	28
5.2.3. Attitudine dei suoli allo spandimento dei liquami .....	32
5.2.4. Attitudine dei suoli allo spandimento dei fanghi di depurazione urbana.....	35
5.2.5. Capacità protettiva dei suoli nei confronti delle acque sotterranee .....	37
5.2.6. Capacità protettiva dei suoli nei confronti delle acque superficiali.....	39
5.2.7. Valore naturalistico dei suoli .....	41
5.3. Caratteri geomorfologici .....	43
5.3.1. Quadro geomorfologico di riferimento.....	43
5.3.2. Carta idrogeomorfologica .....	45
5.3.2.1. Forme naturali .....	46
5.3.2.2. Idrografia.....	46
5.3.2.3. Forme legate ad interventi antropici .....	46
5.4. Caratteri idrogeologici.....	47
5.4.1. Inquadramento idrogeologico .....	47
5.4.1.1. ISS – Idrostruttura Sotterranea Superficiale .....	49
5.4.1.2. ISI – Idrostruttura Sotterranea Intermedia .....	50
5.4.2. Struttura degli acquiferi .....	50
5.4.3. Permeabilità dei depositi superficiali.....	54
5.4.4. Dinamica delle acque sotterranee .....	55
5.4.5. Elaborati grafici .....	57
5.4.5.1. Carta idrogeologica .....	57
5.4.5.2. Sezioni idrostratigrafiche .....	57
5.4.5.3. Carta della vulnerabilità naturale del primo acquifero.....	58
5.5. Caratteri meteo-climatici .....	59

5.5.1. Precipitazioni .....	59
5.5.2. Temperature .....	61
5.5.3. Condizioni termo-pluviometriche .....	64
5.6. Caratteri sismologici .....	65
5.6.1. Carta della pericolosità sismica locale .....	68
5.6.2. Analisi di I livello.....	68
5.6.3. Analisi di II livello.....	70
5.6.4. Analisi di III livello.....	76
6. Fase di sintesi .....	79
6.1. Carta dei Vincoli .....	79
6.1.1. Vincoli derivanti dalla pianificazione di bacino ai sensi della L. 183/89.....	79
6.1.2. Vincoli di polizia idraulica.....	80
6.1.3. Aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile .....	81
6.1.4. Aree assoggettate a specifica tutela D.lgs. 42/2004 .....	81
6.2. Redazione della Carta delle aree di pericolosità – PAI – PGRA .....	82
6.2.1. Recepimento da parte della Regione Lombardia – DGR 6738/2017 .....	83
6.2.2. Piano Territoriale Comprensoriale della Provincia di Mantova .....	86
6.2.3. Documento Semplificato del rischio idraulico .....	86
6.2.4. La Carta PAI-PGRA.....	87
6.3. Carta di sintesi.....	88
6.3.1. Aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico .....	88
6.3.1.1. Area a bassa soggiacenza della falda .....	88
6.3.2. Aree vulnerabili dal punto di vista idraulico .....	88
6.3.2.1. Fascia di deflusso della piena (Fascia A) e aree classificate RP-P3.....	88
6.3.2.2. Aree allagabili per esondazione del Reticolo Principale (RP).....	88
6.3.2.3. Aree allagabili per esondazione del Reticolo Secondario di Pianura (RSP).....	89
6.3.2.1. Aree interessate da possibili esondazioni rare non perimetrabili Reticolo Secondario di Pianura (RSP)	89
6.3.3. Aree che presentano scadenti caratteristiche geotecniche .....	89
6.3.3.1. Area con depositi prevalentemente argillosi .....	89
7. Fase di proposta.....	90
7.1. Carta di fattibilità delle azioni di piano .....	90
7.1.1. Attribuzione delle classi di fattibilità.....	90

7.2. Classi di fattibilità .....	91
7.2.1. Classe 1 (bianca) – Fattibilità senza particolari limitazioni .....	91
7.2.2. Classe 2 (gialla) – Fattibilità con modeste limitazioni .....	91
7.2.3. Classe 3 (arancione) – Fattibilità con consistenti limitazioni .....	92
7.2.4. Classe 4 (rosso) – Fattibilità con gravi limitazioni .....	92
7.3. Ambiti di trasformazione.....	92
7.3.1. ATE01 .....	93
7.3.2. ATE02 .....	94
7.3.3. ATE03 .....	94
7.3.4. ATE04 .....	95
7.3.5. ATR01 .....	95
7.3.6. ATR02 .....	95
7.3.7. ATR03 .....	96
7.3.8. ACE01 .....	96
7.3.9. ACE02 .....	96
7.3.10.ACR01 .....	97
7.3.11.ACR02 .....	97
7.3.12.ACR03 .....	97
7.3.13.ACR04 .....	98
7.3.14.ACR05 .....	98
7.3.15.ARU01 .....	98
7.3.16.ARU02 .....	99
7.3.17.ARU03 .....	99
7.3.18.ARU04 .....	100

## 1. Premesse

Il presente Elaborato CG 1.1 – Relazione illustrativa è un documento della Variante Generale al Piano di Governo del Territorio, ai sensi dell'art. 13 della L.R. 12/05 e s.m.i. denominata "Variante Generale 2024", del Comune di Moglia in Provincia di Mantova.

Più precisamente, fa parte della componente geologica, idrogeologica e sismica redatta in conformità alle metodologie contenute nei criteri attuativi dell'art. 57 della l.r. n. 12 del 2005. I criteri attuativi sono definiti e aggiornati con:

- d.g.r. n. 40996 del 1999 - Legende di riferimento per la cartografia della componente geologica dei PGT
- d.g.r. n. 2616 del 2011 - Criteri per la redazione della componente geologica
- d.g.r. n. 6738 del 2017 - Attuazione del PGRA nel settore urbanistico e della pianificazione dell'emergenza
- d.g.r. n. 470 del 2018 - Semplificazione delle procedure per le varianti di adeguamento al PAI e PGRA
- d.g.r. n. 6314 del 2022 - Modifica delle procedure per l'approvazione degli aggiornamenti ai piani di bacino proposte dai Comuni
- d.g.r. n. 7564 del 2022 - Integrazione dei criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT relativa al tema degli sprofondamenti (sinkhole)
- d.g.r. n. 3007 del 2024 - Studi e dati geografici di riferimento per la componente geologica dei PGT e della pianificazione di protezione civile

Tale componente, in adempimento ai disposti normativi sopracitati, è stata articolata in due parti:

- Ai sensi dell'art. 8, comma 1, lettera c) della l.r. 12/05, nel Documento di Piano del P.G.T. deve essere definito l'assetto geologico, idrogeologico e sismico del territorio ai sensi dell'art. 57, comma 1, lettera a). Il Documento di Piano deve quindi contenere lo studio geologico nel suo complesso;
- Ai sensi dell'art. 10, comma 1, lettera d) della l.r. 12/05, nel Piano delle Regole devono essere individuate le aree a pericolosità e vulnerabilità geologica, idrogeologica e sismica, nonché le norme e le prescrizioni a cui le medesime sono assoggettate.

La metodologia proposta dalla D.G.R. XI/2616 del 30 novembre 2011 e s.m.i. si fonda su tre differenti fasi di lavoro:

1. Fase di analisi, a sua volta suddivisa in:
  - a. Fase di ricerca storica e bibliografica;
  - b. Compilazione della cartografia di inquadramento;
  - c. Predisposizione di studi di dettaglio;
2. Fase di sintesi/valutazione;
3. Fase di proposta.

La sottofase detta "di ricerca storica e bibliografica" è finalizzata ad acquisire una conoscenza, il più approfondita possibile, del territorio in esame, basandosi sulla raccolta dei dati e della documentazione esistente, sia su supporto cartaceo che informatico, il cui elenco completo è consultabile nel cap. 2 del presente documento.

La successiva fase, diretta conseguenza della prima, è quella di "compilazione della cartografia d'inquadramento" ed è consistita nella redazione degli elaborati grafici elencati di seguito:

- CG.1. 2 – Carta geolitologica (scala 1:10.000)

- CG.1. 3 – Carta della litologia di superficie (scala 1:10.000)
- CG.1. 4 – Sezioni litostratigrafiche (scala L=1:20.000, H=1:1.000)
- CG.1. 5 – Carta idro-geomorfologica (scala 1:10.000)
- CG.1. 6 – Carta idrogeologica (scala 1:10.000)
- CG.1. 7 – Carta della vulnerabilità del primo acquifero (scala 1:10.000)
- CG.1. 8 – Sezioni idrostratigrafiche (scala L=1:20.000, H=1:1.000)

I dati geognostici utilizzati per la compilazione dei precedenti elaborati sono raccolti nei seguenti allegati:

- CG.1. 9 – Schede pozzi a stratigrafia nota
- CG.1. 10 – Schede dati geognostici e geofisici

Le fasi successive, caratterizzate da un valore aggiunto apportato dal professionista, hanno portato alla redazione degli elaborati grafici appartenenti al Piano delle Regole, aggiornati e integrati per il presente studio.

In particolare, la sottofase detta “di predisposizione degli studi di dettaglio”, ha portato alla redazione dell’elaborato:

- CG.2. 1 – Carta della pericolosità sismica locale

La fase di “sintesi/valutazione” prevede la raccolta dei più significativi elementi emersi durante la fase di analisi dei numerosi dati geologici, idrologici, idrogeologici e sismici integrandoli con dati derivanti da norme e studi di ordine superiore, ed è risultata nei seguenti elaborati:

- CG.2. 2 – Carta dei vincoli (scala 1:10.000)
- CG.2. 3 – Carta delle aree di pericolosità – PAI – PGRA (scala 1:10.000)

che a loro volta costituiscono la base del seguente elaborato:

- CG.2. 4 – Carta di sintesi (scala 1:10.000)  
la quale fornisce un quadro riassuntivo dello stato del territorio in riferimento alle condizioni di vulnerabilità e pericolosità in atto o potenziali.

Infine, la fase di “proposta” prevede la redazione della carta di fattibilità idrogeologica delle azioni di piano e dei vincoli idrogeologici, attraverso modalità standardizzate (cfr. cap. 7.1.1) di assegnazione della classe di fattibilità agli ambiti omogenei per pericolosità geologica e geotecnica e vulnerabilità idraulica e idrogeologica individuati nella fase di sintesi, al fine di garantire omogeneità e obiettività nelle valutazioni di merito tecnico.

- CG.2. 5 – Carta di fattibilità idrogeologica delle azioni di piano e dei vincoli idrogeologici (scala 1:10.000);

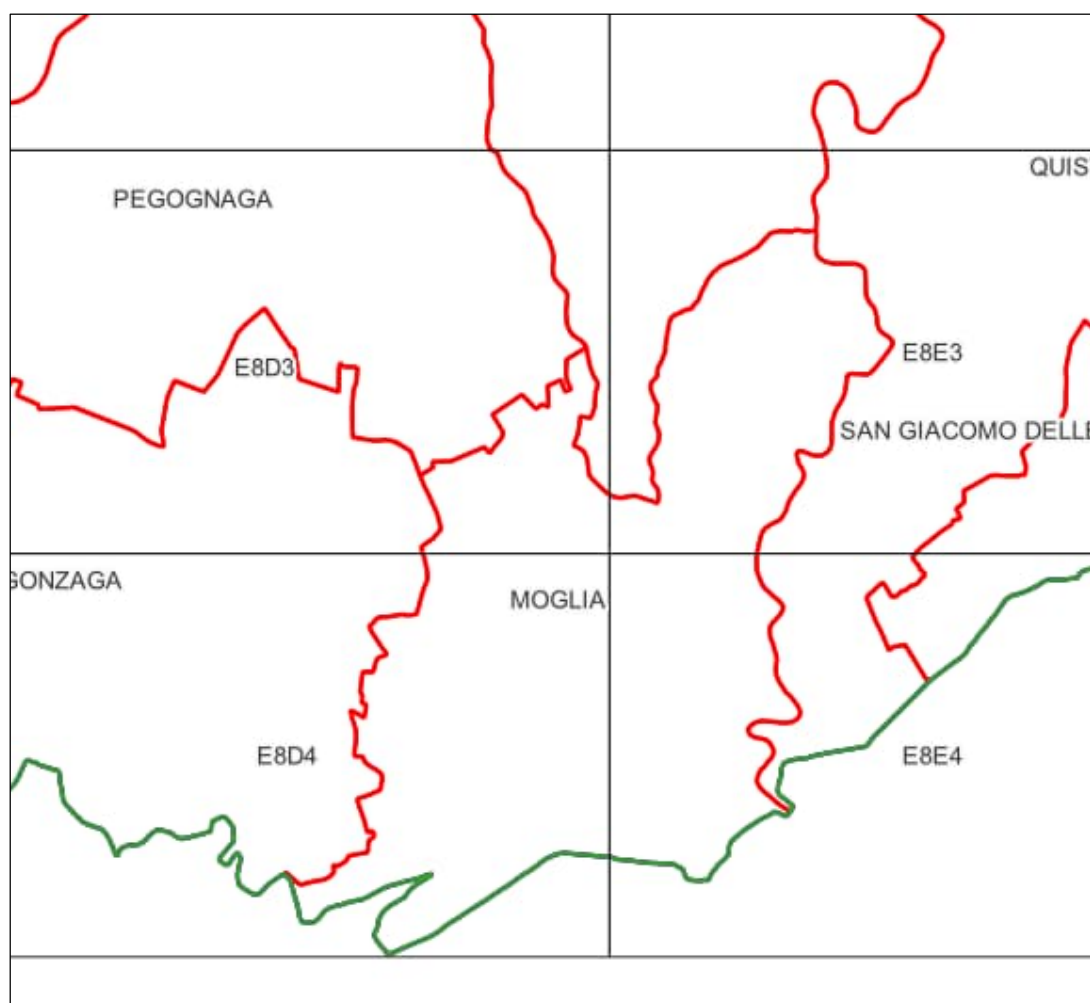
La carta di fattibilità deve essere utilizzata congiuntamente alle “Norme geologiche di attuazione” (cfr. elaborato CG.2.6) che ne riportano la relativa normativa d’uso (prescrizioni per gli interventi urbanistici, studi ed indagini da effettuare per gli



approfondimenti richiesti, opere di mitigazione del rischio, necessità di controllo dei fenomeni in atto o potenziali, necessità di predisposizione di sistemi di monitoraggio e piani di protezione civile).

Gli elaborati cartografici sono stati prodotti, utilizzando come base topografica i seguenti elementi del Database Topografico Regionale in scala 1:10.000:

- E8D3;
- E8D4;
- E8E3;
- E8E4.



**FIGURA 1-1 - INQUADRAMENTO CARTOGRAFICO DEL COMUNE DI MOGLIA**

Tutte le tavole tematiche sono state estese all'intero territorio comunale senza uscire dal confine in quanto si è giudicato che nell'intorno non si possono verificare fenomeni che interferiscono con l'area in esame.



A partire dal 2 ottobre 2023, Regione Lombardia ha emanato il nuovo schema fisico per la redazione e consegna del PGT in formato digitale, approvato con decreto n. 7898 del 26 maggio 2023. Il PGT digitale consegnato, redatto quindi secondo le nuove specifiche tecniche, ha previsto la predisposizione dei livelli informativi richiesti in formato *shapefiles* corrispondenti ai seguenti elaborati della componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT:

- Carta della fattibilità geologica
- Carta della pericolosità sismica locale
- Carta PAI – PGRA

## 2. Fonti bibliografiche

Come indicato nelle premesse, la prima fase dello studio ha comportato una ricerca storica e bibliografica, basata sulla raccolta di documentazione cartacea e/o su supporto informatico, presso i seguenti Enti competenti sul territorio:

- Regione Lombardia;
- Provincia di Mantova;
- Comune di Moglia;
- Consorzio di Bonifica dell' "Emilia Centrale";
- Consorzio di Bonifica "Terre dei Gonzaga in Destra Po";
- Autorità di Bacino Distrettuale del Fiume Po;
- Agenzia Interregionale per il fiume Po.

Nei paragrafi successivi sono indicate tutte le fonti bibliografiche utilizzate.

### 2.1. Sistema Informativo Territoriale regionale

Il Sistema Informativo Territoriale permette di acquisire, aggiornare, elaborare, rappresentare e diffondere dati ed informazioni spazialmente riferiti alla superficie terrestre, forniti dagli Enti di cui sopra.

Il Repertorio Cartografico del Sistema informativo territoriale della Regione Lombardia comprende:

- cartografia e basi informative geografiche;
- cartografia e basi informative tematiche;
- fotografie aeree;
- immagini derivate dalle riprese da telerilevamento aereo o satellitare;
- specifici progetti di settore, finalizzati all'organizzazione di banche dati o di sistemi informativi;
- dati stratigrafici relativi a pozzi, sondaggi, prove penetrometriche e prove indirette.

Banche dati geografici del SIT:

- Banca dati geologica del sottosuolo;
- Basi ambientali della pianura:
- Geomorfologia
- Idrologia
- Litologia
- Basi informative dei suoli
- Database topografico regionale (DBTR)
- DTM 20 – ESRI GRID

- DTM 5x5
- Direttiva alluvioni 2007/60/CE – Revisione 2022
- PAI vigente
- Piano di Tutela e Uso della acque – PTUA 2016
- Piezometrie 2014 degli acquiferi superficiali e profondi
- Reticolo idrografico regionale unificato

Come specificato nel seguito della relazione, per la redazione del presente studio, sono risultati di particolare interesse le seguenti aree tematiche

- Geologia degli acquiferi padani
- Carta dei suoli
- Basi informative ambientali della pianura, contenente un progetto realizzato dall'Ente Regionale di Sviluppo Agricolo della Lombardia (ERSAL), che comprende i seguenti 6 tematismi:
  - l'uso del suolo, realizzato tramite fotointerpretazione di foto aeree eseguite, per conto della Regione, nel 1994,
  - le attività di sfruttamento del territorio relative, in particolare, al suolo,
  - l'idrologia superficiale, con il reticolo idrografico attuale e il riporto del reticolo storico dei principali corsi d'acqua,
  - le rilevanze naturalistiche e paesaggistiche, riguardanti i beni storico-architettonici, ambientali e paesaggistici,
  - la litologia di superficie, con riferimento alle proprietà granulometriche e fisico-chimiche del substrato podologico,
  - la geomorfologia, relativa alla rappresentazione areale, lineare e puntiforme di elementi morfologici caratteristici del territorio.
- Banca dati geologica di sottosuolo

## 2.2. Studi e pianificazioni di bacino

- Piano Assetto Idrogeologico del fiume Po – PAI, approvato con d.p.c.m. del 24 maggio 2001;
- Piano di Gestione Rischio Alluvioni nel bacino del fiume Po – PGRAPo approvato con d.p.c.m. del 27 ottobre 2016 ed oggetto di aggiornamento adottato in data 20 dicembre 2021;
- "Aggiornamento del Piano stralcio per l'assetto idrogeologico del bacino del fiume Po (PAI-Po) e del PGRA del distretto idrografico del fiume Po: Fiume Secchia da Lugo alla confluenza nel fiume Po e torrente Tresinaro da Viano alla confluenza nel fiume Secchia", approvato con decreto n. 49 del 13 aprile 2022 del Segretario Generale dell'Autorità di bacino distrettuale del fiume Po.

## 2.3. Studi e archivi provinciali

Presso l'Amministrazione Provinciale di Mantova è stata raccolta la seguente documentazione:

- "Piano Cave della Provincia di Mantova" approvato con d.c.p. n° 32 del giugno 2018

CG 1.1. RELAZIONE ILLUSTRATIVA	DATA EMISSIONE NOVEMBRE 2025	AGGIORNAMENTO 0	FOGLIO 10
--------------------------------	---------------------------------	--------------------	--------------

- "Programma Provinciale di Protezione Civile" – Provincia di Mantova, 2001
- "Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Mantova" adeguamento 2022 approvato definitivamente con delibera del Consiglio Provinciale n° 10 del 28 marzo 2022 e pubblicato sul BURL n° 20 SAeC del 18 maggio 2022.

## 2.4. Studi e archivi comunali

Presso l'Amministrazione Comunale di Moglia sono stati consultati i seguenti studi:

- "Studio geologico a supporto del Piano di Governo del Territorio" redatto da Engeo s.r.l. nel 2017.
- Documento Semplificato del Rischio Idraulico Comunale, approvato con delibera del Consiglio Comunale di Moglia n° 44 del 29/11/2025.
- Documento di polizia idraulica, approvato con delibera del Consiglio Comunale di Moglia n. 21 del 25.06.2025

## 2.5. Principali testi scientifici consultati

- Amadesi E. et alii (1985) - Stato delle conoscenze sulla geologia della Pianura Padana - M & S litografia, Torino
- Ambrosetti E. et alii (1983) – Neotectonic map of Italy – Quaderni della ricerca scientifica, 114 (4)
- Baraldi F. et alii (1980) - Neotettonica di parte dei fogli Peschiera del Garda (48), Verona (49), Mantova (62) e di tutto il foglio Legnago (63) - CNR Prog.Fin. Geodinamica, pubbl. 356
- Baraldi F., Prandi L., Zavatti A. (1990), Carta di vulnerabilità all'inquinamento degli acquiferi dell'unità idrogeologica: Fiume Mincio-Laghi di Mantova-Anfiteatro Morenico Frontale del Garda-Area pedecollinare, Atti I Convegno Naz. sulla Protezione e Gestione delle Acque Sotterranee: Metodologie, Tecnologie e Obiettivi, vol. I, 20-22 Sett., Marano sul Panaro (Modena)
- Baraldi F. e Zavatti A. (1994) – Studi sulla vulnerabilità degli acquiferi. Volume 5. La Provincia di Mantova. Pitagora Editrice, Bologna
- Beretta G.P. (1986) - "Contributo per la stesura di una carta idrogeologica della Lombardia". Acque sotterranee, n. 4, dicembre, Milano
- Cassano E., Anelli L., Fichera R. e Capelli V. (1986) - Pianura Padana, interpretazione integrata di dati geofisici e geologici - AGIP - 73° congresso Società Geologica Italiana - 29 settembre - 4 ottobre 1986, Roma
- Chardon M. (1975) - Les Préalpes lombardes et leurs bordures. Thèse. Atelier de reproduction des thèses, Lille: 654 pp.
- C.N.R.-I.R.S.A. (1979) – Lineamenti idrogeologici della Pianura Padana. Quaderni I.R.S.A., 28 (II), Roma
- C.N.R.-I.R.S.A. (1981) – Indagine sulle falde acquifere profonde della Pianura Padana. Quaderni I.R.S.A. 51 (II), Roma
- Cremaschi M. (1987). Paleosols and Vetusols in the Central Po Plain (Northern Italy). A study in Quaternary Geology and Soil development. Unicopli, Milano, pp. 316.
- Dondi L., Mostardini F. e Rizzini A. (1982) - Evoluzione sedimentaria e paleogeografica della Pianura Padana - in Cremonini G. e Ricci Lucchi F.: "Guida alla geologia del margine appenninico padano", pp. 205-236, Guida Geol. Reg. S.G.I., Bologna

- Facciorusso J., Madiati C., Vannucchi G. (2013): Confronto tra metodi semplificati di stima del rischio di liquefazione da prove CPT E CPTU. Rapporto 31 marzo 2013. <http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/geologia/temi/sismica/speciale-terremoto>
- Idriss I.M. & Boulanger R.W. (2008): Soil liquefaction during earthquakes
- Iwasaki T., Tokida K., Tatsuoka F., Watanabe S., Yasuda S., Sato H. (1982): Microzonation for soil liquefaction potential using simplified methods. Vol 3. Proc. of the 3rd Int. Conf. on Microzonation, Seattle, pp. 1319-1330
- Marchetti M. & Castaldini D. (2007) - Aspetti geomorfologici e archeologici della Pianura Padana. In MANCASSOLA N. & SAGGIORO F. (a cura di): Medioevo, paesaggi e metodi. Documenti di Archeologia, 42, SAP Società Archeologica s.r.l., Mantova, 87-102
- Martelli L. (2011): Quadro sismotettonico dell'Appennino emiliano-romagnolo e della Pianura Padana centrale. Atti del 30° convegno nazionale GNGTS, Trieste 14-17 novembre 2011, sessione 1.2, 152-156
- Martelli, L. (2012). Liquefaction effects observed in occasion of the 2012 May 20 earthquake in the Emilia plain. 7th European Congress on Regional Geoscientific Cartography and Information Systems (EUREGEO). Bologna, Italy June 12-15, 2012.
- Papani G., Petrucci F., Venzo S. (1967) - Note illustrative della Carta Geologica d'Italia, Foglio 74 Reggio Emilia. Servizio Geologico d'Italia, Roma.
- Pellegrini M. in collaborazione con Gelmini R. (1969) - La pianura del Secchia e del Panaro. - Atti. Soc. Nat. e Mat. di Modena, 100, 53 pp.
- Pellegrini M. e Zavatti A. (1979) – Le falde acquifere della pianura a sud del fiume Po, tra i fiumi Enza e Panaro. Genio Rurale, vol. 42, fasc. 5.
- Pieri, M., Groppi, G. (1981) - Subsurface geological structure of the Po Plain, Italy. C.N.R. Progetto Finalizzato Geodinamica. Pubbl. 414. pp. 1-30
- Regione Lombardia (2001) - "Acque sotterranee in Lombardia. Gestione sostenibile di una risorsa strategica". Azioni per costruire uno sviluppo sostenibile, Milano
- Regione Lombardia, Eni Divisione Agip (2002) - Geologia degli acquiferi Padani della Regione Lombardia, a cura di Cipriano Carcano e Andrea Piccin. S.EL.CA., Firenze
- Ricci Lucchi F., Ciabatti M., Pellegrini M., Veggiani A. (1990) - Evoluzione geologica della Pianura - In Il mondo della natura in Emilia-Romagna - La Pianura e la Costa - Federazione delle Casse di Risparmio e delle banche del Monte dell'Emilia e Romagna - Amilcare Pizzi Ed. - Cinisello Balsamo (MI)
- Robertson P.K. & Cabal K.L. (2010): Estimating soil unit weight from CPT. Proc. of the 2nd Int. Symposium on Cone Penetration Testing, Huntington Beach, CA, USA, May 2010
- Robertson P.K. (2010) Evaluation of Flow Liquefaction and Liquefied Strength Using the Cone Penetration Test, JOURNAL OF GEOTECHNICAL AND GEOENVIRONMENTAL ENGINEERING.
- Sonmez H. (2003) – Modification to the liquefaction potential index and liquefaction susceptibility mapping for a liquefaction-prone area (Inegol-Turkey). Environ. Geology 44(7): 862-871
- Vannucchi G. et alii (2012). Soil liquefaction phenomena observed in recent seismic events in Emilia-Romagna Region, Italy. Ingegneria sismica, 26 Anno XXIX-N. 2-3, 20-30.

- Zhang, G., Robertson, P.K., Brachman, R. (2002) Estimating Liquefaction Induced Ground Settlements from the CPT, Canadian Geotechnical Journal, 39: pp 1168-1180

## 2.6. Principali siti web consultati

- [www.regione.lombardia.it](http://www.regione.lombardia.it) – sito della Regione Lombardia
- [www.provincia.mantova.it](http://www.provincia.mantova.it) – sito della Provincia di Mantova
- <https://www.comune.moglia.mn.it/it> – sito del Comune di Moglia
- [www.agenziapo.it](http://www.agenziapo.it) – sito dell'Agenzia Interregionale per il fiume Po
- [www.adbpo.it](http://www.adbpo.it) – sito dell'Autorità di Bacino Distrettuale del Fiume Po
- [www.geoportale.regione.lombardia.it](http://www.geoportale.regione.lombardia.it) – sito del Geoportale della Lombardia
- <https://www.emiliacentrale.it/> – sito del Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale
- <https://www.gonzagadxpo.it/> – sito del Consorzio di Bonifica "Terre dei Gonzaga in Destra Po"

### 3. Riferimenti normativi

La prevenzione del rischio idrogeologico attraverso una pianificazione territoriale compatibile con l'assetto geologico, geomorfologico e con le condizioni di sismicità del territorio a scala comunale viene attuata in Regione Lombardia dal 1993.

Le deliberazioni n. 5/36147 del 18 maggio 1993, n. 6/37918 del 6 agosto 1998 e n. 7/6645 del 29 ottobre 2001 hanno costituito sino ad ora gli indirizzi tecnici per gli studi geologici a supporto degli strumenti urbanistici generali dei comuni, secondo quanto stabilito dalla l.r. 24 novembre 1997, n. 41, abrogata dalla l.r. 11 marzo 2005, n.12 "Legge per il governo del territorio".

A livello nazionale, inoltre, l'entrata a regime dei piani di bacino previsti dalla legge 183/89, ha contribuito notevolmente a valorizzare il ruolo della pianificazione locale come strumento di base di ogni pianificazione sovraordinata.

Le modifiche costituzionali (modifica del Titolo V) recepite, per quanto attiene agli aspetti urbanistico-territoriali, a livello regionale dalla l.r. 11 marzo 2005, n.12 "Legge per il governo del territorio", impongono un approccio di più alto profilo, con una maggiore assunzione di responsabilità dei professionisti di settore in tutte le fasi del processo di pianificazione.

L'entrata in vigore della "Legge per il governo del territorio" ha quindi modificato profondamente l'approccio culturale alla materia urbanistica passando dal concetto di pianificazione a quello di Governo del Territorio; la conseguente variazione degli atti costituenti lo strumento urbanistico comunale (Piano di Governo del Territorio – P.G.T.), ha imposto una ridefinizione dei criteri tecnici volti alla prevenzione dei rischi geologici, idrogeologici e sismici a scala comunale.

A tal riguardo, la Direzione Generale Territorio e Urbanistica – Unità Organizzativa Tutela e Valorizzazione del Territorio della Regione Lombardia ha redatto i *"Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio, in attuazione dell'art. 57, comma 1, della l.r. 11 marzo 2005, n. 12"*, contenuti nella d.g.r. n. 1566 del 22 dicembre 2005 pubblicata sul Bollettino Ufficiale Regionale n. 13, Edizione Speciale del 28 marzo 2006.

Nella direttiva sono forniti gli indirizzi, le metodologie e le linee guida da seguire per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del territorio comunale, per l'individuazione delle aree a pericolosità geologica e sismica, la definizione delle aree a vulnerabilità idraulica e idrogeologica e l'assegnazione delle relative norme d'uso e prescrizioni; in particolare, vengono in questo atto introdotte nuove linee guida per la definizione della vulnerabilità e del rischio sismico, a seguito della nuova classificazione sismica del territorio nazionale, basate sulle più recenti metodologie messe a punto dalla comunità scientifica.

In seguito, proprio le novità introdotte nel campo della microzonazione sismica dalle nuove "Norme Tecniche per le Costruzioni" approvate con d.m. 14 gennaio 2008 hanno reso necessario l'Aggiornamento dei Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57 della l.r. 11 marzo 2005 n. 12, approvati con d.g.r. 22 dicembre 2005, n. 8/1566" a sua volta approvato d.g.r. 28 maggio 2008, n. 8/7374, pubblicata sul BURL n. 24 2° supplemento straordinario del 12/06/2008.

Tale normativa è stata a sua volta aggiornata secondo quanto riportato nella delibera di giunta regionale 30 novembre 2011 n. IX/2616, pubblicata sul BURL n. 50, serie ordinaria del 15 dicembre 2012.

Inoltre, essa ha lo scopo di rendere coerenti e confrontabili i contenuti degli strumenti di pianificazione comunale con gli atti di pianificazione sovraordinata (PTCP e PAI) e definire, per questi ultimi, le modalità e le possibilità di aggiornamento.

In seguito, la d.g.r. n. IX/6738 del 19 giugno 2017 *"Disposizioni regionali concernenti l'attuazione del piano di gestione dei rischi di alluvione (PGRA) nel settore urbanistico e di pianificazione dell'emergenza, ai sensi dell'art. 58 delle norme di attuazione del piano stralcio per l'assetto idrogeologico (PAI) del bacino del Fiume Po così come integrate dalla variante adottata in data 7 dicembre 2016 con deliberazione n. 5 dal comitato istituzionale dell'autorità di bacino del Fiume Po"* pubblicata sul BURL n. 25 serie ordinaria del 21 giugno 2017 stabilisce le procedure di adozione del PGRA nell'ambito della pianificazione urbanistica.



In ultima istanza, la d.g.r. n. XI/470 del 2 agosto 2018 e la d.g.r. n. XI/6702 del 18 luglio 2022, che abroga la precedente d.g.r. n. 4685 del 10 maggio 2021, integrano e aggiornano la precedente. L'ultima direttiva (d.g.r. 7564 del 2022) è relativa al tema degli sprofondamenti, che non interessano il territorio comunale di Moglia.

#### 4. Inquadramento territoriale

Il territorio comunale di Moglia si estende su una superficie di circa 32 km<sup>2</sup> occupando una porzione dell'Oltrepò mantovano. I confini amministrativi interessano:

- a Nord i comuni di Pegognaga e San Benedetto Po;
- a Ovest il comune di Quistello;
- a Sud i comuni emiliani di Concordia sulla Secchia e Novi, in provincia di Modena, oltre a Rolo e Reggiolo, in provincia di Reggio Emilia;
- a Est il comune di Gonzaga.

Oltre al Capoluogo è presente un solo altro centro abitato significativo: Bondanello.

Ad Est il comune è delimitato dal fiume Secchia, mentre altri corsi d'acqua minori attraversano il territorio comunale. A riguardo, la porzione comunale di Moglia ubicata a sud del canale Parmigiana-Moglia ricade nell'area di competenza del comprensorio del Consorzio di Bonifica dell'"Emilia-Centrale", istituito con Legge della Regione Emilia-Romagna n.5 del 24 aprile 2009 e così denominato con deliberazione della Giunta regionale n. 1141 del 27 luglio 2009.

La porzione a nord del suddetto canale, invece, ricade nell'area di competenza del Consorzio di Bonifica "Terre dei Gonzaga in Destra Po", costituito in data 01/01/2006 dalla fusione del Consorzio Agro Mantovano-Reggiano con il Consorzio di Revere concludendo così la procedura avviata dalla d.g.r. Lombardia n°6/37966 del 06/08/1998.

Il territorio comunale di Moglia è prevalentemente destinato all'uso agricolo; utilizzo che viene praticato da quando sono state eseguite, da parte dei Benedettini, le opere di bonifica nell'area a sud del fiume Po. Le coltivazioni prevalenti sono i seminativi.

Il paesaggio rurale è caratterizzato dalla presenza di cascine distanziate alcune centinaia di metri l'una dall'altra.

Le principali infrastrutture ricadenti in Comune di Moglia sono le strade provinciali: ex S.S. 413, S.P. 92, S.P. 51, S.P. 50, S.P. 47 e S.P. 46.

## 5. Fase di analisi

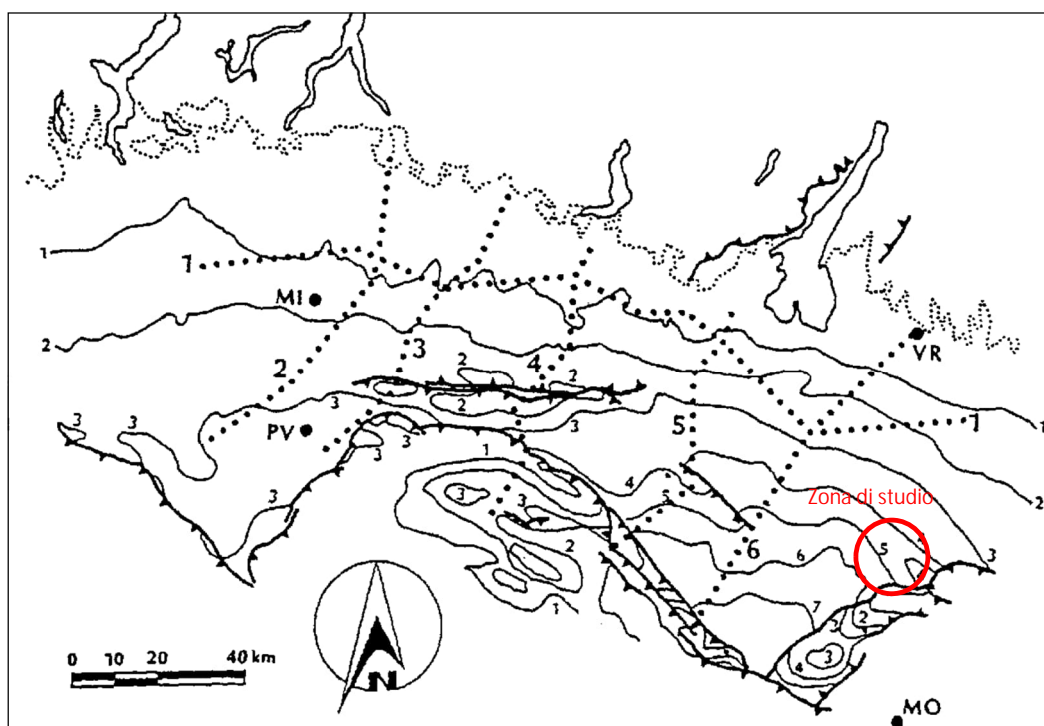
### 5.1. Caratteri geologici

#### 5.1.1. Inquadramento strutturale e neotettonica

Il territorio del Comune di Moglia appartiene al settore centro-meridionale della Pianura Padana, la più grande pianura alluvionale d'Italia, formata da depositi del fiume Po e dei suoi affluenti.

Dal Pliocene ad oggi tale depressione, dal profilo asimmetrico, con minore inclinazione del lato settentrionale, è stata progressivamente colmata da sedimenti dapprima marino-transizionali e quindi strettamente continentali.

Strutturalmente, l'area in esame ricade in un settore monoclinale (Pedialpine Homocline), limitato, a Nord, dal fronte di sovrascorrimento subalpino, il cui lembo esterno corrisponde alla struttura compressiva di Volta Mantovana, e il bordo settentrionale dell'arco occidentale delle Pieghe Ferraresi, appartenenti al fronte di accavallamento esterno dell'Appennino sepolto (ETF). Dorsale Ferrarese che coincide con un alto del substrato mesozoico che modella in profondità la fossa subpadana, e assume l'aspetto di un horst delimitato da un grande fascio arcuato di pieghe e faglie inverse, che da Correggio (RE) si estende fino ad oltre le valli di Comacchio (FE).



**FIGURA 5-1 - SCHEMA TETTONICO STRUTTURALE DELLA PIANURA PADANA (DA PIERI E GROPPi, 1981) (ISOBATE DEL TETTO DEL PLIOCENE IN MIGLIAIA DI METRI)**

L'evoluzione del bacino padano vede, a partire dal Messiniano, la quasi completa cessazione dei movimenti tettonici legati all'edificio alpino. Allo stesso tempo si registra un sensibile spostamento verso Nord-Est del fronte dell'Appennino settentrionale.

Da questo momento le geometrie deposizionali del bacino padano sono strettamente legate ai repentini sollevamenti e movimenti in avanti delle falde Nord Appenniniche e dai lunghi periodi di relativa calma e subsidenza isostatica dei bacini. Il

marginale meridionale del bacino padano, a ridosso del fronte appenninico risente in modo consistente di tali movimenti. Il margine settentrionale risente invece in modo più blando di quanto succede nel bacino. I movimenti sono registrati da superfici di erosione arealmente anche molto estese, dalla riattivazione di strutture mioceniche sepolte e dalla deposizione di livelli detritici fini legati a movimenti eustatici.

Gli studi della successione sedimentaria plio-pleistocenica padana ne hanno messo in evidenza il carattere tendenzialmente regressivo.

Infatti, i depositi torbiditici di mare profondo, presenti alla base, sono ricoperti da un prisma sedimentario all'interno del quale si distinguono le seguenti facies: scarpata, piattaforma esterna, litorale, deltizia/lagunare e fluviale.

I corpi sedimentari presentano due direzioni prevalenti di progradazione: la prima assiale rispetto al bacino Padano, Est vergente, originata dal paleo-delta del Po; la seconda trasversale Sud-Est vergente, originata dai sistemi deltizi ad alimentazione alpina.

Le principali classi di sistemi deposizionali possono essere raggruppate come segue:

- Piana alluvionale ad alimentazione assiale (paleo-Po)
- Conoide alluvionale e piana alluvionale ad alimentazione alpina e appenninica
- Delta ad alimentazione assiale (paleo Po) alpina ed appenninica
- Delta conoide alpino ed appenninico
- Piana costiera
- Piattaforma sommersa
- Scarpate sottomarina
- Piana bacinale.

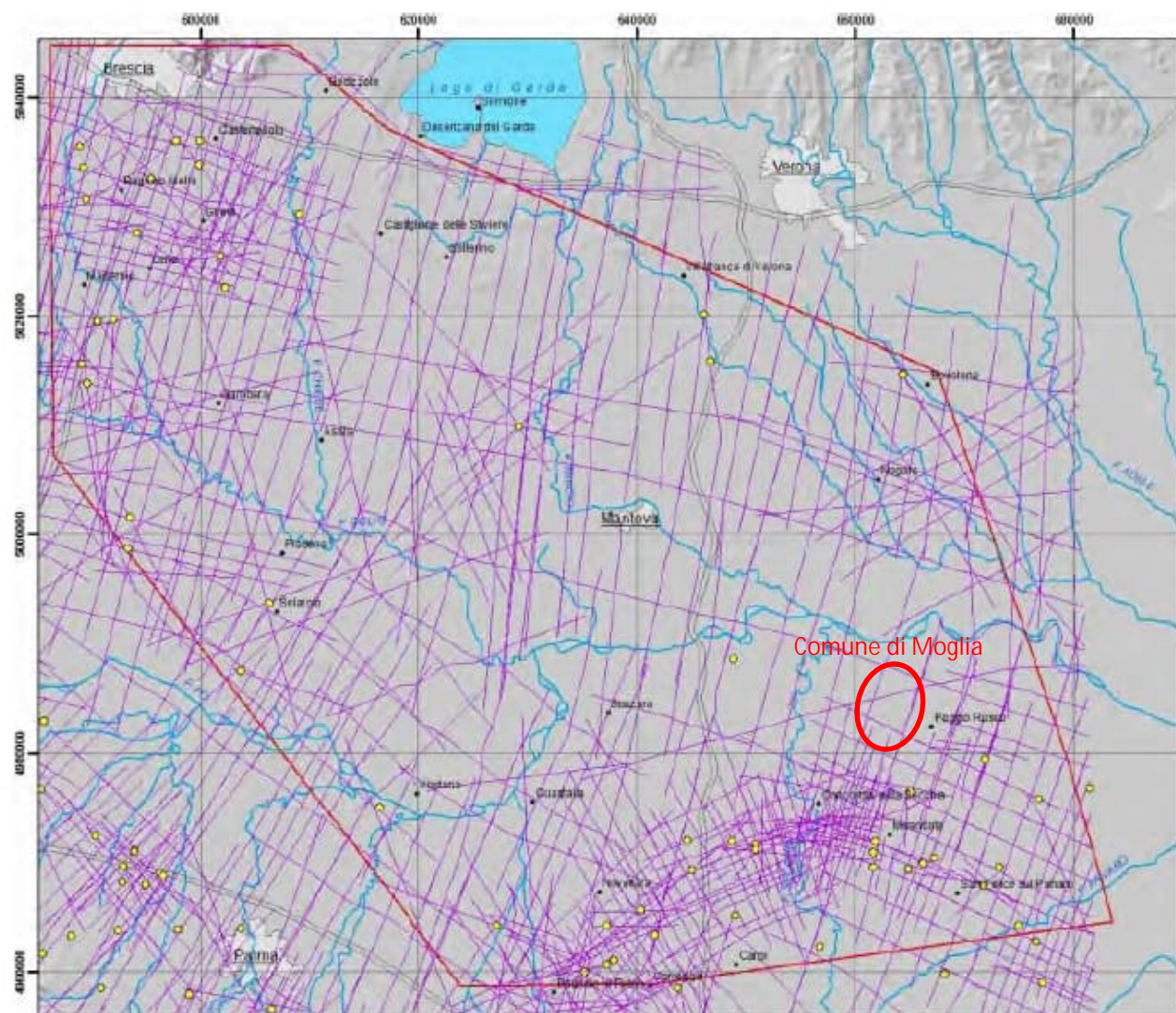
L'organizzazione verticale delle *facies* all'interno delle prime quattro classi di sistemi deposizionali, ed in particolare nei sistemi di piana alluvionale, di conoide alluvionale e nei sistemi deltizi, è invariabilmente costituita dall'alternanza ciclica di corpi sedimentari a granulometria prevalentemente grossolana con corpi a granulometria fine. Molte volte è possibile distinguere una gerarchia di spessori, con insiemi di cicli di rango inferiori spessi alcuni metri che costituiscono cicli di rango superiore, spessi alcune decine metri.

Si può ipotizzare che tali unità cicliche rappresentano fasi sedimentarie di alta energia alternate a fasi di bassa energia dovute rispettivamente all'attivazione e alla disattivazione dei sistemi deposizionali.

Il sottosuolo in esame è stato studiato, con particolare dettaglio, in quanto interno all'area pilota italiana individuata dal Progetto Geomol<sup>1</sup> per poter analizzare un settore strategico, sia dal punto di vista della valutazione del geopotenziale (geotermia) che per la presenza di strutture tettoniche sismicamente attive.

In particolare, grazie all'interpretazione di un dataset costituito da 12.200 km di linee sismiche (807 linee) e da 126 log di pozzi (cfr. Figura 5-2), è stato possibile ottenere una modellazione geologica omogenea 3D per l'intera area pilota.

<sup>1</sup> Il Progetto GeoMol "Assessing subsurface potentials of the Alpine Foreland Basins for sustainable planning and use of natural resources" è finanziato dal Programma Spazio Alpino 2007-2013 - Cooperazione Territoriale Europea, nell'ambito del tema prioritario 3 - *Environment and Risk Prevention*.



**FIGURA 5-2 – BASE DATI UTILIZZATA PER LA MODELLAZIONE GEOLOGICA DELL'AREA PILOTA GEOMOL IN ITALIA**

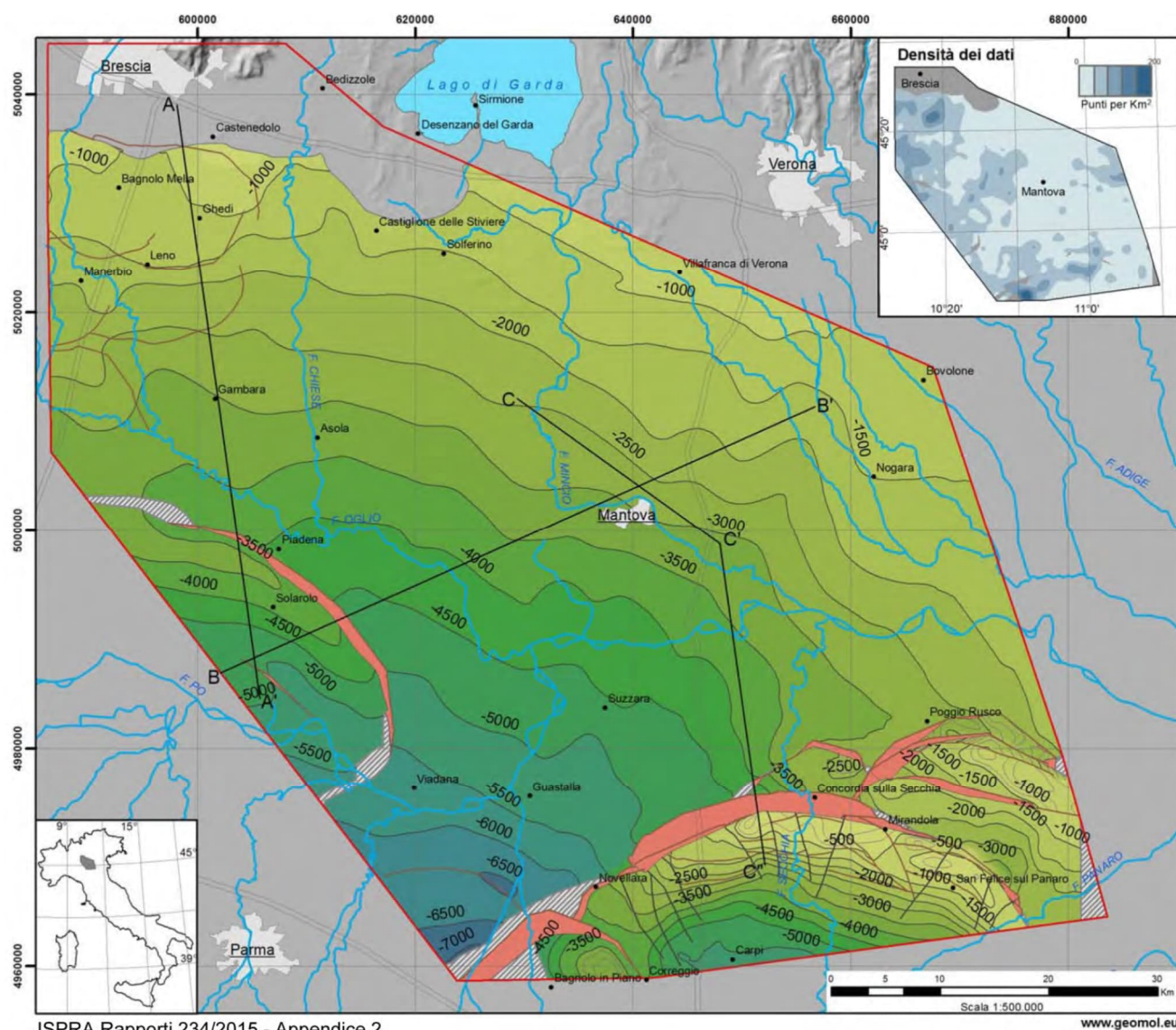
Tale modellazione è basata su uno schema stratigrafico, riportato in Figura 5-3, valido alla scala regionale, che distingue 16 unità, dal Permiano al Pleistocene, separate da superfici di discontinuità riconoscibili nel sottosuolo, in quanto riflettori sismici ben evidenti e correlabili. Proprio in Figura 5-3 si osserva che, solo nel Pleistocene, sono presenti 7 unità: 4 marine e 3 continentali.



	UNITA'	FORMAZIONI	ORIZZONTE
Pleistocene	PLCc		QC3
	PLCb		QC2
	PLCa		QC1
	PLMd		QM3
	PLMc		QM2
	PLMb		QM1
	PLMa		GEL
Pliocene	PL	Porto Corsini Porto Garibaldi Argille Santemo	PL
Miocene sup.	MESb	Sernano Fusignano	ME3
	MESa	Gessoso-solfifera Marna di Gallare	ME1
Eocene Miocene sup.	MIO	Marna di Gallare	MLW
	EC-OL	Marna di Gallare Scaglia cimaria	SCA
Cretac. inf. Paleocene	K-PAL	Scaglia marna del Corro brecce di Cavone Marna a fucoidi	MAI
Giurassico med. Cretacico inf.	J-K	Maiolica Calcari aptici Rosso ammonitico Calcari posidonia Oolite S. Vigilio	NOR
Triassico sup. Giurassico inf.	TR-J	Medolo Coma Calcari grigi Dolomia Principale	TE
Permian Carnico	P-TR		

FIGURA 5-3 – SCHEMA STRATIGRAFICO PER LA MODELLAZIONE GEOLOGICA DELL'AREA PILOTA GEOMOL IN ITALIA

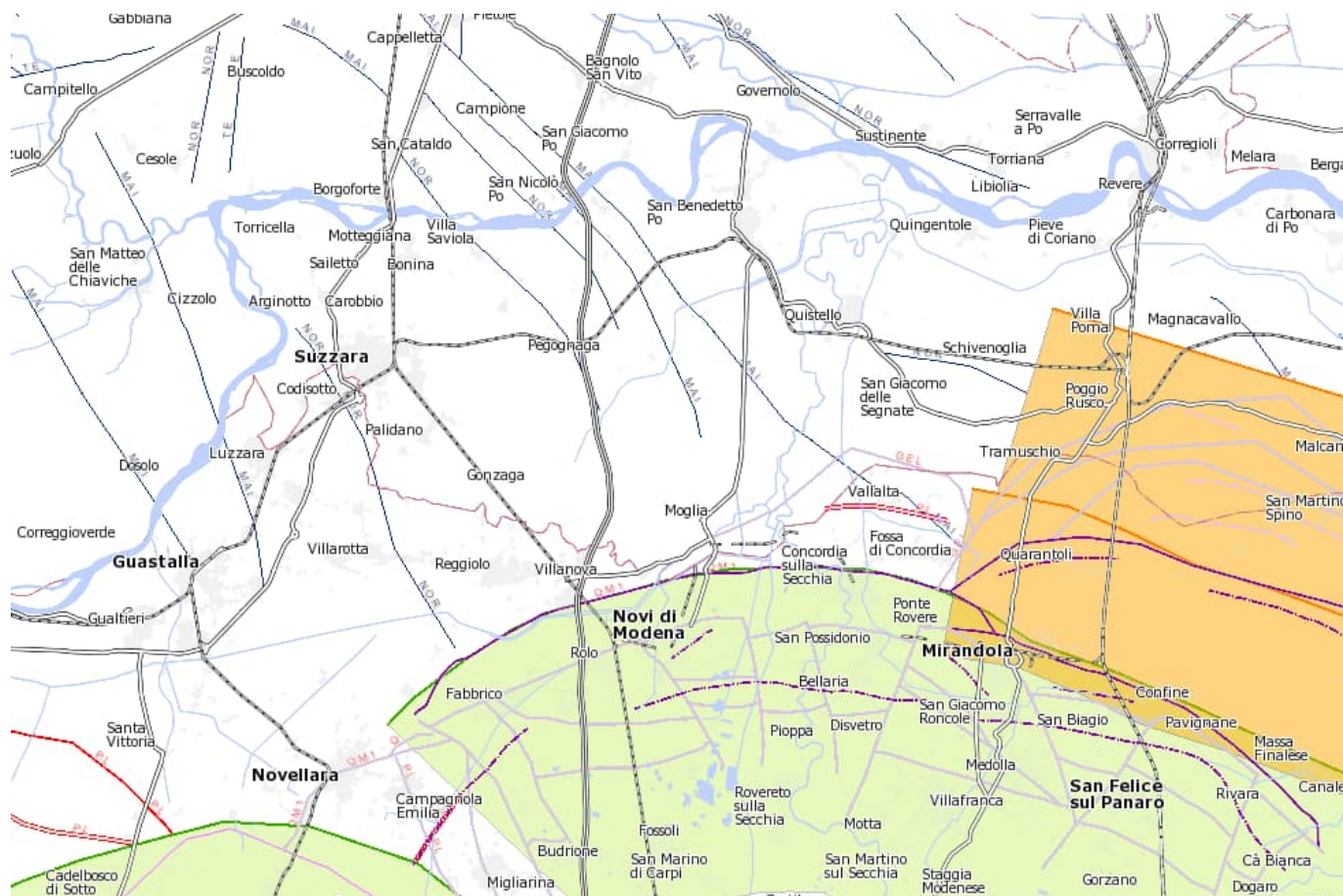
Il modello 3D permette, oltre a misurare dei volumi, di estrarre rappresentazioni numeriche 2D, sia in mappa (vedi, ad esempio, in Figura 5-4, la mappa della base del Pliocene, ottenuta mediante curve a ugual quota s.l.m. e rappresentando gli elementi strutturali che intersecano la base stessa) che in sezione.



**FIGURA 5-4 - MAPPA DELLA BASE DEL PLIOCENE ALL'INTERNO DELL'AREA PILOTA GEOMOL IN ITALIA (DALLA PRESENTAZIONE DI ANDREA PICCIN: "IL PROGETTO EUROPEO GEOMOL", SABBIONETA 3/02/16)**

Le analisi effettuate nel corso del Progetto Geomol hanno consentito di migliorare anche la conoscenza della geometria e dello stato di attività delle strutture tettoniche sepolte. A riguardo in Figura 5-5 è riportato uno stralcio cartografico con raffigurati i «sistemi» classificati e le sorgenti sismogenetiche ubicate nella porzione di territorio lombardo in cui ricade il Comune di Moglia.





**FIGURA 5-5 - MAPPA STRUTTURALE E SORGENTI SISMOGENETICHE NEL TERRITORIO OGGETTO DI STUDIO (DA [HTTP://MAPS.GEOMOL.EU](http://maps.geomol.eu))**

### 5.1.2. Subsidenza

Un'analisi particolare ha riguardato il fenomeno della subsidenza che consiste in un lento processo di abbassamento del suolo, generalmente, causato da fattori geologici (compattazione dei sedimenti, tettonica, isostasia), ma che, negli ultimi decenni, è stato localmente aggravato dall'azione dell'uomo.

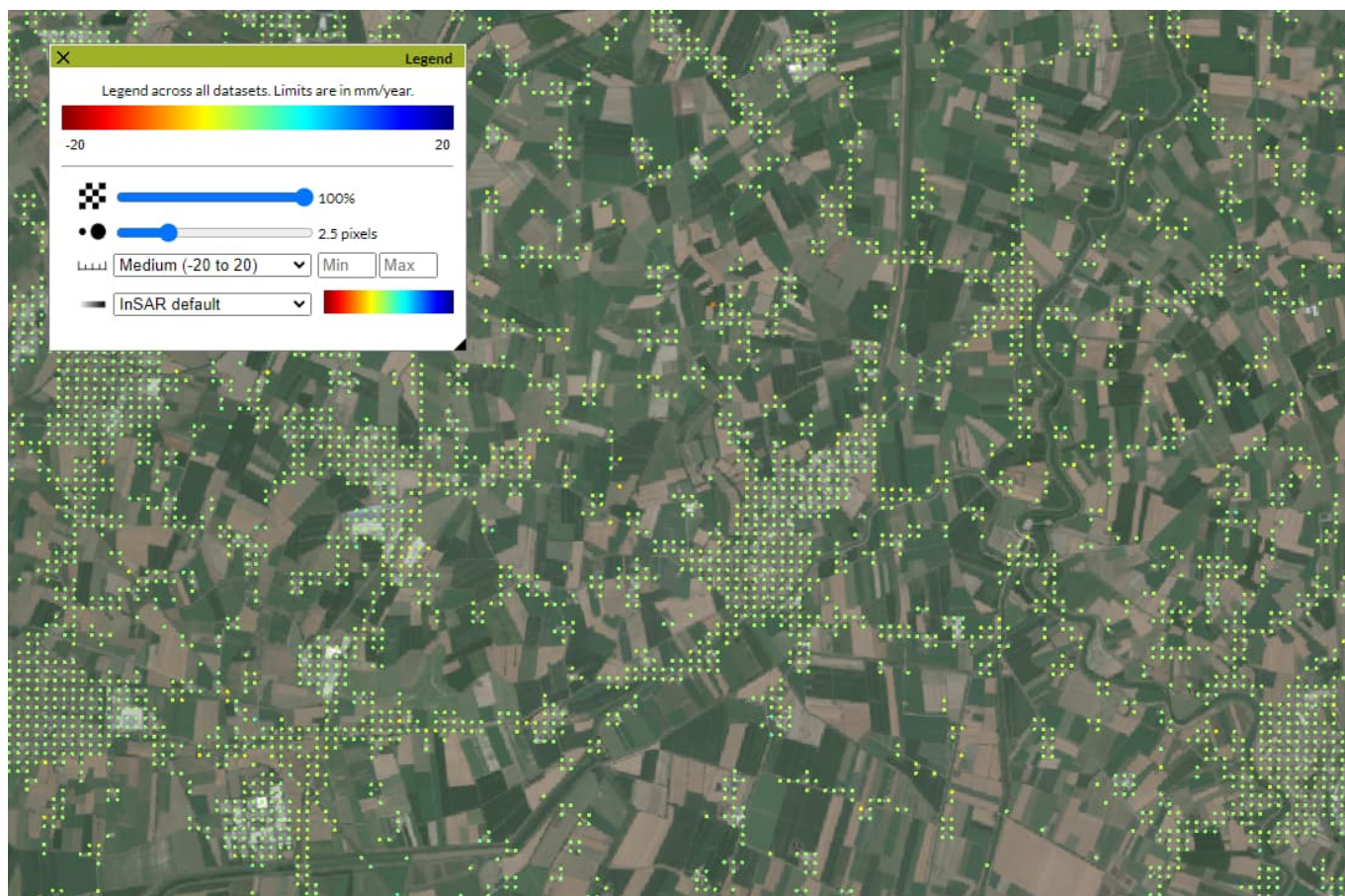
La subsidenza naturale, generalmente, è stimata pari a qualche millimetro l'anno, pertanto, le sue conseguenze sono relativamente ridotte, manifestandosi, perlopiù, in tempi molto lunghi e su vasti areali. Diverso è il caso della subsidenza indotta e/o accelerata da cause antropiche (estrazione di fluidi dal sottosuolo o bonifiche), che raggiunge valori da dieci a oltre cento volte maggiori, e i suoi effetti si manifestano in tempi brevi determinando, in alcuni casi, la compromissione delle opere e delle attività umane interessate.

Al fine di valutare l'entità della subsidenza nel territorio in esame, si è fatto riferimento a misure derivanti dal telerilevamento effettuato mediante interferometria differenziale SAR, comunemente abbreviata in *DInSAR* (dall'inglese *Differential Interferometry SAR*), che consiste nell'utilizzo di due o più immagini SAR (radar ad apertura sintetica) con il fine di computare un interferogramma per ciascuna coppia, così da rappresentare la variazione in fase tra le due epoche di acquisizione. Questa tecnica può essere utilizzata sia per realizzare modelli digitali di elevazione del terreno che per ottenere mappe spaziali di deformazione, capaci di raggiungere una precisione millimetrica.

In particolare, sono stati consultati i dati catturati da due satelliti gemelli, denominati Sentinel-1A e Sentinel-1B, lanciati dall'Agenzia Spaziale Europea (ESA) per i quali è garantito il libero accesso tramite il programma *Copernicus*.

Così, riguardo al territorio oggetto di studio e al periodo compreso tra gennaio 2018 e settembre 2022, è stato possibile osservare quanto riportato in Figura 5-6 e Figura 5-7.

Dall'esame di tali immagini si evince una subsidenza media costante, nell'ordine dei 1.78 mm/anno, uniformemente distribuita nel territorio in esame; il fenomeno, pertanto, non sembra costituire un elemento di rischio per il patrimonio edilizio e infrastrutturale, esistente e in progetto.

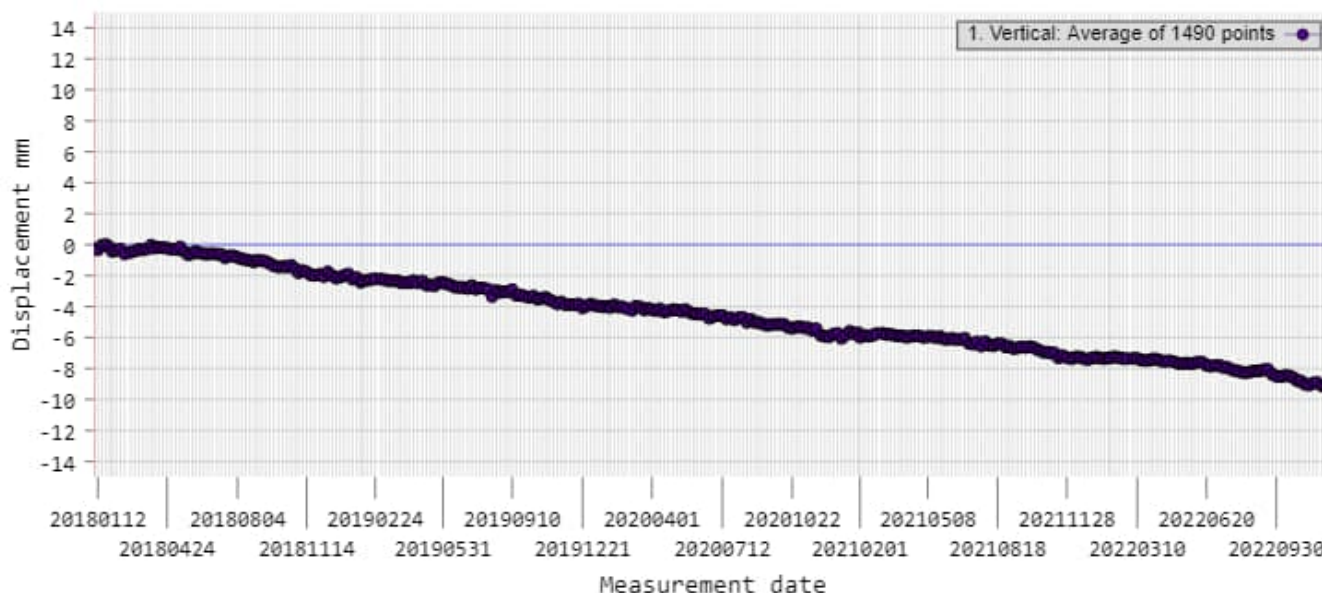


**FIGURA 5-6 - UBICAZIONE DEI PUNTI DI MISURA INTERFEROMETRICA DISTINTI IN BASE ALL'ENTITÀ DEI MOVIMENTI VERTICALI REGISTRATI**



1. Vertical: Average of 1490 points ▼

Dataset: Vertical  
Point ID: Average of 1490 points  
Position: 2425732.75 N 4393352.62 E 19.24 m  
Mean velocity: -1.78 mm/year  
RMSE: 1.50 mm



**FIGURA 5-7 - GRAFICO DERIVANTE DALLE MISURE INTERFEROMETRICHE RELATIVE A 1490 PUNTI UBICATI IN COMUNE DI MOGLIA E NELL'IMMEDIATO INTORNO**

### 5.1.3. Carta geolitologica

L'assetto geologico dell'area comunale è il complesso risultato di eventi morfogenetici e deposizionali. Nel corso del Quaternario continentale il succedersi di situazioni di disequilibrio climatico (cicli glaciali) ha dato origine alle corrispondenti serie di aggradazione/degradazione del livello marino, con una conseguente mutazione ed evoluzione degli associati sistemi sedimentari continentali.

Come già evidenziato in precedenza, la dinamica fluviale è la principale responsabile dell'assetto litostratimetrico di questo settore di pianura. Infatti, esso è stato edificato ad opera dei sedimenti trasportati dai corsi d'acqua ivi confluenti, pur con significativi condizionamenti antropici e neotettonici connessi con i fenomeni di subsidenza descritti in precedenza.

In particolare, i depositi degli orizzonti più superficiali del territorio comunale di Moglia sono riconducibili alla deposizione fluviale operata dai fiumi Po e Secchia.

Tralasciando un'attribuzione cronologica di tali depositi, nel presente studio, si è operata una distinzione in unità che avessero interesse sotto l'aspetto geologico-applicativo.

A tale scopo è stata raccolta ed esaminata criticamente una grande mole di dati geognostici derivanti da sondaggi, trincee esplorative, prove penetrometriche, pozzi, scavi aperti ecc., le cui stratigrafie sono riportate negli elaborati CG.1. 9 e CG.1. 10.

Nella Carta geolitologica dell'elaborato CG.1. 2 il territorio comunale è stato distinto in 2 unità, sulla base delle caratteristiche tessiturali e dell'ambiente genetico-deposizionale della facies affiorante:

- *Depositi prevalentemente sabbiosi e limosi di argine/barra/canale*: unità nella quale sono stati accorpati i principali paleovalvei e dove le informazioni stratigrafiche evidenziano un'importante presenza di livelli sabbiosi o sabbioso-limosi nei primi metri da piano campagna;
- *Depositi prevalentemente argillosi di piana inondabile*: unità nella quale sono state inserite tutte le aree d'intercanale dove sono presenti depositi prevalentemente fini, fino al tetto delle sabbie di Po.

#### 5.1.4. Carta della litologia di superficie

Nel presente studio, tra i tematismi è stata affrontata anche la litologia dei depositi superficiali che, come descritto nei precedenti capitoli, è rappresentata esclusivamente da depositi continentali quaternari.

Tale analisi è partita dai dati disponibili sul SIT della Regione Lombardia (cfr. cap. 2.1) ove sono riportati i risultati di un progetto realizzato dall'Ente Regionale di Sviluppo Agricolo della Lombardia (ERSAF).

In detto progetto le informazioni riportate come areali derivano dall'interpretazione delle caratteristiche litologiche del substrato pedologico rilevate per la redazione della carta dei suoli lombardi. Il rilevamento pedologico è stato realizzato attraverso l'effettuazione di sondaggi e relative analisi e descrizioni (profili, trivellate e osservazioni di campagna) sino alla profondità di 2 m dal piano di campagna. I dati dei profili pedologici, analizzati per la carta del suolo, sono stati rielaborati per definire le unità cartografiche della litologia di superficie. Tale definizione è basata sulla classificazione granulometrica del materiale secondo la classificazione ASTM, che definisce i limiti riportati nella seguente Tabella 5-1.

Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla
4,76 mm	0,075 mm	0,002 mm	< 0,002 mm

**TABELLA 5-1 - CLASSIFICAZIONE GRANULOMETRICA DEI TERRENI ASTM**

Le informazioni così desunte sono state verificate ed integrate mediante dati provenienti da indagini geognostiche oltre che con quanto emerso nel corso dei sopralluoghi ed osservazioni relative a scarpate e fronti di scavo.

La zonazione delle caratteristiche litologiche dei terreni superficiali è stata raffigurata, alla scala 1:10.000, nella Carta della litologia di superficie dell'elaborato CG.1. 3.

In tale tavola, per gli scopi del presente studio, si è ritenuto di operare delle semplificazioni, accorpendo molte classi litologiche tenute distinte sul SIT della Regione Lombardia.

Conseguentemente la legenda è stata strutturata nel seguente modo:

- *Terreni prevalentemente argillosi*
- *Terreni prevalentemente limosi con sabbia*
- *Terreni prevalentemente sabbioso-limosi*

In sintesi, dall'esame della Carta della litologia di superficie, si osserva una certa connessione con quella geolitologica, anche se, va ricordato, la prima è riferita solo al primo sottosuolo, fino a un massimo di 2 m da piano campagna, mentre, la seconda riguarda l'intero spessore della facies affiorante (nell'ordine dei 10 m): infatti, in corrispondenza dei principali paleovalvei, dove era stata cartografata l'unità Depositi prevalentemente sabbiosi e limosi di argine/barra/canale la litologia di superficie risulta costituita da Terreni prevalentemente limosi con sabbia; lateralmente a tali allineamenti si rinvengono i Terreni prevalentemente sabbioso-limosi, mentre i Terreni prevalentemente argillosi occupano i settori centrali delle piane inondabili.

#### 5.1.5. Indicazioni di carattere geotecnico

Al fine di fornire delle indicazioni di carattere geotecnico sui depositi presenti nel primo sottosuolo del territorio comunale di Moglia e descritti nel precedente paragrafo 5.1.4, di seguito ne viene definita l'appartenenza, di massima, ai differenti gruppi, secondo il sistema di classificazione CNR UNI 10006, schematizzati nella seguente Tabella 5-2:

Classe litologica	Gruppo di Classificazione
Depositi prevalentemente sabbiosi e limosi di argine/barra/canale	A-2, A3, A-4 e A-5
Depositi prevalentemente argillosi di piana inondabile	A-6 e A-7

**TABELLA 5-2 - CLASSIFICAZIONE CNR UNI 10006 PER LA LITOLOGIA**

Volendo fornire delle indicazioni sulle principali caratteristiche, sempre sotto il profilo geotecnico, di tali terreni, si può evidenziare il miglior comportamento, quale terreno di fondazione, dei materiali granulari (sabbie) rispetto alle terre a grana fine (argille).

Quest'ultime, infatti, oltre a presentare, mediamente, minori valori di capacità portante sono soggette, a parità di carichi applicati, a cedimenti di maggior consistenza.

#### 5.1.6. Sezioni litostratigrafiche

Per meglio rappresentare le caratteristiche litostratigrafiche del territorio in esame sono state ricostruite n° 2 sezioni geologiche interpretative, rappresentate nell'elaborato CG.1. 4 e la cui traccia è riportata nella Carta geolitologica (cfr. elaborato CG.1. 2

Dette sezioni sono state ricostruite sulla base delle stratigrafie più profonde, fino a oltre 200 m, che possono essere desunte solo dai report redatti durante la realizzazione di pozzi per acqua, certamente meno affidabili dei dati delle indagini geognostiche.

Da un esame di dette sezioni si osserva una sostanziale uniformità in tutto il territorio in esame.

Ovunque è presente una copertura di depositi prevalentemente limosi e argillosi, di una decina di metri di spessore, in leggero approfondimento verso sud, al di sotto della quale dominano i depositi sabbiosi fino a circa 100 m di profondità.

Di qui fino alle massime profondità indagate si hanno invece delle alternanze di livelli sabbiosi a livelli fini con potenze mediamente comprese tra i 10 e i 20 m.

### 5.2. Caratteri pedologici

Per le informazioni relative agli aspetti più specificatamente pedologici, si è operato suddividendo il territorio in classi a caratteristiche omogenee.

A riguardo, nel presente studio si è fatto riferimento alla cartografia pedologica prodotta dall'Ente Regionale per i Servizi all'Agricoltura e Foreste (ERSAF) consultabile nel SIT regionale.

#### 5.2.1. Classificazione dei suoli

Nel territorio comunale di Moglia, si riconoscono le tipologie di suoli descritte nei paragrafi a seguire.

➤ Suoli ROT1

Suoli molto profondi, a tessitura da media a moderatamente grossolana, con scheletro assente, molto calcarei, reazione alcalina, drenaggio buono e permeabilità moderatamente bassa, AWC molto alta e tasso di saturazione in basi alto.

➤ Suoli PZZ1

Suoli profondi, su falda, a tessitura media, con scheletro assente, a drenaggio lento e permeabilità moderatamente bassa, moderatamente calcareo, reazione alcalina, AWC molto alta e tasso di saturazione in basi alto.

➤ Suoli BRD1

Suoli profondi su falda, a tessitura moderatamente fine, con scheletro assente, drenaggio mediocre e permeabilità moderatamente bassa, moderatamente calcarei, alcalini, AWC molto alta e tasso di saturazione in basi alto.

➤ Suoli DON1

Suoli molto profondi, a tessitura media, con scheletro assente, drenaggio buono e permeabilità moderata, molto calcarei, alcalini, AWC molto alta e tasso di saturazione in basi alto.

➤ Suoli FAL1

Suoli moderatamente profondi, a tessitura moderatamente fine, con scheletro assente, presentano drenaggio lento e permeabilità molto bassa; sono molto calcarei, alcalini, con AWC molto alta e tasso di saturazione in basi alto.

➤ Suoli BET1

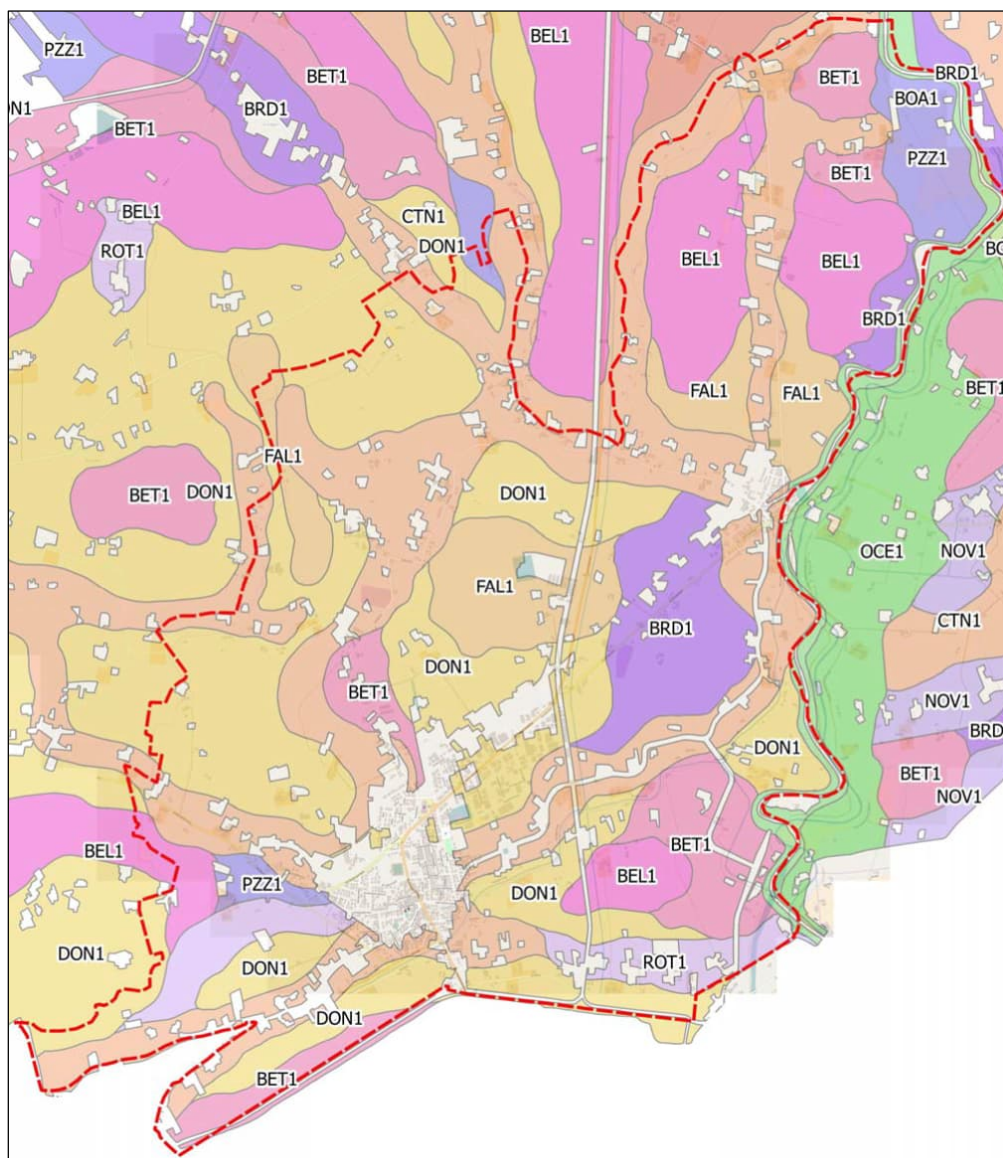
Suoli moderatamente profondi, limitati da falda, a tessitura moderatamente fine, con scheletro assente, drenaggio lento e permeabilità bassa, moderatamente calcarei, alcalini, AWC alta e tasso di saturazione in basi alto.

➤ Suoli BEL1

Suoli profondi su falda, a tessitura fine, con scheletro assente, drenaggio lento e permeabilità molto bassa, molto calcarei, alcalini, AWC alta e tasso di saturazione in basi alto.

➤ Suoli BOA1

Suoli molto profondi, a tessitura media, con scheletro assente, drenaggio mediocre e permeabilità moderatamente bassa, molto calcarei, alcalini, AWC alta e tasso di saturazione in basi alto.

**FIGURA 5-8 - CARTA PEDOLOGICA RIPRESA DAL SIT DELLA REGIONE LOMBARDIA**

### 5.2.2. Capacità d'uso dei suoli

La definizione della capacità d'uso dei differenti suoli e i relativi codici assegnati, si riferiscono alle norme della "Land Capability Classification" (Klingebiel, Montgomery, U.S.D.A. 1961).

Il concetto guida della Land Capability non si riferisce unicamente alle proprietà fisiche del suolo, che determinano la sua attitudine più o meno ampia nella scelta delle diverse colture, quanto alle limitazioni da questo presentate nei confronti di un uso agricolo generico; limitazioni che derivano anche dalla qualità del suolo, ma soprattutto dalle caratteristiche dell'ambiente in cui questo è inserito. Ciò significa che la limitazione costituita dalla scarsa produttività di un territorio, legata a precisi parametri di fertilità chimica del suolo (pH, sostanze organiche, salinità, saturazione in basi) viene messa in relazione ai requisiti del paesaggio fisico (morfologia, clima, vegetazione, etc.), che fanno assumere alla stessa limitazione un grado di intensità



differente a seconda che tali requisiti siano permanentemente sfavorevoli o meno, ad esempio: pendenza, rocciosità, aridità, degrado vegetazionale, etc.

La classificazione si realizza suddividendo il territorio in due livelli di definizione: classi e sottoclassi; ogni classe indica per quali attività antropiche si addice ad essere utilizzato un determinato suolo e con che modalità ed intensità.

I parametri utilizzati per definire le classi e le sottoclassi sono i seguenti:

- Profondità utile: esprime la profondità del volume di suolo esplorabile dalle radici delle piante.
- Tessitura Superficiale – Ap: esprime le situazioni di tessitura dell'orizzonte superficiale che limitano la lavorabilità dei suoli agricoli.
- Scheletro – Ap: esprime il contenuto di scheletro (ghiaie, ciottoli e pietre) nell'orizzonte superficiale considerato limitante per le lavorazioni e l'approfondimento radicale.
- Pietrosità e rocciosità superficiale: esprime il contenuto di pietre con diametro > 7.5 cm (le pietre con dimensioni inferiori a 7.5 cm non ostacolano l'utilizzo delle macchine) e la classe di ingombro degli affioramenti rocciosi presenti alla superficie del suolo.
- Fertilità – Ap: intesa come fertilità chimica legata a caratteri del suolo solo in parte modificabili mediante l'apporto di correttivi e/o ammendanti. In particolare, si considerano: pH, C.S.C. e TSB valutati nell'orizzonte superficiale, CaCO<sub>3</sub> totale come valore medio ponderato nel primo metro di suolo.
- Drenaggio: con tale termine si intende l'attitudine del suolo a smaltire l'acqua che contiene in eccesso; la presenza di falde poco profonde condiziona negativamente tale possibilità. D'altra parte, tale carattere fornisce utili indicazioni sulla capacità del suolo a trattenere l'acqua di pioggia e/o di irrigazione (ad es. drenaggio mod. rapido e rapido). Esprime le classi di drenaggio considerate limitanti per gli usi agro-silvo-pastorali.
- Inondabilità: viene indicata la frequenza dell'evento e la sua durata. Esprime le classi di inondabilità considerate limitanti per gli usi agro-silvo-pastorali.
- Limitazioni climatiche: esprime le classi di limitazioni climatiche capaci di condizionare la gamma delle colture praticabili o di determinare un fabbisogno o un numero maggiore delle stesse pratiche colturali richieste in altre parti della pianura.
- Pendenza media: esprime le classi di pendenza che possono predisporre il suolo ai fenomeni erosivi.
- Erosione: le definizioni presenti nello schema esprimono la suscettività all'erosione idrica superficiale e di massa (espressa come profonda); la percentuale indica la superficie dell'unità cartografica interessata da fenomeni erosivi. Esprime la suscettività all'erosione idrica superficiale e di massa, intesa come percentuale della superficie dell'UC soggetta a fenomeni erosivi.
- AWC: esprime i contenuti d'acqua che determinano limitazioni per le colture e richiedono pertanto apporti idrici per evitare stress alle piante.

Da questi parametri sono state definite otto classi d'uso dei suoli:

#### Suoli adatti all'agricoltura

- Classe I: suoli che presentano pochissimi fattori limitanti il loro uso e che sono quindi utilizzabili per tutte le colture;
- Classe II: suoli che presentano moderate limitazioni che richiedono una opportuna scelta delle colture e/o moderate pratiche conservative;
- Classe III: suoli che presentano severe limitazioni, tali da ridurre la scelta delle colture e da richiedere speciali pratiche conservative;
- Classe IV: suoli che presentano limitazioni molto severe, tali da ridurre drasticamente la scelta delle colture e da richiedere accurate pratiche di coltivazione.

Suoli adatti al pascolo e alla forestazione

- Classe V: suoli che, pur non mostrando fenomeni di erosione, presentano tuttavia altre limitazioni difficilmente eliminabili tali da restringere l'uso al pascolo o alla forestazione o come habitat naturale;
- Classe VI: suoli che presentano limitazioni severe, tali da renderle inadatte alla coltivazione e da restringere l'uso, seppur con qualche ostacolo, al pascolo, alla forestazione o come habitat naturale;
- Classe VII: suoli che presentano limitazioni severissime, tali da mostrare difficoltà anche per l'uso silvo pastorale.
- Suoli inadatti ad utilizzazioni agro-silvo-pastorali
- Classe VIII: suoli che presentano limitazioni tali da precludere qualsiasi uso agro-silvo-pastorale e che, pertanto, possono venire adibiti a fini creativi, estetici, naturalistici, o come zona di raccolta delle acque. In questa classe rientrano anche zone calanchive e gli affioramenti di roccia.

Le relative sottoclassi individuano il tipo di limitazione:

- c = limitazioni legate alle sfavorevoli condizioni climatiche;
- e = limitazioni legate al rischio di erosione;
- s = limitazioni legate a caratteristiche negative del suolo;
- w = limitazioni legate all'abbondante presenza di acqua entro il profilo.

Nella seguente Tabella 5-3 è mostrato un modello interpretativo, nel quale vengono descritte le caratteristiche e i valori dei parametri sopra elencati, per ciascuna delle classi individuate.

Classi di Capacità d'uso	Prof. utile (cm)	Tessitura Orizz. Superf (1)	Scheletro Or. Superficiale	Pietrosità(2) e Rocciosità	Fertilità or. superficiale (3)	Drenaggio	Rischio inondazione	Lim. Climatiche	Pend. (%)	Erosione	AWC(4) (cm)
I	>100	(A+L) < 70% A < 35% L < 60% S < 85%	≤15	P ≤0.1 R ≤2	5.5 < pH < 8.5 TSB > 50% CSC > 10meq CaCO <sub>3</sub> ≤ 25%	buono	assente	assenti < 200 m	≤2	assente	> 100
II	61-100	(A+L) ≥ 70% 35 ≤ A < 50% L < 60% S < 85%	16-35	0.1 < P ≤ 3 R ≤2	4.5 ≤ pH ≤ 5.5 35 < TSB ≤ 50% 5 < TSB ≤ 10 meq CaCO <sub>3</sub> > 25%	mediocre mod. rapido	lieve (< 1v / 10 anni durata < 2gg)	lievi 200 - 300 m	2.1-8	assente	idem
III	25-60	A ≥ 50 S ≥ 85 L ≥ 60	36-70	idem	pH > 8.4 o pH < 4.5 TSB ≤ 35% CSC ≤ 5meq	rapido lento	moderato (1v / 5-10 anni durata > 2gg)	moderate 300 - 700 m	8.1-15	debole	51 - 100
IV	25-60	idem	idem	3 < P ≤ 15 R ≤2	idem	molto lento	alto (> 1v / 5 anni durata > 7gg)	idem	15.1-25	moderata	≤ 50
V	<25	idem	>70	16 < P ≤ 50 2 < R ≤ 25	idem	impedito	molto alto (golene aperte)	idem	≤2	assente	idem
VI	idem	idem	idem	16 < P ≤ 50 2 < R ≤ 25	idem	idem	idem	forti 700-2300 m	25.1-45	moderata	idem
VII	idem	idem	idem	16 < P ≤ 50 25 < R ≤ 50	idem	idem	idem	molto forti > 2300 m	45.1-100	forte	idem
VIII	idem	idem	idem	P > 50 R > 50	idem	paludi	idem	idem	>100	molto forte	idem

Sotto Classi	s (5)	s	s	s	s	w (6)	w	c	e	e	s
Tipo di Limit.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

(1) è sufficiente una condizione

(2) Considerare solo la pietrosità maggiore o uguale a 7.5 cm.

(3) pH, TSB e CSC riferiti all'orizzonte superficiale; CaCO<sub>3</sub> al primo m di suolo (media ponderata); è sufficiente una condizione

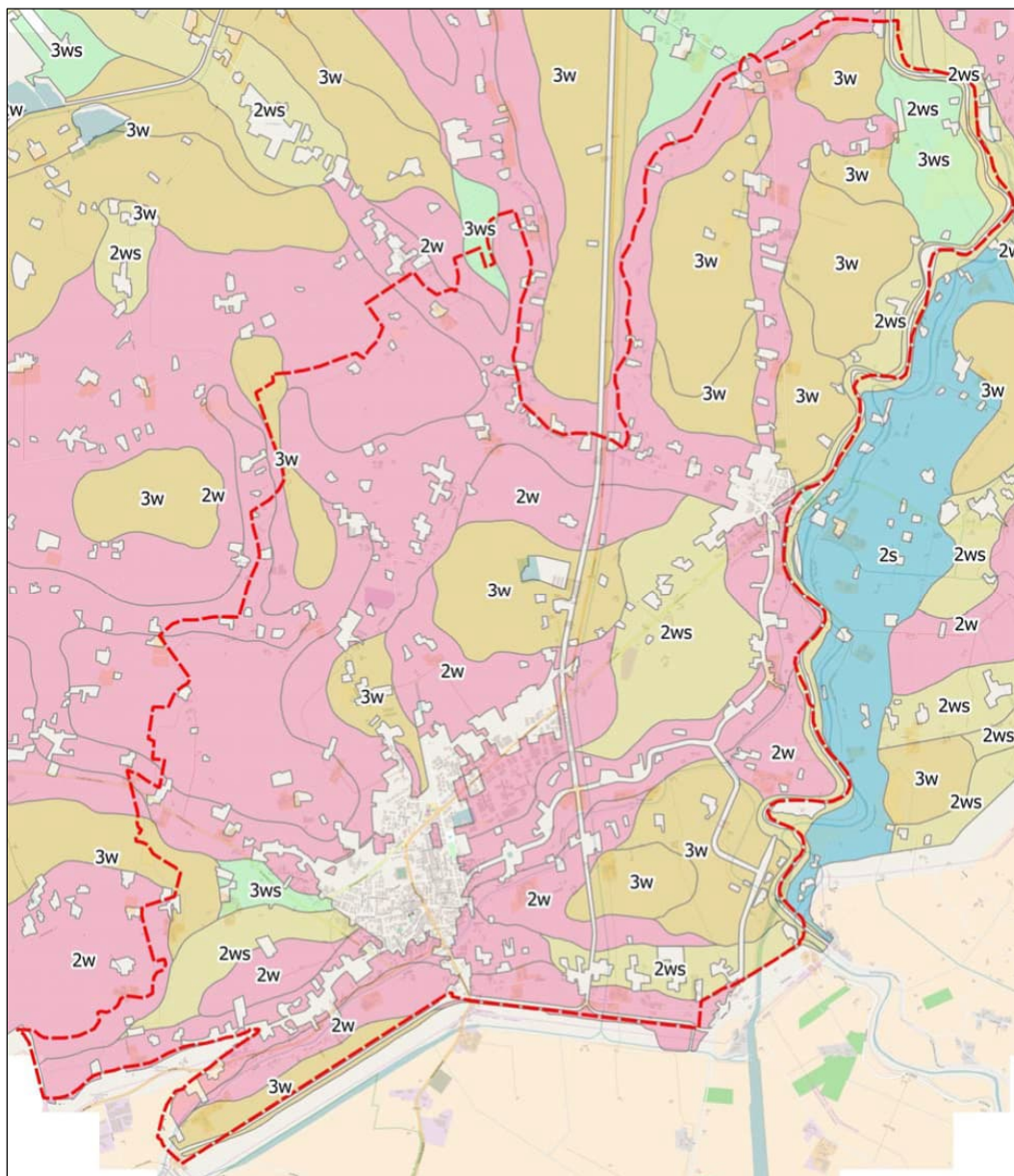
(4) Da valutare riferendosi al primo metro di suolo o alla profondità utile se inferiore a 1 metro; l'AWC non si considera se il drenaggio è lento, molto lento o impedito

(5) Quando la profondità utile è limitata esclusivamente dalla falda (orizzonte idromorfo) indicare la sottoclasse w.

(6) Quando la limitazione è dovuta a drenaggio rapido o moderatamente rapido, indicare la sottoclasse s

**TABELLA 5-3 - DEFINIZIONE DELLE CLASSI DI CAPACITÀ D'USO DEL SUOLO**

Nella seguente Figura 5-9, sono rappresentate le classi, e le relative sottoclassi, di capacità d'uso dei suoli presenti nel Comune di Moglia: 2w, 2ws, 3w e 3ws.

**FIGURA 5-9 - CARTA DELLA CAPACITÀ D'USO DEI SUOLI**

### 5.2.3. Attitudine dei suoli allo spandimento dei liquami

Questa voce riguarda la definizione della classe di attitudine potenziale dei suoli per lo spandimento dei liquami (PUA), di origine zootecnica, determinata attraverso la definizione di parametri valutativi, coi quali è stato costruito un modello interpretativo dove vengono definite le caratteristiche di ciascuna classe individuata.

I parametri inseriti nello schema di valutazione, con il quale è stato possibile distinguere diverse classi, sono i seguenti:

- Inondabilità: costituisce un pericolo d'inquinamento diretto del corso d'acqua.
- Pendenza media: è responsabile del ruscellamento superficiale che si verifica quando lo spandimento precede una pioggia o l'irrigazione.

- Profondità della falda: la presenza della falda entro i primi 100 cm indagati, aumenta i rischi di inquinamento della stessa, soprattutto se il suolo è costituito da materiali tendenzialmente grossolani.
- Permeabilità: condiziona la percolazione. Suoli con permeabilità bassa contrastano efficacemente il passaggio in profondità degli inquinanti.
- Gruppo idrologico: è una valutazione sintetica del comportamento idrologico del suolo, in particolare della tendenza potenziale ad ostacolare la penetrazione delle acque nel suolo e originare scorrimenti (=runoff) in superficie.
- Granulometria: condiziona la permeabilità e il drenaggio del suolo e quindi la velocità di percolazione in profondità degli inquinanti.

A seconda della diversa incidenza e valori di questi parametri è stato possibile identificare le seguenti classi di suoli:

- S1 Suoli adatti, senza limitazioni: su tali suoli la gestione dei liquami zootecnici può generalmente avvenire, secondo le norme dell'ordinaria buona pratica agricola, senza particolari ostacoli.
- S2 Suoli adatti, con lievi limitazioni: tali suoli richiedono attenzioni specifiche e possono presentare alcuni ostacoli nella gestione dei liquami zootecnici.
- S3 Suoli adatti, con moderate limitazioni: tali suoli richiedono attenzioni specifiche e possono presentare ostacoli nella gestione dei liquami zootecnici.
- N Suoli non adatti: tali suoli presentano caratteristiche e qualità tali da sconsigliare l'uso di reflui non strutturati e tali, comunque, da rendere di norma delicate le pratiche di fertilizzazione in genere.

Per ogni classe possono essere definite diverse sottoclassi che richiamano, con un suffisso, alcune indicazioni gestionali, sulla base dei criteri di seguito riportati, corredati dalle descrizioni delle modalità con posso influire sull'attitudine dei liquami:

- Pietrosità (p): le pietre di grandi dimensioni (>7,5 cm) possono creare problemi al movimento dei mezzi per lo spandimento; in generale la pietrosità determina una riduzione della porosità del suolo, accompagnata da una minore capacità di "digestione" della sostanza organica, ed un aumento del ruscellamento superficiale.
- Drenaggio (d): Il drenaggio esprime la rapidità con cui l'acqua non trattenuta è rimossa dal suolo, per percolazione profonda, scorrimento superficiale o ipodermico. Esso è correlato alla frequenza e durata dello stato di saturazione anche parziale di un suolo, che dipende da proprietà intrinseche al profilo, come porosità, permeabilità, drenaggio interno, e dall'entità e distribuzione annuale delle precipitazioni, dalla presenza e durata del manto nevoso o di eventuali strati ghiacciati, dalla durata del periodo di disgelo, dalle caratteristiche geometriche del polypedon inteso come configurazione superficiale e pendenza, dalla presenza di falda e dalla posizione del suolo nel paesaggio.
- Tessitura del primo metro (t): costituisce il parametro che più di ogni altro influisce sulla permeabilità e quindi sul rischio di percolazione nella falda di sostanze inquinanti.

I suoli che hanno drenaggio lento e, soprattutto, molto lento (suffisso "d") possono, dopo piogge prolungate e/o intense, principalmente nel periodo autunno-invernale e primaverile, denotare difficoltà nello smaltimento delle acque in eccesso e ristagni superficiali: il verificarsi di tali condizioni, oltre ad aumentare i rischi di perdite di azoto, può causare ostacoli (in particolare per i suoli in cui i suffissi "d" si accompagnano ai suffissi "t") all'accesso ai terreni delle macchine agricole, alla distribuzione dei reflui e all'esecuzione delle successive lavorazioni.

Nella seguente Tabella 5-4 viene riportato il modello interpretativo dove viene illustrato quali valori ed intervalli dei parametri scelti definiscono le diverse classi di attitudine dei suoli allo spandimento dei liquami.

CG 1.1. RELAZIONE ILLUSTRATIVA	DATA EMISSIONE NOVEMBRE 2025	AGGIORNAMENTO 0	FOGLIO 33
--------------------------------	---------------------------------	--------------------	--------------

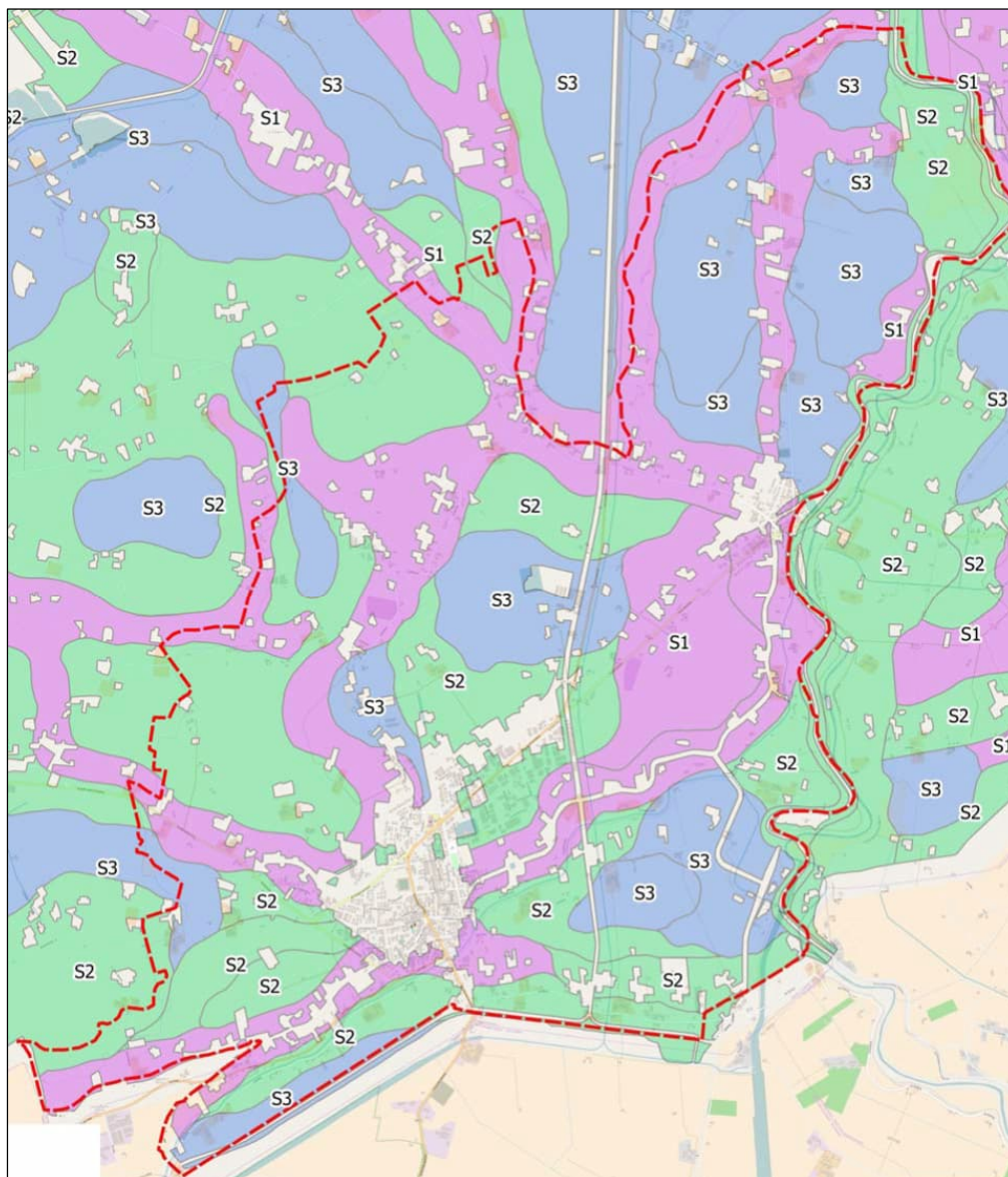
CLASSI DI ATTITUDINE	FATTORI LIMITANTI LA CAPACITÀ DEI SUOLI AD ACCETTARE REFLUI ZOOTECNICI						
		Perm. classi	Prof. falda cm	Granulom. 1°m classi	Inondabilità classi	Gruppo idr. classi	Pend %
S1		moderata mod. bassa bassa molto bassa	>100	tutte le altre	assente	A e B C se perm <5	≤5
S2		mod. rapida	>75 e ≤100	FGR-SKF	lieve moderata	C se perm ≥5	>5 e ≤10
S3		rapida	>50 e ≤75	SAB-FRM-SKS	alta	D	>10 e ≤15
N		—	≤50	—	molto alta	—	>15

**TABELLA 5-4 - DEFINIZIONE DELLE CLASSI DI ATTITUDINE DEI SUOLI AD ACCETTARE REFLUI ZOOTECNICI**

I suoli che presentano limitazioni (classi S2 e S3) richiedono, con intensità crescente passando dalla classe S2 alla classe S3, attenzioni specifiche che devono essere valutate, anche a seguito di approfondimenti effettuati a livello aziendale, in dipendenza delle caratteristiche e delle qualità dei suoli e dei reflui utilizzati, al fine di evitare la lisciviazione dei nitrati verso le falde sotterranee e/o il ruscellamento verso la rete idrica superficiale e di mettere, in generale, le colture nelle condizioni ottimali per assicurare un'alta efficienza nell'asportazione dell'azoto apportato al suolo. Esse possono comprendere, a seconda dei casi, attenzioni ai volumi distribuiti, ai tempi di distribuzione (frazionamento), alla tempestività e alle modalità di interrimento e lavorazione dei terreni liquamati, alla definizione di più efficaci piani colturali, alla attenta gestione della fertilizzazione minerale complementare e dell'irrigazione, ecc.

Come è possibile osservare nella seguente Figura 5-10, i suoli ricadenti nel territorio di Moglia appartengono alle 3 classi: S1 Suoli adatti, senza limitazioni, S2 – Suoli adatti, con lievi limitazioni e S3 – Suoli adatti, con modeste limitazioni.





**FIGURA 5-10 - CARTA DELLA ATTITUDINE DEI SUOLI ALLO SPANDIMENTO AGRONOMO DEI LIQUAMI**

#### 5.2.4. Attitudine dei suoli allo spandimento dei fanghi di depurazione urbana

Questa voce riguarda la definizione della classe di attitudine potenziale dei suoli ad accettare fanghi di depurazione urbana, determinata tenendo conto di diversi parametri, coi quali è stato costruito un modello interpretativo riportato più sotto.

I parametri utilizzati per effettuare la valutazione delle classi sono i seguenti:

- pH in acqua: influenza la mobilità dei metalli pesanti nel suolo, crescente al decrescere del pH. (media ponderata 1°m).
- C.S.C.: influenza la capacità delle particelle del suolo di adsorbire composti potenzialmente inquinanti.
- Granulometria: condiziona la permeabilità e il drenaggio del suolo e quindi la velocità di percolazione in profondità degli inquinanti.



- Profondità della falda: la presenza della falda entro i primi 100 cm indagati, aumenta i rischi di inquinamento della stessa, soprattutto se il suolo è costituito da materiali tendenzialmente grossolani.
- Drenaggio: Il drenaggio esprime la rapidità con cui l'acqua non trattenuta è rimossa dal suolo, per percolazione profonda, scorrimento superficiale o ipodermico. Esso è correlato alla frequenza e durata dello stato di saturazione anche parziale di un suolo, che dipende da proprietà intrinseche al profilo, come porosità, permeabilità, drenaggio interno, e dall'entità e distribuzione annuale delle precipitazioni, dalla presenza e durata del manto nevoso o di eventuali strati ghiacciati, dalla durata del periodo di disgelo, dalle caratteristiche geometriche del polypedon intese come configurazione superficiale e pendenza, dalla presenza di falda e dalla posizione del suolo nel paesaggio.
- Inondabilità: costituisce un pericolo d'inquinamento diretto del corso d'acqua. Si considerano esenti da limitazione soltanto i suoli con rischio di inondazione assente.
- Pendenza: è responsabile del ruscellamento superficiale che si verifica quando lo spandimento precede una pioggia o l'irrigazione.

A seconda della diversa incidenza e valori di questi parametri è stato possibile identificare le seguenti classi di suoli:

- S1 Suoli adatti, senza limitazioni: su tali suoli la gestione dei fanghi di depurazione urbana può generalmente avvenire, secondo le norme dell'ordinaria buona pratica agricola, senza particolari ostacoli.
- S2 Suoli adatti, con lievi limitazioni: tali suoli richiedono attenzioni specifiche e possono presentare alcuni ostacoli nella gestione dei fanghi di depurazione.
- S3 Suoli adatti, con moderate limitazioni: tali suoli richiedono attenzioni specifiche e possono presentare ostacoli nella gestione dei fanghi di depurazione.
- N Suoli non adatti: tali suoli presentano caratteristiche e qualità tali da sconsigliare l'uso di fanghi e tali, comunque, da rendere di norma delicate le pratiche di fertilizzazione in genere.

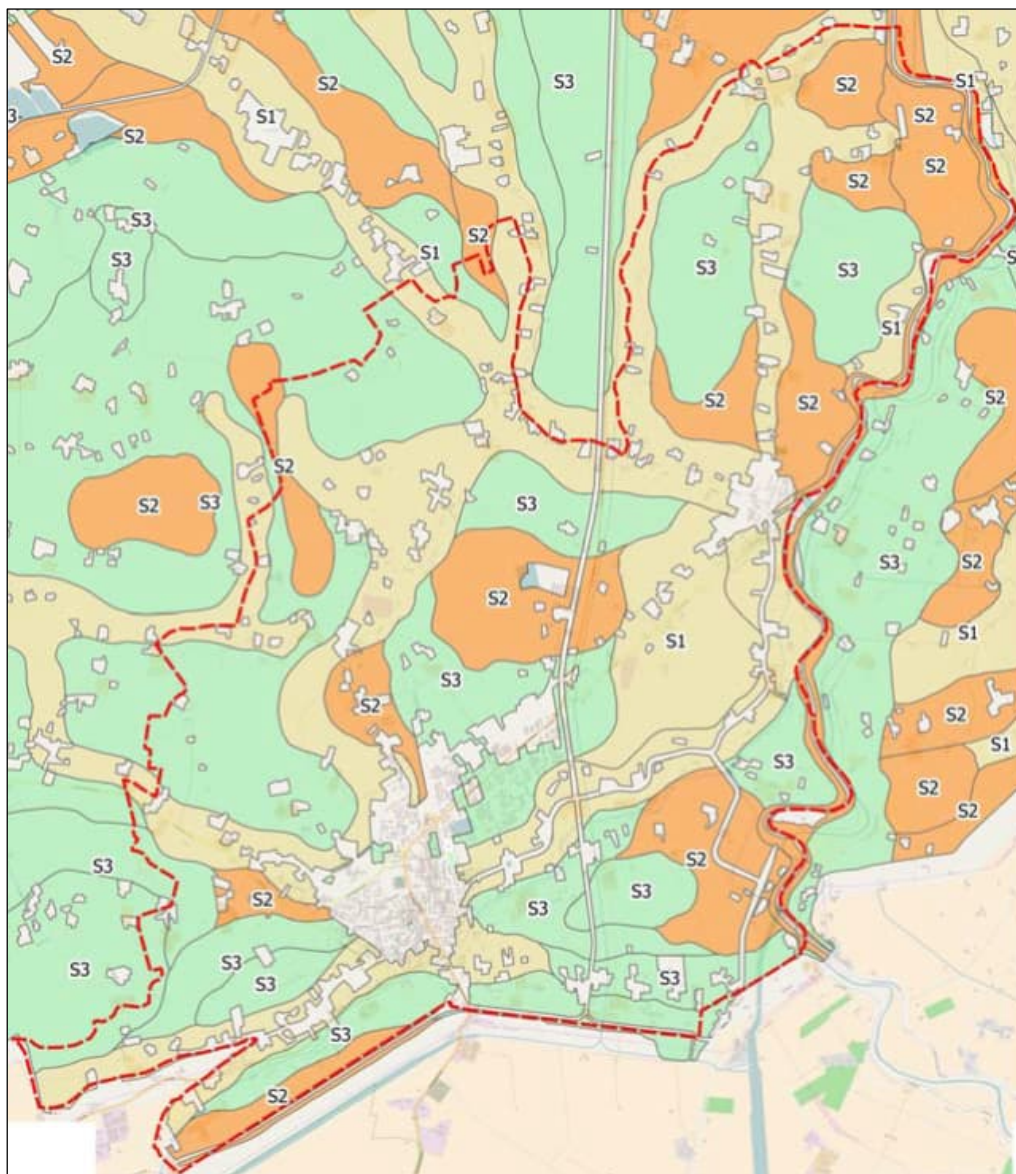
Nella seguente Tabella 5-4 viene riportato il modello interpretativo secondo il quale sono state definite le caratteristiche per ciascuna classe di suolo.

CLASSI DI ATTITUDINE	FATTORI LIMITANTI LA CAPACITÀ DEI SUOLI AD ACCETTARE FANGHI DI DEPURAZIONE URBANA						
	Drenaggio classi	Prof. falda cm	Granulom. 1°m classi	Inondabilità classi	pH <sub>H<sub>2</sub>O</sub> (*)	CSC (*)	Pend %
<b>S1</b>	3-4	>100	AFI-AMF-LFI-FFI-LGR-FRA Classi "over" (compreso over SAB, over SKS, over FRM) in cui il 1° termine sia AFI, AMF o LFI	1	>7.5	>15	≤5
<b>S2</b>	5-2	>75 e ≤100	FGR-SKA Classi "over" (compreso over SAB, over SKS, over FRM) in cui il 1° termine sia FFI o LGR	2	≤7.5 ≥6.0	>15	>5 e ≤10
<b>S3</b>	6	>50 e ≤75	SKF-SAB Classi "over" (compreso over SAB, over SKS, over FRM) in cui il 1° termine sia FFI o LGR	3	<6.0 ≥5.0	≤15 e ≥8	>10 e ≤15
<b>N</b>	1 7	≤50	SKS-FRM Classi "over" in cui il 1° termine sia SAB, SKS o FRM	4-5	<5	<8	>15

(\*) da valutare entro i primi 50 cm di suolo

**FIGURA 5-11 - DEFINIZIONE DELLE CLASSI DI ATTITUDINE DEI SUOLI AD ACCETTARE FANGHI DI DEPURAZIONE URBANA**

La distribuzione di queste classi di suoli nel territorio comunale di Moglia è raffigurata nella seguente Figura 5-12.



**FIGURA 5-12 - CARTA DELLA ATTITUDINE DEI SUOLI ALLO SPANDIMENTO AGRONOMICO DEI FANGHI DI DEPURAZIONE URBANA**

#### 5.2.5. Capacità protettiva dei suoli nei confronti delle acque sotterranee

Questa voce riguarda la definizione della capacità protettiva dei suoli nei confronti delle acque sotterranee, determinata secondo il modello interpretativo riportato più sotto.

Il rischio di contaminazione delle acque sotterranee profonde è dovuto essenzialmente alla migrazione dei nitrati presenti nei liquami, che non vengono trattenuti dal potere assorbente del suolo.

La definizione della capacità protettiva dei suoli nei confronti delle acque sotterranee consente di valutare il grado di vulnerabilità del territorio in termini di rischio di inquinamento dell'acquifero sotterraneo.

Di seguito vengono riportati i parametri in base ai quali è stato possibile costruire il modello interpretativo e definire le diverse classi di suoli:

- permeabilità: condiziona la percolazione. Suoli con permeabilità bassa contrastano efficacemente il passaggio in profondità degli inquinanti;
- profondità endosaturazione: è un indicatore di "pericolo", soprattutto se associata a suoli con percolazione rapida. In generale la presenza di condizioni idromorfe per endosaturazione aumenta il rischio di percolazione ed inquinamento delle acque profonde;
- classe granulometrica: condiziona la permeabilità e il drenaggio del suolo e quindi la velocità di percolazione in profondità degli inquinanti;
- modificatori chimici (pH e CSC): al di sopra di una soglia limite si considera che il pH e la CSC possano contrastare efficacemente il movimento in profondità dei composti inquinanti e bloccarli nel suolo.

Le classi individuate, che esprimono la capacità protettiva dei suoli nei confronti delle acque sotterranee, sono tre:

- E: elevata capacità protettiva;
- M: moderata capacità protettiva;
- B: bassa capacità protettiva.

Nella seguente Tabella 5-5 viene riportato il modello interpretativo secondo il quale sono state definite le caratteristiche per ciascuna classe di suoli.

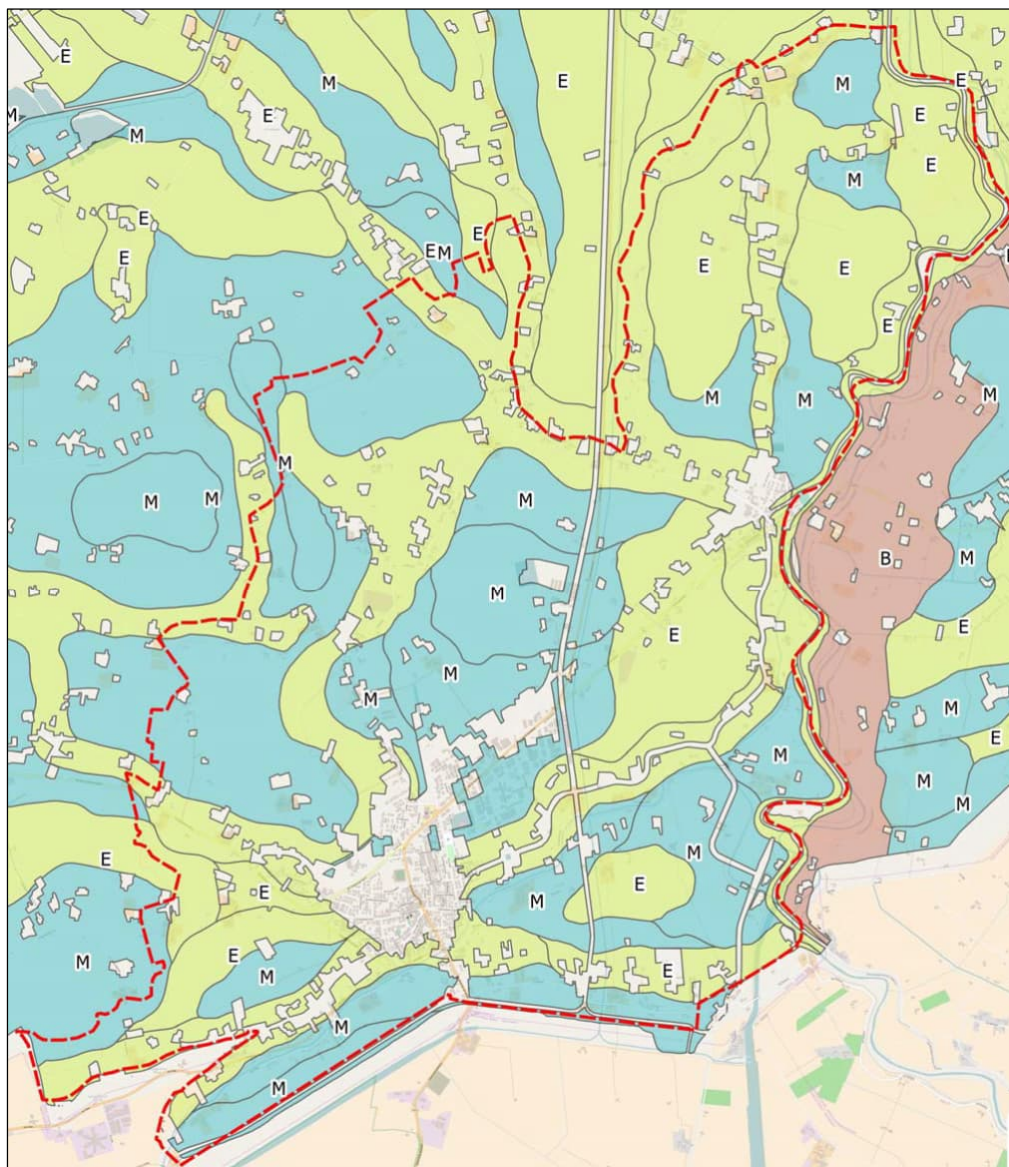
CLASSI DI ATTITUDINE		FATTORI LIMITANTI LA CAPACITÀ PROTETTIVA DEI SUOLI			
NOMI	CODICI	PERMEABILITÀ	PROFONDITÀ FALDA	CLASSE GRANULOMETRICA	MODIFICATORI CHIMICI: pH in H <sub>2</sub> O CSC in meq/100g(*)
ELEVATA	E	BASSA (Classi 4, 5, 6)	> 100 cm	AFI-AMF-LFI-FFI-LGR-FRA-SKA Tutte le classi "over" (comprese le over SAB, over SKS, over FRM) in cui il 1° termine sia AFI, AMF o LFI	pH > 5,5 CSC > 10 (meq/100 g)
MODERATA	M	MODERATA (Classe 3)	50 - 100 cm (con perm. bassa)	FGR-SKF Tutte le classi "over" (comprese le over SAB, over SKS, over FRM) in cui il 1° termine sia FFI o LGR	pH 4,5 - 5,5 CSC tra 5 - 10 (meq/100 g)
BASSA	B	ELEVATA (Classi 1, 2)	< 50 cm (con perm. bassa) < 100 cm (con perm. moderata)	SAB-SKS-FRM Classi "over" in cui il 1° termine sia SAB, SKS o FRM	pH < 4,5 CSC < 5 (meq/100 g)

(1)\*Considerare il valore più alto tra quelli riscontrati entro 100 cm

**TABELLA 5-5 - DEFINIZIONE DELLE CLASSI DI CAPACITÀ PROTETTIVA DEI SUOLI NEI CONFRONTI DELLE ACQUE SOTTERRANEE**

Come si può osservare nella seguente Figura 5-13, relativamente al territorio comunale di Moglia, la capacità protettiva dei suoli nei confronti delle acque sotterranee risulta talora, elevata e, talora, moderata.



**FIGURA 5-13 – CARTA DELLA CAPACITÀ PROTETTIVA DEI SUOLI NEI CONFRONTI DELLE ACQUE SOTTERRANEE**

#### 5.2.6. Capacità protettiva dei suoli nei confronti delle acque superficiali

Questa voce riguarda la definizione della capacità protettiva dei suoli nei confronti delle acque superficiali, determinata secondo il modello interpretativo riportato più sotto.

Il rischio di contaminazione per le acque superficiali deriva principalmente dallo scorrimento di liquami zootecnici, sulla superficie del suolo; le sostanze pericolose sono fosforo, materia organica, azoto ammoniacale ed i cloruri.

La definizione della capacità protettiva dei suoli nei confronti delle acque superficiali consente di valutare il grado di vulnerabilità del territorio in termini di rischio di inquinamento dei corsi d'acqua superficiali.

Di seguito viene riportato l'elenco dei parametri in base ai quali è stato possibile definire le diverse classi di suoli.

- Gruppo idrologico: è una valutazione sintetica del comportamento idrologico del suolo, in particolare della tendenza potenziale ad ostacolare la penetrazione delle acque nel suolo e originare scorrimenti (=runoff) in superficie.
- Indice di runoff superficiale: è una valutazione qualitativa del runoff superficiale in base alla pendenza e alla permeabilità del suolo.
- Inondabilità: evidenzia il rischio di inquinamento diretto delle acque superficiali per sommersione.

In base ai diversi valori dei parametri sopra elencati è stato possibile definire tre classi di capacità protettiva dei suoli nei confronti delle acque superficiali:

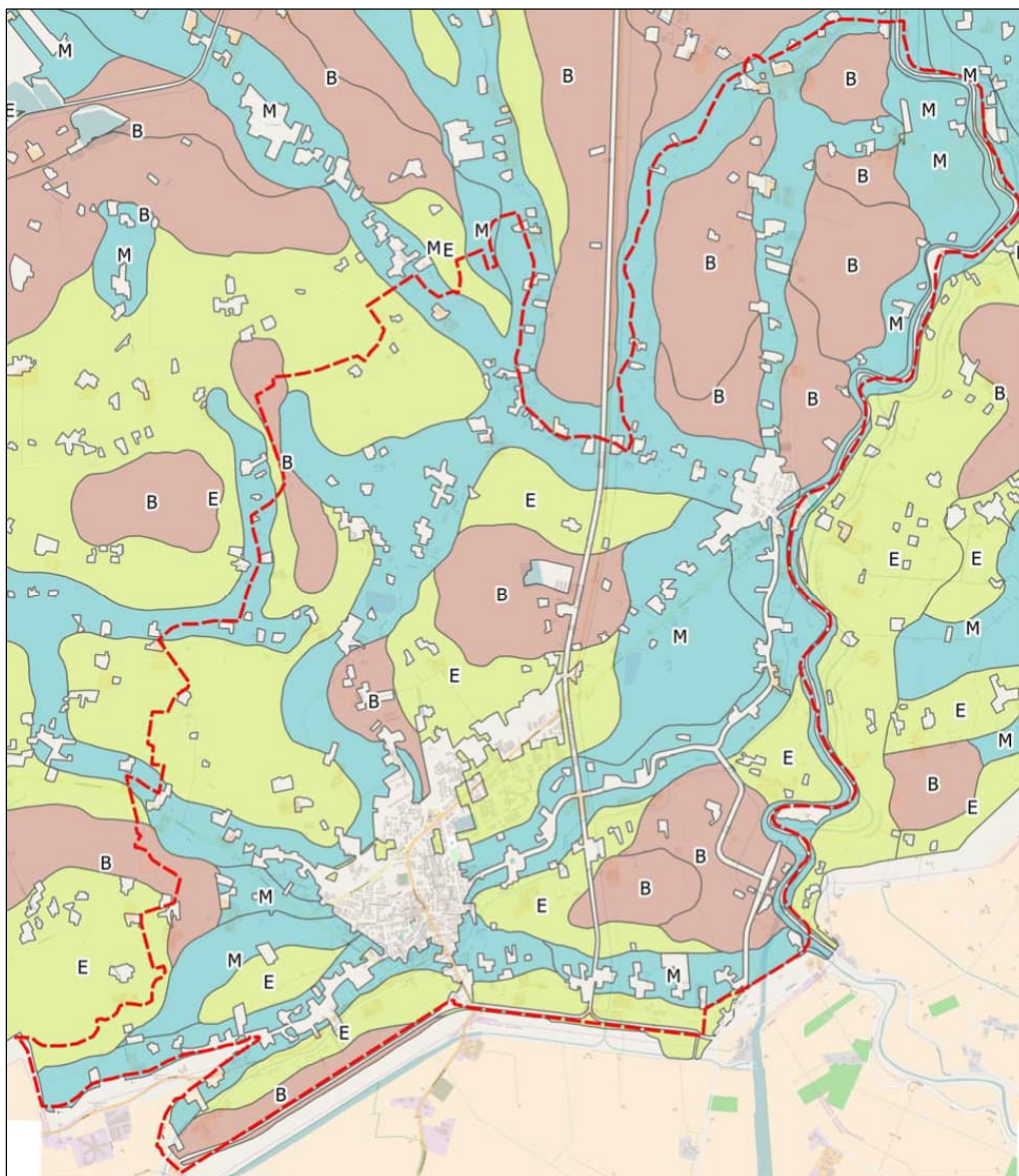
- E: elevata capacità protettiva;
- M: moderata capacità protettiva;
- B: bassa capacità protettiva.

Nella seguente Tabella 5-6 viene riportato il modello interpretativo secondo il quale sono state definite le caratteristiche per ciascuna classe di suoli.

CLASSI DI ATTITUDINE		FATTORI LIMITANTI LA CAPACITÀ PROTETTIVA DEI SUOLI		
NOMI	CODICI	GRUPPO IDROLOGICO	INDICE DI RUNOFF SUPERFICIALE	INONDABILITÀ
ELEVATA	<b>E</b>	A-B	t - mb	assente - lieve
MODERATA	<b>M</b>	C	b - m	moderata
BASSA	<b>B</b>	D	a - ma	alta - molto alta

**TABELLA 5-6 - DEFINIZIONE DELLE CLASSI DI CAPACITÀ PROTETTIVA DEI SUOLI NEI CONFRONTI DELLE ACQUE SUPERFICIALI**

Come è possibile osservare dalla Figura 5-14, la distribuzione di queste classi di suoli nel territorio comunale di Moglia è in percentuale simile tra loro.

**FIGURA 5-14 - CARTA DELLA CAPACITÀ PROTETTIVA DEI SUOLI NEI CONFRONTI DELLE ACQUE SUPERFICIALI**

#### 5.2.7. Valore naturalistico dei suoli

Questa voce riguarda la definizione della classe di valore naturalistico dei suoli, determinata secondo il modello interpretativo riportato più avanti.

L'interpretazione del valore naturalistico dei suoli può costituire un riferimento utile per caratterizzare in modo più completo i beni ambientali, integrando conoscenze pedologiche con conoscenze geomorfologiche, naturalistiche, floristiche, paesaggistiche, geografiche, e per proporre strategie comuni per la loro valorizzazione e fruizione. Questa interpretazione propone una valutazione dell'interesse scientifico e della singolarità che le risorse pedologiche regionali manifestano dal punto di vista naturalistico, sia perché i suoli sono testimonianze viventi delle intense relazioni tra pedosfera e sistema delle acque, che hanno avuto un'importanza decisiva nell'evoluzione degli ecosistemi e dello stesso paesaggio della pianura padana, sia



perché conservano paleosuoli del pleistocene medio-superiore, divenendo così parte dell'eredità culturale dell'umanità, sia perché sono caratterizzati da processi pedogenetici tipici di ambienti di formazioni particolari.

Le classi di suolo risultanti dal modello interpretativo e utilizzate per esprimere il valore naturalistico dei suoli sono le seguenti:

- B: basso;
- M: moderato;
- A: alto.

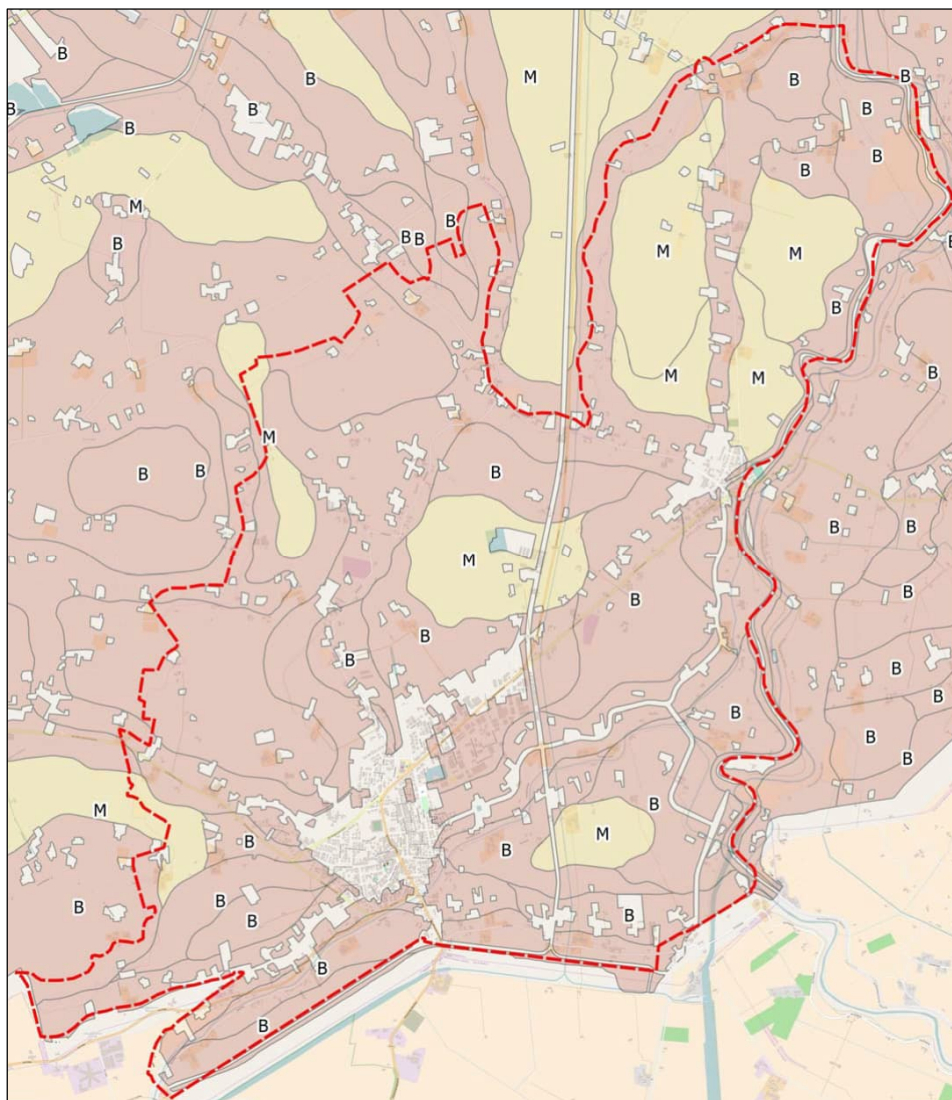
Nella seguente Tabella 5-7 viene riportato il modello interpretativo secondo il quale sono state definite le caratteristiche di valore naturalistico per ciascuna classe di suolo.

ALTO	MODERATO	BASSO
Suoli che appartengono ai grandi gruppi <b>Frag- o Plinth-</b> o ai sottogruppi <b>Fragic o Plinthic</b> degli Alfisols e Ultisols	Suoli che appartengono ai grandi gruppi <b>Pale- o Rhod-</b> degli Alfisols e Ultisols	ALTRI SUOLI
Suoli con orizzonte <b>a fragipan</b> , con <b>plinthite o pseudo plinthite</b> , con <b>orizzonte glossico</b>	Suoli che appartengono ai sottordini <b>Aqu-</b>	
<b>Histosols</b> e suoli che appartengono ai grandi gruppi <b>Hist-</b>	Suoli che appartengono al sottogruppo <b>Argic</b> degli Psamments	
Suoli che appartengono a un sottogruppo <b>"Pachic humic"</b> {ex Pachic o Cumulic Haplumbrepts}	Suoli con orizzonte argillico appartenenti a uno dei sottogruppi: <b>psammentic, arenic, grossarenic</b>	
<b>Spodosols</b>	Suoli che appartengono al sottogruppo <b>petrocalcic</b> dei GG Calciustepts, Calcixerepts, Calciusterts, Calcixererts, Haplusterts	
	Suoli con orizzonte <b>umbrico</b> {SG <b>"humic"</b> -ex Umbrepts} e <b>Humults</b>	
	<b>Vertisols</b>	

**TABELLA 5-7 - DEFINIZIONE DELLE CLASSI DI VALORE NATURALISTICO DEI SUOLI**

Nella seguente Figura 5-15 viene riportata la distribuzione di queste classi di suoli nel Comune di Moglia.

Si può osservare che il territorio in esame è caratterizzato prevalentemente da suoli con basso valore naturalistico, ad eccezione di alcune aree che presentano un valore medio. Non vi sono invece porzioni del territorio appartenenti alla classe relativa ad un alto valore naturalistico.

**FIGURA 5-15 - CARTA DEL VALORE NATURALISTICO DEI SUOLI**

### 5.3. Caratteri geomorfologici

#### 5.3.1. Quadro geomorfologico di riferimento

Gli eventi morfogenetici, responsabili dell'attuale assetto del territorio del Comune di Moglia, sono riconducibili essenzialmente alla dinamica fluviale del periodo pleistocenico ed olocenico, alla quale, nel periodo storico, si è sovrapposta l'attività antropica mirata alla stabilizzazione e alla modellazione delle superfici del suolo compatibilmente alle esigenze economiche, produttive ed insediative.

Le interazioni tra i vari fattori hanno dato luogo ad un paesaggio relativamente omogeneo, contraddistinto da superfici pressoché piane debolmente degradanti verso nord-est con gradiente topografico estremamente basso, inferiore allo 0,1%, e quote nell'ordine dei 15÷20 m s.l.m.

Le aree di pertinenza di corsi d'acqua (in particolare il fiume Secchia) sono rimaste le uniche in cui si osserva una evoluzione morfologica dipendente da fattori naturali.

Al contrario, la pianura circostante esprime il congelamento di una situazione originatasi antecedentemente alla limitazione degli alvei fluviali entro percorsi prefissati, in cui le opere di bonifica agraria, infrastrutturazione ed insediamento hanno conferito alla superficie topografica un assetto costante ed uniforme livellando tutte le asperità del terreno.

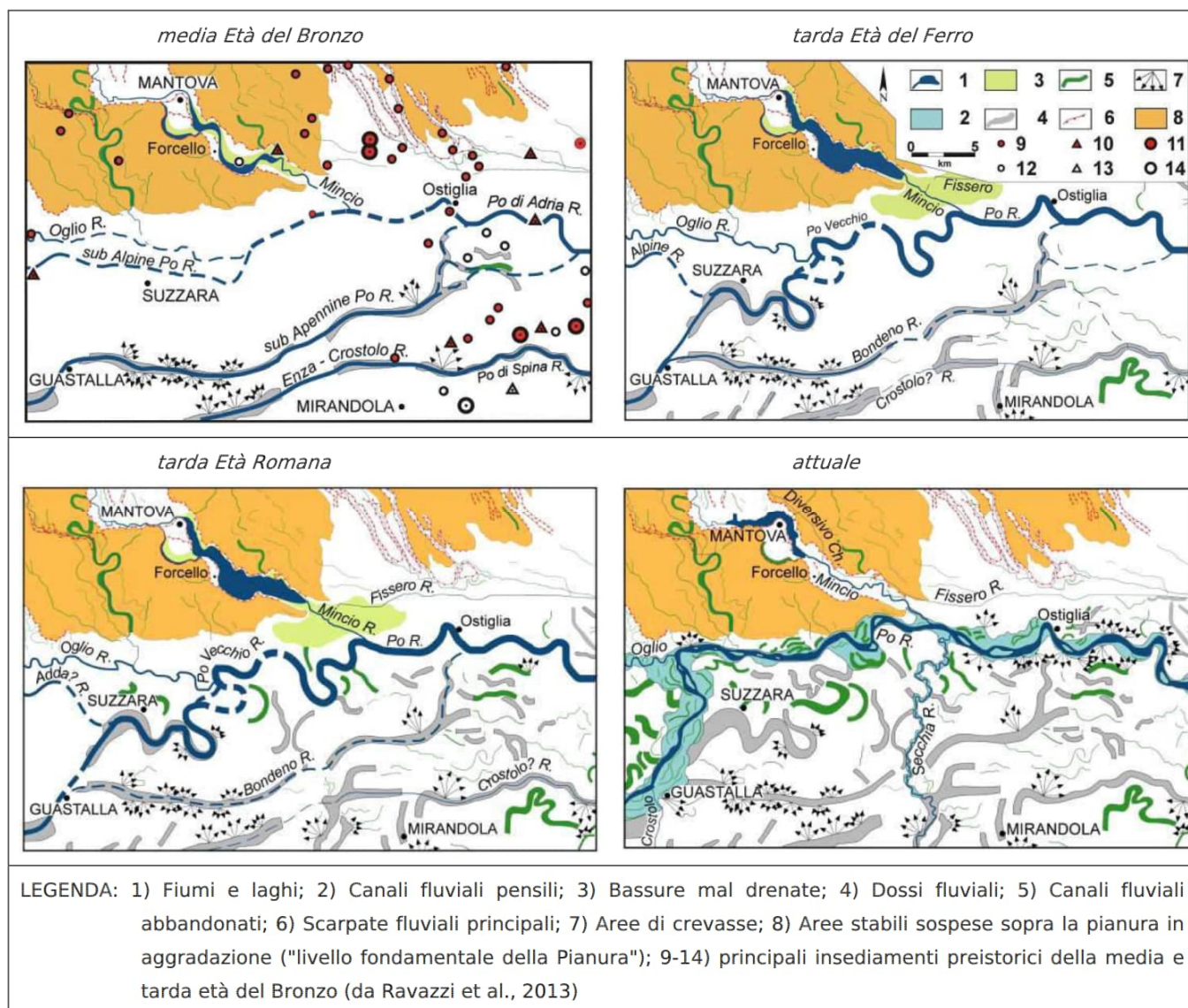
I pochi rilievi presenti sono costituiti dai rilevati stradali, dai ponti e dagli argini dei corsi d'acqua.

Le superfici del suolo conservano tuttavia, anche se in forma relittuale, ancora le tipiche geometrie dell'ambiente fluviale di piana a meandri, risultato dell'attività deposizionale del Po e dei suoi affluenti appenninici, quali:

- dossi, di sistemi di canale-argine, molti dei quali sono oggi sede di strade e centri abitati in quanto sono le aree a minore rischio di allagamento
- tracce di alvei abbandonati, incassati o a livello della pianura, che non sono direttamente osservabili sul terreno, ma possono essere individuati attraverso l'analisi comparata delle fotografie aeree, del microrilievo e della tessitura dei depositi superficiali
- ventagli d'esondazione, formatisi a seguito di diversioni, durante le piene dei corsi d'acqua, con rottura degli argini naturali.

Relativamente all'evoluzione recente del reticolo fluviale di quest'area, conosciuta anche grazie alle relazioni tra gli insediamenti antropici rinvenuti e i corsi d'acqua connessi, va evidenziato come, nella media età del Bronzo (1600 - 1300 anni a.C.), tra Guastalla e Ostiglia/Sermide era attivo un sistema fluviale a decorso ovest-est, anche indicato come "Po appenninico", che attraversava la porzione più Meridionale del Comune di Moglia (cfr. Figura 5-16).

A seguito di varie diversioni, questo sistema fluviale si è poi spostato verso nord (cfr. situazione durante età del Ferro e l'età Medievale sempre in Figura 5-16) determinando il sovralluvionamento dell'intero settore di pianura compreso tra Guastalla, Suzzara, Pegognaga, Gonzaga e San Benedetto Po.



**FIGURA 5-16 – EVOLUZIONE DEL RETICOLO IDROGRAFICO NELL'OLTREPÒ MANTOVANO TRA LA MEDIA ETÀ DEL BRONZO E OGGI (DA C.N.R. – IDPA E REGIONE LOMBARDIA, 2013)**

### 5.3.2. Carta idrogeomorfologica

Lo studio geomorfologico ha consentito di riportare analiticamente le forme di erosione e di accumulo presenti nel territorio comunale, interpretandone la genesi in funzione dei processi geomorfologici attuali e passati, stabilendone la sequenza cronologica e valutandone lo stato di attività.

Detto studio è stato svolto sulla base dei dati esistenti (desunti, principalmente, dal Sistema Informativo Territoriale della Regione Lombardia, in cui è contenuta una carta prodotta della rielaborazione e riorganizzazione, in chiave morfologica, delle informazioni raccolte nel corso dei rilevamenti eseguiti dall'ERSAL per la realizzazione della "Carta pedologica", oltre che dalla documentazione biblio-cartografica riguardante i più recenti studi geologici per la pianificazione territoriale) integrati da rilevamenti diretti di campagna.



Le caratteristiche geomorfologiche individuate per il territorio in esame sono riportate, congiuntamente alle informazioni relative all'idrografia di superficie, nella Carta idro-geomorfologica dell'elaborato CG.1. 5.

Nello specifico, il Comune di Moglia ricade in una zona della bassa pianura in destra Po (Oltrepò mantovano) e in sinistra Secchia.

Essa presenta una morfologia sub-pianeggiante. Il piano campagna, come si evince dall'andamento delle isoipse a equidistanza 1 m tracciate sulla carta idro-geomorfologia, raggiunge le sue quote maggiori (oltre 20 m s.l.m.) all'estremità sud-occidentale del territorio comunale, e decresce fino a raggiungere i circa 15 m s.l.m. nei punti più depressi del settore nord-orientale.

I principali elementi idrografici e morfologici identificati sono riportati nei seguenti paragrafi, rispettando la suddivisione adottata nella legenda della Carta idro-geomorfologica.

#### 5.3.2.1. Forme naturali

Come già illustrato nel quadro geologico di riferimento, il territorio del comune di Moglia risulta interessato dalla presenza di forme strettamente connesse a pregresse attività fluviali e fluvioglaciali, quali:

- dossi fluviali
- tracce di paleoalvei a livello della pianura circostante
- ventagli di esondazione

Tali forme, identificate mediante fotointerpretazione, più che per le evidenze morfologiche rilevate in campagna, conferiscono un andamento leggermente ondulato all'assetto normalmente pianeggiante dell'area in esame.

#### 5.3.2.2. Idrografia

La rete idrografica del territorio comunale di Moglia include, oltre al fiume Secchia, uno dei grandi corsi d'acqua di interesse regionale e nazionale, una fitta rete di canali a cielo aperto e tombati, fossi e scoli di bonifica, funzionali all'irrigazione e, durante i periodi piovosi, in buona parte, utilizzati anche per l'allontanamento delle acque.

Tutto il territorio comunale vede una marcata interferenza tra il reticolo irriguo di competenza dei Consorzi che operano sul territorio comunale e il reticolo idrico naturale il quale, nel tempo, è stato progressivamente artificializzato.

Nello specifico, nell'elaborato CG.1. 5, è stato rappresentato il reticolo idrico di competenza del Consorzio di bonifica dell'Emilia Centrale e del Consorzio di bonifica Terre dei Gonzaga in Destra Po.

#### 5.3.2.3. Forme legate ad interventi antropici

Sempre sotto il profilo morfologico il Comune di Moglia, come del resto l'intera Pianura Padana, è da considerarsi integralmente antropizzato.

Infatti, nei secoli, la comunità umana ha compiuto continue modifiche al territorio per renderlo compatibile all'insediamento e all'utilizzo agricolo.

Allo stato attuale si può affermare che, con eccezione degli alvei dei corsi d'acqua, in cui risulta ancora attiva l'azione morfodinamica fluviale, tutte le variazioni della forma della superficie topografica siano da imputare proprio all'attività antropica.



Per quanto riguarda le forme legate ad interventi antropici, nella Carta idro-geomorfologica dell'elaborato CG.1. 5 sono stati rappresentati i seguenti elementi classificabili come forme legate ad interventi antropici:

- territorio urbanizzato;
- principali infrastrutture (quali strade provinciali);
- i principali ponti;
- bacini lacustri artificiali.

In riferimento alle attività estrattive, si è verificato che il Piano Provinciale Cave vigente della Provincia di Mantova 2018 (adottato dal Consiglio Provinciale con Del. n. 49 del 20 settembre 2018 ed approvato dal Consiglio Regionale della Lombardia con Del. XI/1888 del 25 maggio 2021 e pubblicata sul BURL n. 32 del 3 giugno 2021) non individua alcun nuovo ambito in Comune di Moglia.

## 5.4. Caratteri idrogeologici

### 5.4.1. Inquadramento idrogeologico

La pianura lombarda, in cui ricade il Comune di Moglia, rappresenta una delle maggiori riserve idriche europee. Infatti, la struttura idrogeologica del territorio è caratterizzata dalla presenza di potenti livelli acquiferi sfruttabili, in particolare, nella media e nella bassa pianura.

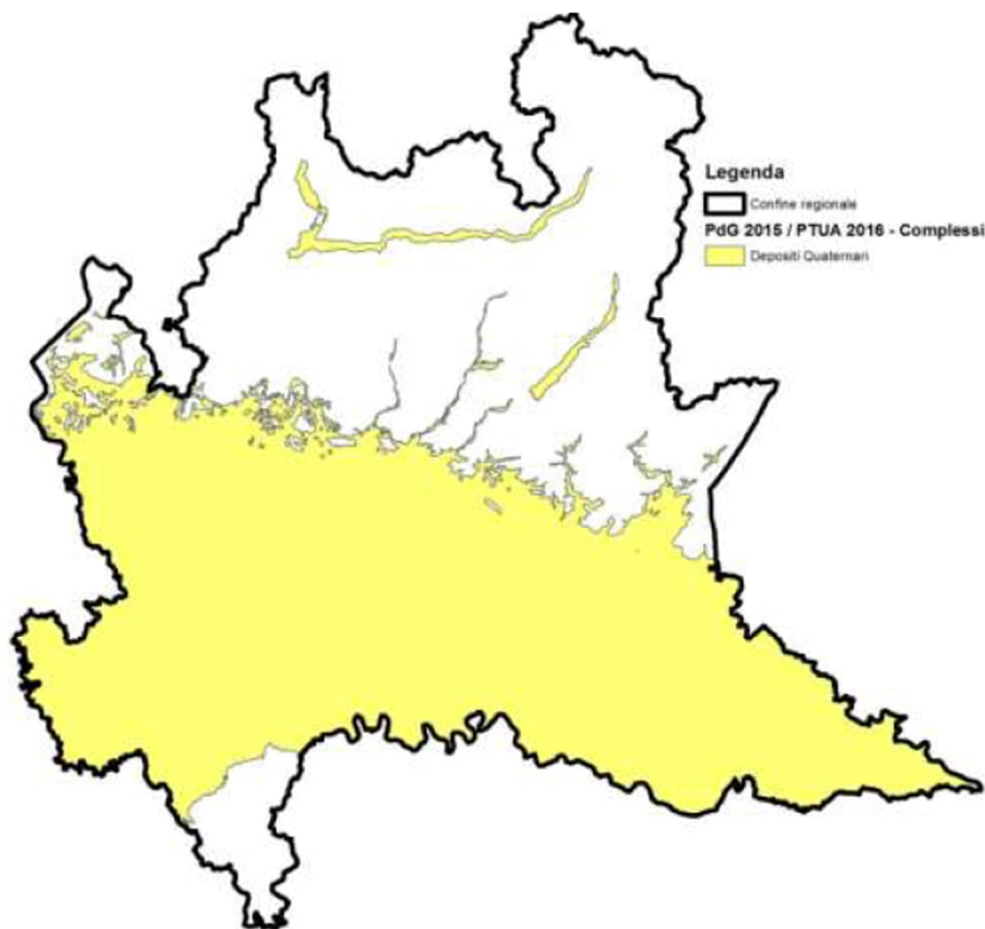
Nella presente relazione, per inquadrare tale tematica, si è fatto riferimento allo stato delle conoscenze descritto nell'Elaborato 2: Caratterizzazione, monitoraggio e classificazione dei corpi idrici sotterranei del Programma di Tutela e Uso delle Acque della Regione Lombardia (PTUA 2016) approvato con d.g.r. n. 6990 del 31 luglio 2017. Infatti, in fase di revisione del Programma, rispetto alla prima versione, approvata nel marzo 2006, si è ritenuto opportuno realizzare una serie di approfondimenti per la ricostruzione del modello concettuale della struttura idrogeologica dei settori di pianura e di fondovalle, attuata attraverso:

- la predisposizione di sezioni idrogeologiche longitudinali e trasversali;
- l'identificazione delle basi degli acquiferi freatici e delle idrostrutture profonde;
- l'analisi delle piezometrie storiche e di nuova elaborazione per l'identificazione dei principali spartiacque sotterranei e delle principali direzioni di flusso;
- l'analisi dei dati di nuova acquisizione e l'elaborazione di una proposta di ridefinizione dei corpi idrici sotterranei.

Ciò ha portato all'individuazione di:

- nuovi complessi e subcomplessi idrogeologici;
- nuovi corpi idrici definiti nei settori di pianura e di fondovalle;
- zone di ricarica per i corpi idrici sotterranei di pianura e fondovalle;
- zone di riserva per i corpi idrici sotterranei di pianura e fondovalle.

Considerato l'ambito territoriale d'interesse del presente studio, di seguito, ci si limiterà a descrivere solo il Complesso dei Depositi Quaternari che caratterizza l'intera pianura lombarda, oltre a tutti quei settori di raccordo tra la pianura stessa e gli edifici montuosi (cfr. Figura 5-17).



**FIGURA 5-17 – COMPLESSO DEI DEPOSITI QUATERNARI IDENTIFICATO NEL PTUA 2016**

Il modello concettuale della struttura idrogeologica di tale Complesso, ricostruito nel PTUA 2016, mantiene come solido punto di partenza lo studio Geologia degli Acquiferi Padani della Regione Lombardia, condotto tra il 1999 e il 2002, in collaborazione tra Regione Lombardia e Eni-Divisione Agip, il quale ha suddiviso i depositi alluvionali della pianura padana lombarda in 4 gruppi acquiferi:

- Gruppo acquifero A (Olocene-Pleistocene Medio)
- Gruppo acquifero B (Pleistocene Medio)
- Gruppo acquifero C (Pleistocene Medio)
- Gruppo acquifero D

anche se, nell'ambito del lavoro di ridefinizione dei corpi idrici:

- si evidenziano delle differenze di profondità delle superfici di base dei Gruppi Acquiferi, conseguenti al maggiore peso attribuito al dato stratigrafico diretto rispetto a quello indiretto che sta alla base delle interpretazioni Eni-Divisione Agip 2002;
- il Gruppo Acquifero D non è stato analizzato, in considerazione dell'elevata profondità.
- Il Gruppo Acquifero A, a partire dal limite tra alta e media pianura, è stato differenziato in 2 sottogruppi, denominati A1 e A2; fatto che ha consentito di delimitare verticalmente gli acquiferi superficiali, in comunicazione diretta con la superficie, generalmente sede dell'acquifero libero, dagli acquiferi intermedi e profondi, comunicanti solo localmente

con gli acquiferi superficiali per interruzione degli acquitardi di separazione (in corrispondenza di paleoalvei o di eteropie laterali) o drenanza dagli stessi.

La caratterizzazione verticale degli acquiferi di pianura è stata effettuata attraverso una maglia di sezioni regolari che riportano le stratigrafie dei pozzi ed i limiti di idrostruttura proposti e, per confronto:

- i limiti, ricostruiti attraverso l'andamento delle basi dei complessi idrogeologici, dei Gruppi Acquiferi di Regione Lombardia e ENI, rivisti;
- i limiti dell'acquifero superficiale come identificato nel PTUA 2016.

Per una migliore comprensione dei rapporti stratigrafici tra le unità e delle modalità di scambio idrico tra le diverse idrostrutture sono stati elaborati gli schemi dei rapporti stratigrafici.

Sono quindi state identificate tre idrostrutture principali di seguito elencate e descritte nei paragrafi successivi:

- ISS (Idrostruttura Sotterranea Superficiale), sede dell'acquifero libero, comprendente il Gruppo Acquifero A e B, nei settori di alta pianura Lombarda, e la porzione superiore del Gruppo Acquifero A (denominata Unità A1) nella media e bassa pianura.
- ISI (Idrostruttura Sotterranea Intermedia), sede di acquiferi da semiconfinati a confinati, comprendente la porzione profonda del Gruppo Acquifero A (denominata Unità A2) e il Gruppo Acquifero B presente nella media e bassa pianura.
- ISP (idrostruttura sotterranea profonda), sede di acquiferi confinati comprendente il Gruppo Acquifero C, identificato solo nei settori di alta e media pianura in cui esso è conosciuto tramite indagini dirette e captato e che, per tale motivo, non viene trattato nel presente studio, riferito a un Comune appartenente alla bassa pianura.

I limiti tra idrostrutture sono stati posti in corrispondenza del tetto dell'acquitarzo/acquiclude di separazione tra le due idrostrutture, in genere in corrispondenza del tetto di un livello significativamente spesso e continuo di argille e/o limi.

#### 5.4.1.1. ISS – Idrostruttura Sotterranea Superficiale

L'Idrostruttura Sotterranea Superficiale (ISS) è costituita da uno o più corpi acquiferi caratterizzati da permeabilità da alta a media, sede dell'acquifero libero, localmente semiconfinato, i cui limiti coincidono con:

- la superficie topografica (*top*);
- la superficie di separazione dal subcomplesso sottostante, ovvero dall'ISP nell'Alta Pianura e dall'ISI in quella Media e Bassa (*bottom*);
- i confini delle idrostrutture di pianura.

In genere l'ISS costituisce il subcomplesso maggiormente vulnerabile da un punto di vista sia quantitativo sia qualitativo, essendo posto in diretta comunicazione con la superficie topografica e con i corsi d'acqua superficiali che localmente ne riducono lo spessore complessivo.

L'idrostruttura costituisce un corpo idrico serbatoio attraverso cui i sottostanti subcomplessi (ISI e ISP) sono ricaricati/scaricati.

Come già indicato, in riferimento allo studio di Regione Lombardia e di Eni Divisione Agip (Geologia degli acquiferi padani della Regione Lombardia - 2002), il limite di base dell'Idrostruttura Sotterranea Superficiale, viene fatto coincidere, nell'Alta Pianura, con quello del Gruppo acquifero B; mentre nella Media e Bassa Pianura, con quello del sottogruppo A1. Esso varia tra quote di +300 m s.l.m., nell'alta pianura lombarda, a -50 m s.l.m. in corrispondenza della bassa pianura mantovana.

L'idrostruttura superficiale è caratterizzata da spessori minimi (20÷30 m) in alcuni settori della bassa pianura (aree alla confluenza tra Po e Ticino, nel basso cremonese e nel medio bresciano) e da un ispessimento nell'alta pianura dove raggiunge

valori massimi superiori ai 100 m.

Questo subcomplesso è stato a sua volta suddiviso in 13 singoli corpi Idrici, differenziati gli uni dagli altri a seconda dell'ambito omogeneo in cui ricadono.

Il territorio comunale di Moglia ricade nel Corpo idrico sotterraneo superficiale di Bassa Pianura Bacino Po, con codice GWBISBPPO (cfr. paragrafo 5.4.2).

#### 5.4.1.2. ISI – Idrostruttura Sotterranea Intermedia

L'Idrostruttura Sotterranea Intermedia (ISI) è costituita da un sistema di acquiferi multistrato caratterizzati da permeabilità media, sede di acquiferi generalmente confinati, localmente semiconfinati, i cui limiti coincidono:

- con la base dell'ISS (top);
- con la superficie di separazione dal sottostante ISP (Idrostruttura sotterranea Profonda - bottom, corrispondente alla base del Gruppo Acquifero B);
- con i confini delle idrostrutture di pianura (limiti laterali).

L'ISI comprende corpi idrici di significativo interesse idrogeologico sia da un punto di vista quantitativo sia qualitativo, perché rappresenta un serbatoio idrico per la Media e Bassa Pianura, che ha evidenziato condizioni di sostanziale equilibrio nel periodo in cui è stato indagato (1980 -2014) e che, in genere è meno vulnerabile alle contaminazioni idroveicolate.

Può tuttavia essere localmente interessato da scarsa qualità di base delle acque in esso circolanti di origine naturale (presenza di Ferro, Manganese, Arsenico, Azoto Ammoniacale).

Questa idrostruttura comunica per drenanza con il soprastante subcomplesso del ISS in corrispondenza di paleoalvei e/o eteropie presenti all'interno dell'acquitarzo posto a separazione delle due idrostrutture.

In riferimento allo studio di Regione Lombardia e di Eni Divisione Agip (Geologia degli acquiferi padani della Regione Lombardia - 2002), il limite di base dell'Idrostruttura Sotterranea Intermedia (ISI) è posto in corrispondenza del limite basale del Gruppo acquifero B, nella media e bassa pianura lombarda. Mentre, l'unità risulta assente in buona parte dell'alta pianura a causa della chiusura laterale conseguente all'innalzamento del tetto dell'ISP.

Analogamente all'ISS, l'idrostruttura Sotterranea Intermedia è stata a sua volta suddivisa in 6 corpi idrici. Il territorio comunale di Moglia ricade nel Corpo idrico sotterraneo intermedio di Bassa Pianura Bacino Po, con codice GWBISBPPO, che sarà sempre descritto nel paragrafo 5.4.2.

#### 5.4.2. Struttura degli acquiferi

Come anticipato nel paragrafo 5.4.1, i Corpi idrici sotterranei, individuati nel complesso idrogeologico dei Depositi Quaternari, che interessano l'area di studio, sono i seguenti:

- Corpo idrico sotterraneo superficiale di Bassa Pianura Bacino Po, con codice GWBISBPPO
- Corpo idrico sotterraneo intermedio di Bassa Pianura Bacino Po, con codice GWBISBPPO

Il Corpo idrico sotterraneo superficiale di Bassa Pianura Bacino Po si trova nel contesto morfologico della Bassa Pianura lombarda, in corrispondenza della piana alluvionale recente e attuale del Fiume Po, sviluppandosi in senso est-ovest, sia in destra sia in sinistra idrografica del Fiume Po nel settore occidentale, e solo in sinistra idrografica nel settore centrale e orientale, nel quale assume la maggiore estensione areale. Comprende comuni delle provincie di Pavia, Lodi, Cremona e Mantova.

I suoi confini sono così identificati:

- a nord con le idrostrutture della Media Pianura;
- a sud con l'ISS Oltrepò Pavese nella parte occidentale e con l'alveo del Fiume Po nei settori centrali e orientali corrispondente al confine con l'Emilia-Romagna.

L'idrostruttura è contenuta nel sottogruppo A1, costituito da depositi ghiaiosi e ghiaioso-sabbiosi nel settore occidentale e da depositi a granulometria più fine nel settore orientale, ovvero sabbie localmente limose con intercalazioni argillose.

Il corpo idrico assume caratteri di acquifero da libero a semiconfinato. Localmente (area Serravalle Po) l'acquifero risulta confinato entro livelli permeabili delimitati a tetto da livelli argillosi presenti a partire dalla superficie.

Il limite inferiore dell'idrostruttura, collocato a quote comprese tra 0 m s.l.m. e -50 m s.l.m. tende ad approfondirsi verso i settori sud-orientali e orientali e il passaggio all'unità intermedia è identificato quasi ovunque dalla presenza dei livelli argillosi contenuti al tetto ed entro l'unità A2.

Lo spessore raggiunge massimi di 70 m nell'area di Suzzara-Gonzaga (settore sud-orientale) e nell'estremo lembo orientale (area Felonica) e minimi di 20÷25 m nel settore occidentale (Pancarana, Pinerolo Po) e nella porzione occidentale del settore orientale (Solarolo Rainero).

Il Corpo idrico sotterraneo intermedio di Bassa Pianura Bacino Po, anch'esso nel contesto morfologico della Bassa Pianura lombarda, confina:

- a nord con le idrostrutture ISI della Medio-Bassa Pianura precedentemente descritte (Ticino-Adda, Adda-Mella-Oglio, Mella-Oglio-Mincio);
- a sud con l'alveo del Fiume Po nei settori centrali e orientali corrispondente al confine con l'Emilia-Romagna e con il limite della piana alluvionale recente ed attuale del fiume Po in destra idrografica nel settore occidentale.

Si differenzia dai corpi idrici di Media Pianura per la presenza dei canali di divagazione del paleo Po che interrompono la continuità dei depositi fini di piana di esondazione e consentono una comunicazione verticale degli acquiferi.

L'idrostruttura è contenuta all'interno dei sedimenti della porzione profonda del Gruppo Acquifero A (sottogruppo A2) e del Gruppo Acquifero B.

Contiene un acquifero multistrato, localmente monostrato, generalmente in equilibrio idraulico o in lieve sovrappressione rispetto all'acquifero superficiale, con aree di significativa sovrappressione solo in corrispondenza della porzione più orientale del corpo idrico.

Litologicamente i depositi appartenenti all'Unità A2 sono costituiti:

- sul limite occidentale da sabbie e sabbie ghiaiose con locali intercalazioni limoso argillose spesso discontinue;
- in posizione centrale da limi e argille con intercalazioni di sabbie e sabbie ghiaiose;
- sul limite orientale da sabbie prevalenti con intercalazioni plurimetrichi di limi argillosi con torbe, via via sempre più frequenti spostandosi verso est.

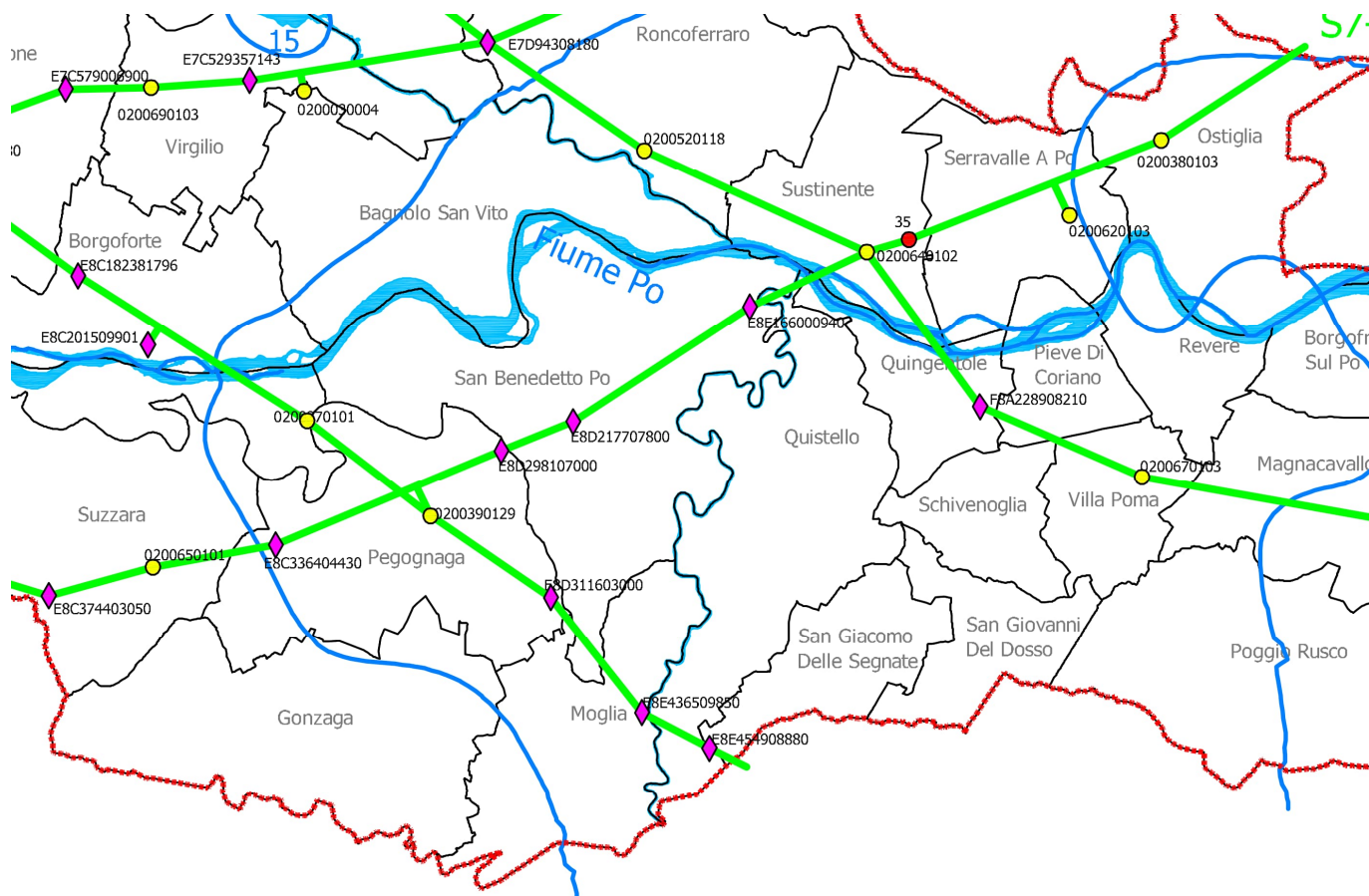
L'acquitarzo di separazione tra ISS e ISI presenta spessori massimi (10÷15 m) nel settore centrale (tra Gussola e Viadana), mentre, sul lato est e ovest del corpo idrico è discontinuo e spesso interrotto da depositi medio grossolani di piana alluvionale (tra i comuni di Silvano Pietra e Corano e tra i comuni di Pegognaga e San Benedetto Po).

La base del corpo idrico è collocata a quote comprese tra -50 m s.l.m. a nord e -580 m s.l.m. a sud-est e lo spessore presenta valori crescenti da 30 a 540 m all'approfondirsi dell'idrostruttura verso la bassa pianura del Po.

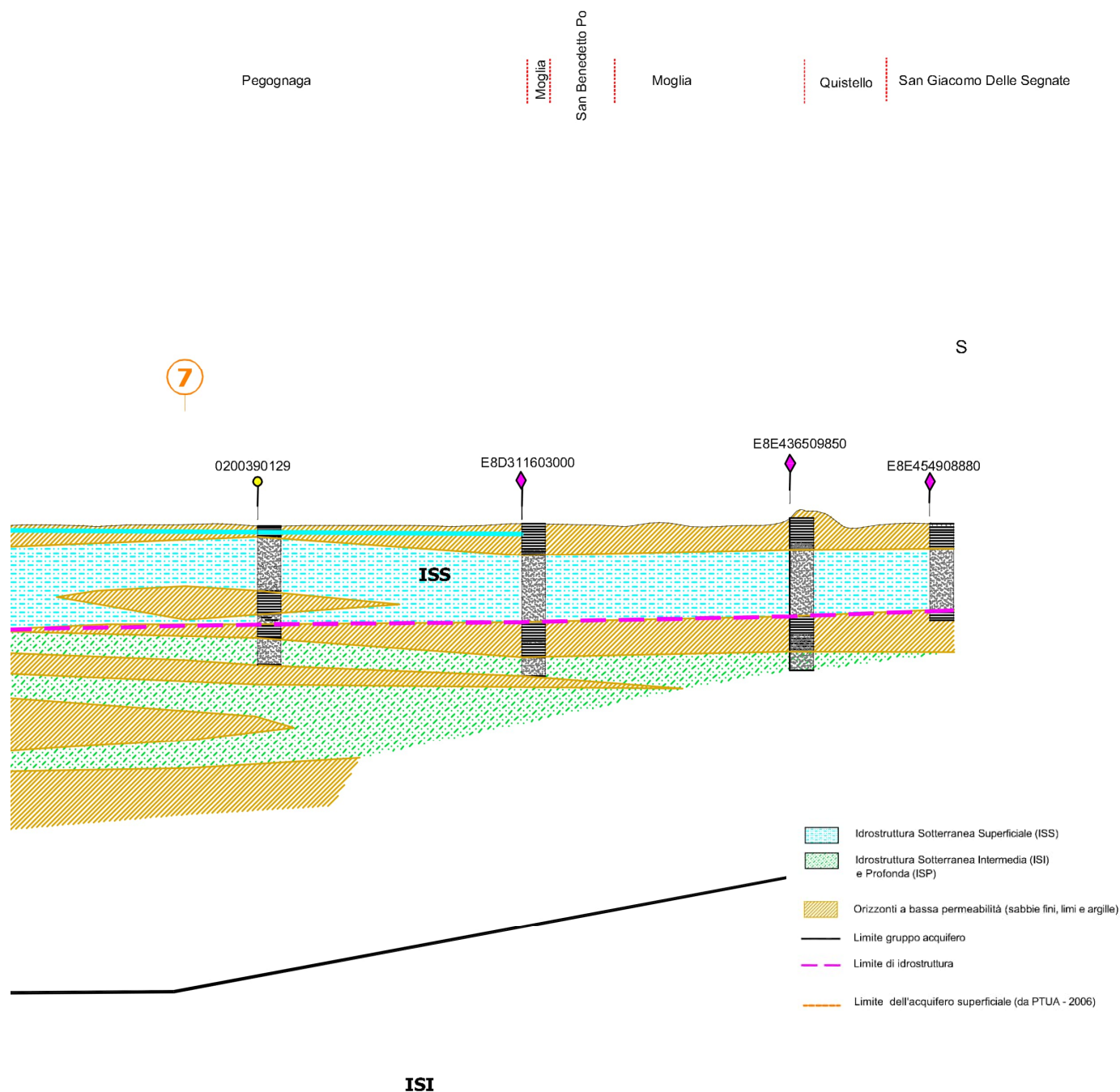


Ai fini del presente lavoro, risulta di particolare interesse esaminare lo stralcio della sezione S8-O-M (cfr. Figura 5-19), ripresa dall'Allegato 3 all'Elaborato 2: Caratterizzazione, monitoraggio e classificazione dei corpi idrici sotterranei del PTUA 2016, che, attraversa il Comune di Moglia con andamento NW-SE (cfr. Figura 5-18).

Esaminando la sezione S8-O-M si osserva che, in corrispondenza del territorio in esame, la base dell'ISS si riduce da una profondità di 280 m a circa 170 m da piano campagna, in direzione nord-sud, e che l'acquitrando superficiale ha una potenza nell'ordine di 10÷20 m.



**FIGURA 5-18 - TRACCIA DELLA SEZIONE S8-O-M, IN CORRISPONDENZA DEL COMUNE DI MOGLIA E RELATIVO INTORNO, RIPRESA DALL'ALLEGATO 3 ALL'ELABORATO 2: CARATTERIZZAZIONE, MONITORAGGIO E CLASSIFICAZIONE DEI CORPI IDRICI SOTTERRANEI DEL PTUA 2016**



**FIGURA 5-19 - SEZIONE S8-O-M, IN CORRISPONDENZA DEL COMUNE DI MOGLIA E RELATIVO INTORNO, RIPRESA DALL'ALLEGATO 3 ALL'ELABORATO 2: CARATTERIZZAZIONE, MONITORAGGIO E CLASSIFICAZIONE DEI CORPI IDRICI SOTTERRANEI DEL PTUA 2016**

### 5.4.3. Permeabilità dei depositi superficiali

La determinazione della permeabilità dei depositi superficiali fornisce le informazioni necessarie alla quantificazione dei meccanismi di ricarica legati all'infiltrazione delle acque meteoriche, nonché alla valutazione del grado di protezione degli acquiferi superficiali.

Poiché la definizione delle caratteristiche idrogeologiche è strettamente collegata alla granulometria dei terreni, la Carta idrogeologica di cui all'elaborato CG.1. 6, è stata redatta con criterio idrolitologico, cioè, alle classi litologiche definite nella carta della litologia di superficie è stato attribuito un determinato valore di conducibilità idraulica.

L'associazione dei valori numerici alle classi litologiche si basa sul confronto con terreni consimili a permeabilità nota. A riguardo, nella seguente Figura 5-20 è riportata la tabella che definisce i valori ed i limiti convenzionali fra il tipo granulometrico formazione e grado di permeabilità, utilizzata anche nel presente studio per definire la permeabilità dei depositi rilevati.

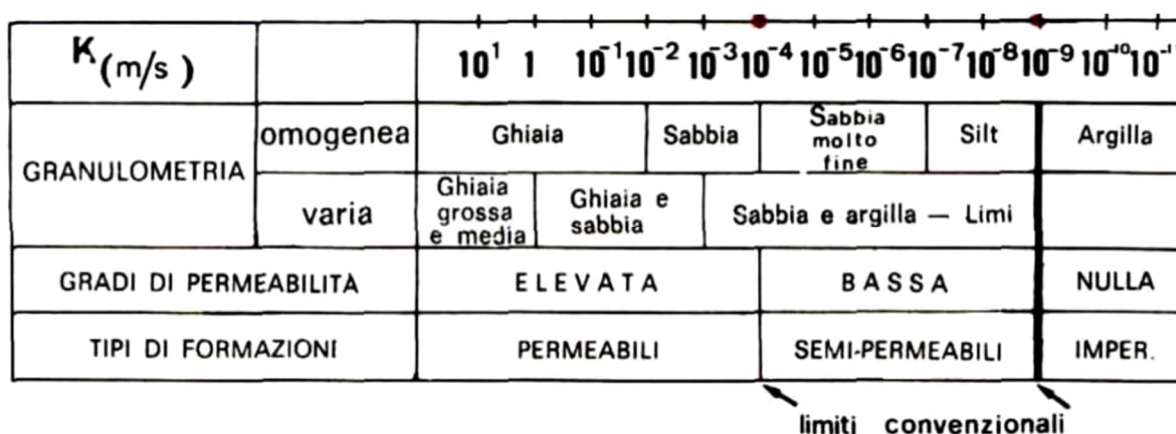


FIGURA 5-20 - VALORI DEL COEFFICIENTE DI PERMEABILITÀ (DA CASTANY, 1982)

Sono così state definite le seguenti tre classi di permeabilità riferite ai litotipi superficiali descritti nel paragrafo 5.1.4:

- Depositi ad elevata permeabilità:  
Tale classe è stata cautelativamente attribuita ai depositi prevalentemente sabbioso-limosi che normalmente sono associati a un'alta permeabilità, con coefficiente  $k$  maggiore di  $10^{-4}$  m/sec. Va precisato, tuttavia, che, in tali depositi il valore della permeabilità è strettamente legato alla percentuale di matrice fine che, intasando i vuoti presenti tra gli elementi grossolani, determina una netta diminuzione della conducibilità idraulica e una notevole variabilità, sia in senso orizzontale che verticale.
- Depositi a bassa permeabilità:  
Appartengono a questa classe i depositi prevalentemente limosi con sabbia, legati alla sedimentazione del carico solido di correnti con scarsa competenza, caratterizzati da una permeabilità media con coefficiente  $k$  minore di  $10^{-4}$  m/sec e maggiore di  $10^{-9}$  m/sec. Questi terreni, generalmente, presentano un differente grado di permeabilità sia in senso orizzontale che verticale in relazione alla variabilità del rapporto sabbia/limo e alla presenza di sottili intercalazioni argillose. In superficie le caratteristiche di permeabilità possono essere alterate: ad esempio, la conducibilità idraulica può aumentare in seguito al rimaneggiamento dovuto alle normali pratiche agricole. Dal punto di vista idrogeologico sono comunque sede di una infiltrazione lenta.
- Depositi a permeabilità nulla:

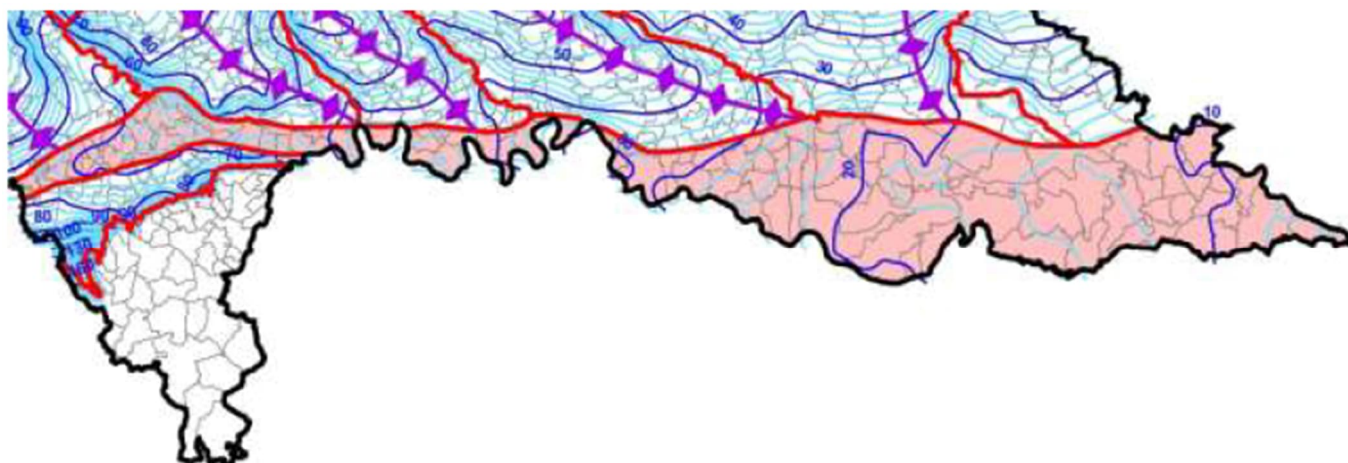
Si tratta dei depositi prevalentemente argillosi, che, in relazione alla granulometria estremamente fine, determinano valori del coefficiente di permeabilità  $k$  inferiori a  $10^{-9}$  m/s e portata totale elevata. Di conseguenza possono immagazzinare notevoli quantità di acqua anche se la circolazione al loro interno è pressoché esistente. La conducibilità idraulica può aumentare, in prossimità della superficie topografica, in conseguenza della fessurazione per essiccamento, frequente nei periodi più aridi. Elemento significativo in questo tipo di depositi è la risalita capillare, che fa sì che questi terreni, anche in assenza di falda possono risultare pressoché saturi.

#### 5.4.4. Dinamica delle acque sotterranee

Allo scopo di descrivere la dinamica delle acque che hanno sede nel territorio comunale di Moglia, innanzitutto viene proposta un'analisi, ripresa dall'Elaborato 2 del PTUA 2016, a scala di corpi idrici, come definiti nei paragrafi 5.4.1 e 5.4.2.

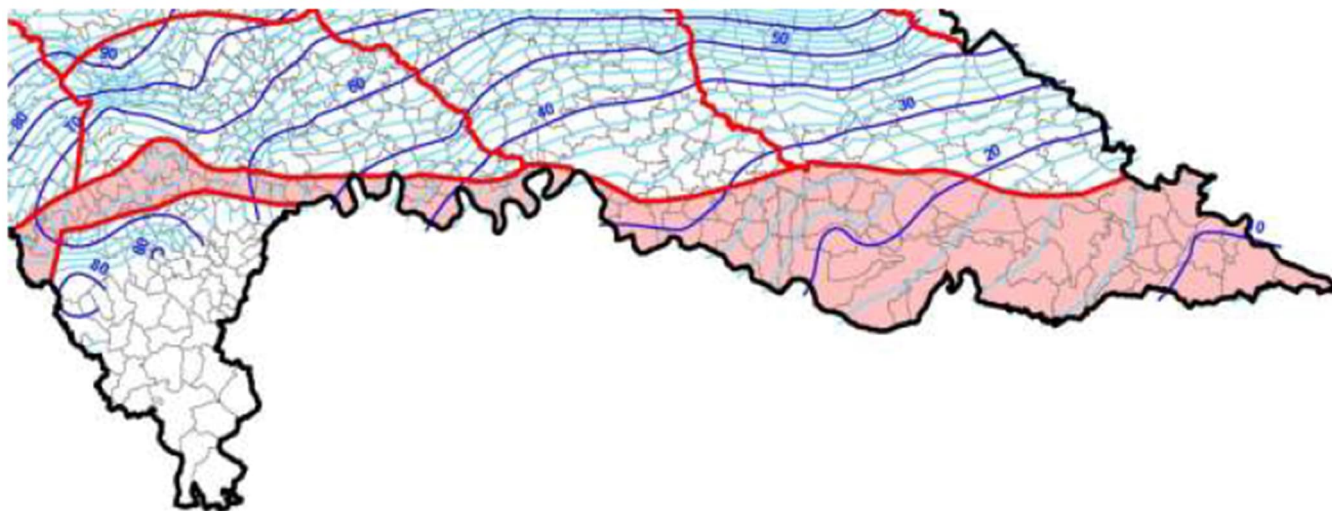
In particolare, gli andamenti piezometrici rilevati in una campagna di misura del maggio 2014 vengono riproposti nelle seguenti figure:

- Figura 5-21 relativamente al Corpo idrico sotterraneo superficiale di Bassa Pianura Bacino Po
- Figura 5-22 relativamente al Corpo idrico sotterraneo intermedio di Bassa Pianura Bacino Po



**FIGURA 5-21 – CORPO IDRICO SOTTERRANEO SUPERFICIALE DI BASSA PIANURA PO (IN VIOLA I PRINCIPALI SPARTIACQUE SOTTERRANEI, IN BLU E AZZURRO LA PIEZOMETRIA DEL MAGGIO 2014, IN ROSSO I CONFINI DEI CORPI IDRICI DELL'IDROSTRUTTURA SOTTERRANEA SUPERFICIALE)**





**FIGURA 5-22 - CORPO IDRICO SOTTERRANEO INTERMEDIO DI BASSA PIANURA BACINO Po (IN BLU E AZZURRO LA PIEZOMETRIA DEL MAGGIO 2014, IN ROSSO I CORPI IDRICI DELL'IDROSTRUTTURA SOTTERRANEA INTERMEDIA)**

La ricostruzione dell'andamento piezometrico all'interno del Copro idrico sotterraneo superficiale di Bassa Pianura Bacino Po evidenzia la forte diminuzione del gradiente idraulico della falda rispetto alle aree di Alta e Media Pianura e minimi dislivelli rispetto alla superficie topografica.

L'acquifero è in equilibrio con il fiume Po, svolgendo un'azione di alimentazione nei periodi di magra del fiume, o di drenaggio, in occasione di piene.

La superficie piezometrica in corrispondenza del Corpo idrico sotterraneo intermedio di Bassa Pianura Bacino Po è caratterizzata da un andamento radiale convergente verso l'asse del Fiume Po, con direzione di flusso E-SE e quote piezometriche comprese tra 72 e 8 m s.l.m..

Limitando l'analisi al Comune di Moglia si può, dunque, affermare che i corpi geologici che costituiscono l'acquifero più superficiale sono costituiti da sedimenti prevalentemente fini, a litologia limosa e/o argillosa, caratterizzati da bassi valori di permeabilità (cfr. paragrafo 5.4.3). Qui le falde hanno sede nei piccoli corpi acquiferi lentiformi, mentre nei terreni che li circondano, l'acqua si infiltra con tempi estremamente lunghi.

La soggiacenza è variabile, generalmente prossima al piano campagna e risente fortemente di fenomeni locali, quali la presenza di corsi d'acqua superficiali (vedi, in particolare, il fiume Secchia), di emungimenti e delle caratteristiche di permeabilità dei terreni sovrastanti. I monitoraggi hanno evidenziato che, nell'ambito del territorio comunale di Moglia, le escursioni stagionali del livello idrico possono essere molto ampie: in particolare, durante le stagioni caratterizzate da intensi fenomeni piovosi la quota della falda può salire, in brevissimo tempo, fino a sfiorare il piano campagna.

Per i serbatoi in prossimità di corsi d'acqua, si osservano fenomeni analoghi in corrispondenza di innalzamenti del livello dell'acqua all'interno dell'alveo.

La situazione idrodinamica è differente per quel che concerne i depositi sabbiosi sedimentati dal fiume Po, che qui si rinvencono a partire da una profondità di poco superiore a 10 m dal piano campagna esterno alla golenia, formando un elemento continuo che contraddistingue tutto settore di bassa pianura.



## 5.4.5. Elaborati grafici

## 5.4.5.1. Carta idrogeologica

Le caratteristiche idrodinamiche del territorio in esame sono state rappresentate nella Carta idrogeologica dell'elaborato CG.1. 6.

In tale elaborato, innanzitutto, si è raffigurato l'assetto della falda con sede nel primo banco di sabbie di Po, mediante rappresentazione di curve isopieze (linee lungo le quali la falda si trova alla stessa altezza sul livello medio del mare), corrispondente con una situazione di alto piezometrico.

L'andamento delle isopieze evidenzia, in accordo con le caratteristiche generali dell'unità idrogeologica d'appartenenza, un flusso prevalente da Ovest verso Est, con gradienti idraulici molto bassi, dell'ordine dello 0,2÷0,3‰.

Poiché la definizione delle caratteristiche idrogeologiche è strettamente collegata alla granulometria dei terreni, la Carta idrogeologica di cui all'elaborato CG.1. 6, è stata redatta con criterio idrolitologico, cioè, alle classi litologiche definite nella carta della litologia di superficie è stato attribuito un determinato valore di conducibilità idraulica.

Come già esposto nel paragrafo 5.4.3, l'associazione dei valori numerici alle classi litologiche si è basata sul confronto con terreni consimili a permeabilità nota.

A riguardo, nella Tabella 5-8, sono riportate le classi di permeabilità dei depositi superficiali individuati nel territorio in esame, descritti nel paragrafo 5.1.4.

### Permeabilità dei terreni superficiali

PERMEABILITA' DEI TERRENI SUPERFICIALI			
GRADO DI PERMEABILITA'			LITOLOGIA DI SUPERFICIE
ELEVATA	BASSA	NULLA	
			Terreni prevalentemente argillosi
			Terreni prevalentemente limosi con sabbia
			Terreni prevalentemente sabbioso-limosi

**TABELLA 5-8 – SCHEMA ATTRIBUTIVO DELLE CLASSI DI PERMEABILITÀ**

## 5.4.5.2. Sezioni idrostratigrafiche

Analogamente a quanto effettuato per le sezioni litostratigrafiche dell'elaborato CG.1. 4 (cfr. paragrafo 5.1.6), sono state ricostruite n° 2 sezioni idrogeologiche rappresentate nell'elaborato CG.1. 8, desunte sulla base della stratigrafia dei pozzi di cui all'elaborato CG.1. 9. Dall'esame di tale elaborato, si nota, coerentemente a quanto descritto nel paragrafo 5.4.2, una sostanziale uniformità idrostratigrafica in tutto il territorio in esame, con presenza di una copertura di terreni a permeabilità bassa (depositi prevalentemente argillosi e/o limosi), di una decina di metri di spessore, in leggero approfondimento verso sud, al di sotto della quale dominano i terreni a permeabilità elevata (depositi prevalentemente sabbiosi) fino a circa 100 m di profondità.

Di qui fino alle massime profondità indagate (200 m da p.c.) si hanno invece delle alternanze di livelli acquiferi e acquitardi con potenze mediamente comprese tra i 10 e i 20 m.

## 5.4.5.3. Carta della vulnerabilità naturale del primo acquifero

Nel presente studio è stata effettuata una valutazione della vulnerabilità idrogeologica intrinseca del primo acquifero per l'intero territorio comunale, dove per vulnerabilità intrinseca si intende l'insieme delle caratteristiche dei complessi idrogeologici che costituiscono la loro suscettività specifica ad ingerire e diffondere un inquinante idrico o idrovelcolato.

Essa rappresenta certamente uno dei più importanti strumenti di protezione ambientale.

Con riferimento a quanto indicato nel d.lgs. 258/2000 (Parte VIII – Allegato 7 “Aspetti generali per la cartografia delle aree ove le acque sotterranee sono potenzialmente vulnerabili”) per la valutazione della vulnerabilità intrinseca degli acquiferi si considerano essenzialmente le caratteristiche litostrutturali, idrogeologiche e idrodinamiche del sottosuolo e degli acquiferi presenti.

Essa, è riferita a inquinanti generici e non considera le caratteristiche chemiodinamiche delle sostanze.

Tra i possibili approcci alla valutazione e cartografia della vulnerabilità intrinseca degli acquiferi (metodi qualitativi, metodi parametrici e numerici), alla luce della disponibilità di dati, della scala di riferimento e della finalità dell'indagine si è optato per adottare un metodo qualitativo, che prevede la zonizzazione per aree omogenee, attraverso la tecnica della sovrapposizione cartografica.

In particolare, si è seguito (con qualche modifica) il metodo elaborato dal GNDI-CNR che valuta la vulnerabilità intrinseca, per intervalli preordinati e situazioni tipo, mediante la classificazione di alcune caratteristiche litostrutturali delle formazioni acquifere e delle condizioni di circolazione idrica sotterranea.

Alla luce della situazione idrostratigrafica dell'area in esame, precedentemente descritta, la definizione delle classi di vulnerabilità è stata effettuata facendo riferimento ai seguenti tre parametri:

- Litologia di superficie: per la definizione di questo parametro si è fatto riferimento all'elaborato CG.1. 3, accorpando i depositi a bassa e a nulla permeabilità, come descritto nel paragrafo 5.4.3.
- Profondità del tetto dell'acquifero: ovvero lo spessore metrico dei terreni di copertura a tessitura fine, che in comune di Moglia risulta una decina di metri.
- Caratteristiche della falda: che tiene conto della discriminazione spaziale tra le aree con falda affiorante e quelle con falda non affiorante.

Lo schema attributivo di sovrapposizione dei tre parametri sopraelencati, utilizzato nel presente studio, è riportato nella seguente Tabella 5-9:

GRADO DI VULNERABILITA'		LITOLOGIA DI SUPERFICIE	PROFONDITA' TETTO ACQUIFERO	CARATTERISTICHE DELL'ACQUIFERO
M	B			
		Terreni prevalentemente argillosi Terreni prevalentemente limosi con sabbia	> 10 m	Confinato
		Terreni prevalentemente sabbioso-limosi	> 10 m	Confinato

M=Medio B=Basso

**TABELLA 5-9 – SCHEMA ATTRIBUTIVO DELLE CLASSI DI VULNERABILITÀ**

I risultati dell'analisi sono stati rappresentati cartograficamente nell'elaborato CG.1. 7 – Carta della vulnerabilità del primo acquifero (scala 1:10.000).

Dalla lettura di tale elaborato si desume che la vulnerabilità del primo acquifero risulta, perlopiù bassa, ma con abbondante presenza anche di zone a media vulnerabilità. Tale situazione è ovvia conseguenza del fatto che la falda ha sede in un acquifero confinato con tetto ad oltre 10 m da piano campagna.

### 5.5. Caratteri meteo-climatici

Dal punto di vista climatico il Comune di Moglia appartiene alla parte centro-orientale della Valle Padana, zona caratterizzata da una certa uniformità climatica, con inverni rigidi e nebbiosi ed estati calde e afose e in cui si risente dell'effetto barriera dell'arco alpino.

Tale clima è definito in letteratura *"sottotipo moderato di tipo continentale"*, da alcuni autori, o *"sub tropicale di tipo umido"*, da altri.

In generale, si registrano piogge limitate (da 600 a 1000 mm), ma ben distribuite nell'anno, temperature medie annue tra 11 e 14° C, nebbie frequenti, ventosità ridotta con molte ore di calma, elevate umidità relative e frequenti episodi temporaleschi.

In inverno, l'area padana presenta sovente uno strato di aria fredda in vicinanza del suolo che, in assenza di vento, determina la formazione di gelate e di nebbie spesso persistenti che tendono a diradarsi solo nelle ore pomeridiane. È raro che, in questo periodo, le perturbazioni influenzino la zona; in qualche caso però tali condizioni si verificano con precipitazioni che possono essere nevose in presenza di apporti di aria fredda siberiana (anticiclone russo).

Il passaggio alla stagione primaverile risulta di norma brusco e caratterizzato da perturbazioni che determinano periodi piovosi di una certa entità man mano che la stagione avanza i fenomeni assumono un carattere temporalesco sempre più spiccato.

L'attività temporalesca, tuttavia, vede il suo apice nel periodo estivo quando si registrano elevati accumuli di energia utile per innescarla e sostenerla. Essa risulta relativamente intensa con precipitazioni quantitativamente superiori a quelle invernali.

In autunno il tempo è caratterizzato dal frequente ingresso di perturbazioni atlantiche, che possono dare luogo a precipitazioni di entità rilevante.

Per quanto riguarda i dati climatici specifici dell'area in esame si è fatto riferimento a quanto contenuto in uno studio fatto dall'Amministrazione Provinciale di Mantova, Settore Ambiente ed Ecologia, Servizio Acque e Protezione Civile, che costituisce l'analisi del settore "Rischio Meteorologico" del "Programma provinciale di previsione e prevenzione di protezione Civile". Si sono inoltre considerati i dati delle stazioni CO.DI.MA. come aggiornamento di tale lavoro.

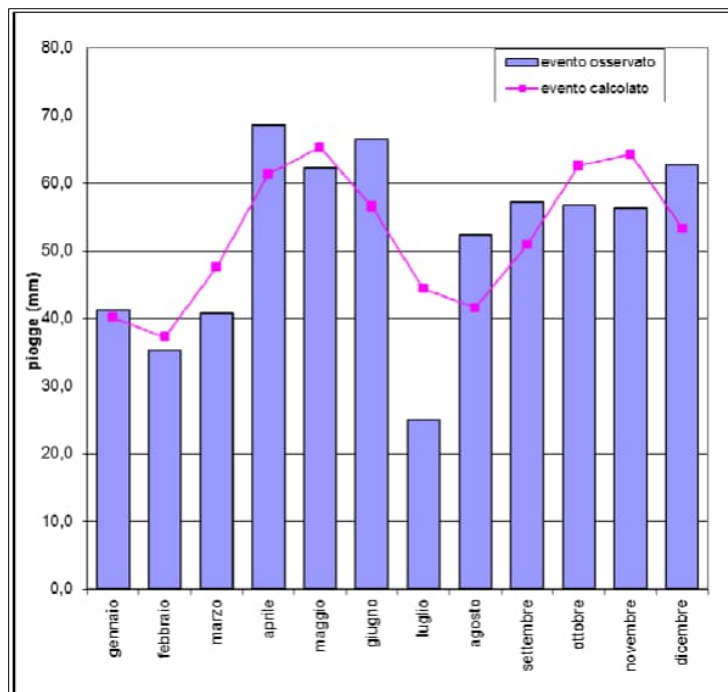
Tali dati, sono riportati, unitamente alle relative analisi, nei paragrafi seguenti.

#### 5.5.1. Precipitazioni

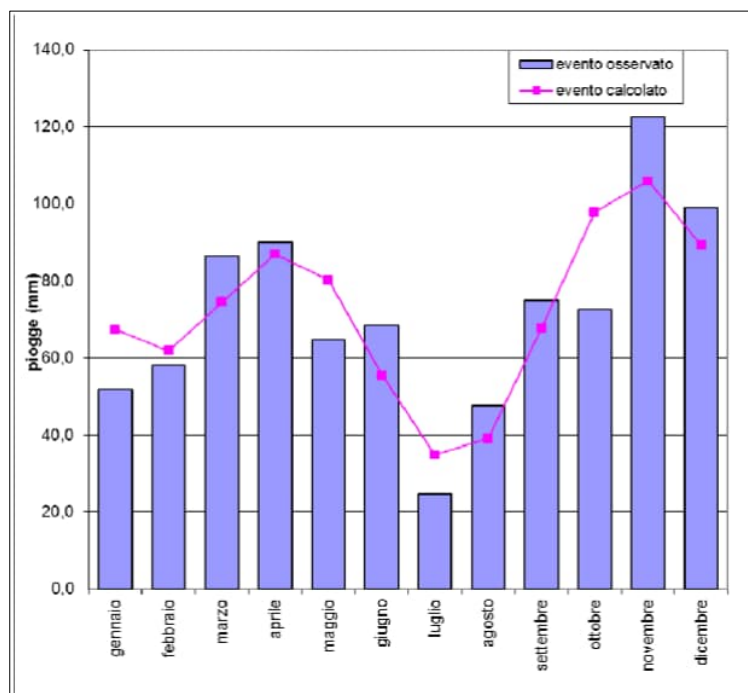
Per lo studio delle precipitazioni medie sono stati analizzati i dati di tre stazioni di rilevazione ubicate nelle vicinanze del Comune di Moglia:

- Moglia-Bondanello con coordinate Gauss-Boaga X = 1654766 e Y = 4980575 e rilevazioni dal 1993-1999 e 2008-2013
- Quistello con coordinate Gauss-Boaga X = 1656000 e Y = 4985500 e rilevazioni dal 2008-2013;
- Mantova-Liceo Virgilio con coordinate Gauss-Boaga X = 1641290 Y = 5002050 e rilevazioni dal 1951-1990 e 2007-2013.

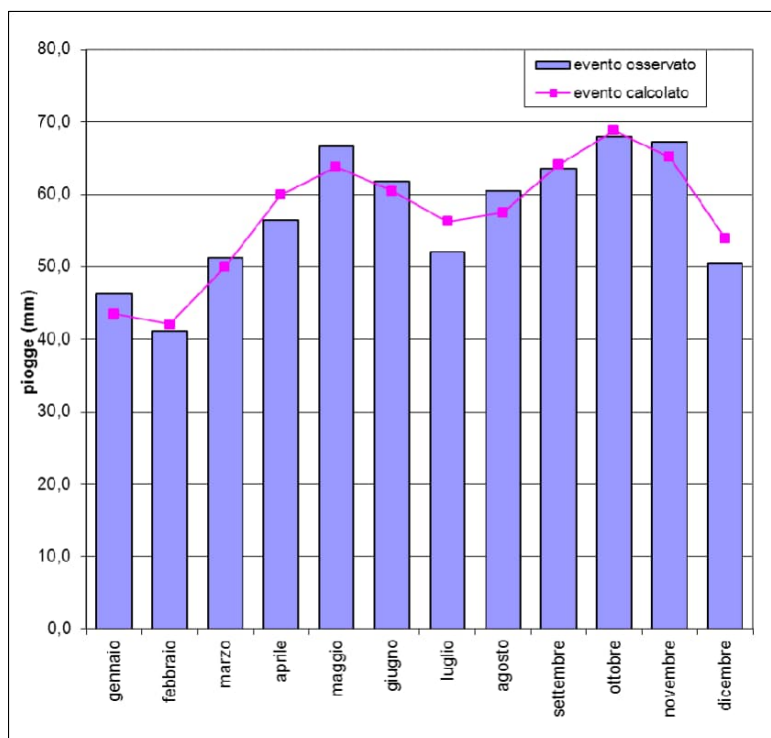
Per tali stazioni in Figura 5-23, Figura 5-24 e Figura 5-25 sono riportati i grafici dei totali mensili delle precipitazioni, rilevate nel periodo di misurazione, ponendo a confronto i valori medi mensili misurai e quelli calcolati mediante sintesi armonica.



**FIGURA 5-23 - CURVA DI SINTESI ARMONICA DELLE PRECIPITAZIONI MEDIE A BONDANELLO RELATIVA AL PERIODO 1993-1999 E 2008-2013**



**FIGURA 5-24 - CURVA DI SINTESI ARMONICA DELLE PRECIPITAZIONI MEDIE A QUISTELLO RELATIVA AL PERIODO 2008-2013**



**FIGURA 5-25 - CURVA DI SINTESI ARMONICA DELLE PRECIPITAZIONI MEDIE A MANTOVA RELATIVA AL PERIODO 1951-1990 E 2007-2013**

L'elaborazione statistica dei dati pluviometrici ha consentito, per ciascuna stazione, di definire i caratteri pluviometrici annuali. Osservando i risultati delle elaborazioni, si deduce che la distribuzione mensile della media delle precipitazioni è caratterizzata da due massimi, in tarda primavera e in autunno, e due minimi, in inverno e in estate.

Il massimo autunnale ha un valore di 60÷120 mm/mese e risulta simile a quello primaverile, pari all'incirca a 65÷85 mm/mese.

Tra i minimi, quello estivo (25 mm/mese, luglio in particolare) è inferiore a quello invernale (40÷50 mm/mese).

I mesi più piovosi sono quelli di aprile e novembre, mentre il più asciutto è luglio.

Complessivamente la piovosità media annua registrata è dell'ordine dei 500÷700 mm/anno.

### 5.5.2. Temperature

Relativamente alle caratteristiche termiche, nell'area oggetto di studio, si fa riferimento ai valori registrati dalle seguenti stazioni termiche:

- Bondanello con coordinate Gauss-Boaga X = 1654766 e Y = 4980575 e rilevazioni dal 1993-1999 e 2008-2013;
- Quistello con coordinate Gauss-Boaga X = 1656000 e Y = 4985500 e rilevazioni dal 2008-2013;
- Gonzaga con coordinate Gauss-Boaga X = 1638780 e Y = 4980150 e rilevazioni dal 2007-2010;
- Mantova con coordinate Gauss-Boaga X = 1641290 Y = 5002050 e rilevazioni dal 1951-1988 e 2007-2013.

Per ognuna di esse nella seguente Tabella 5-10 viene specificato il periodo di osservazione, la media di temperatura annua registrata ed il coefficiente di sintesi armonica.

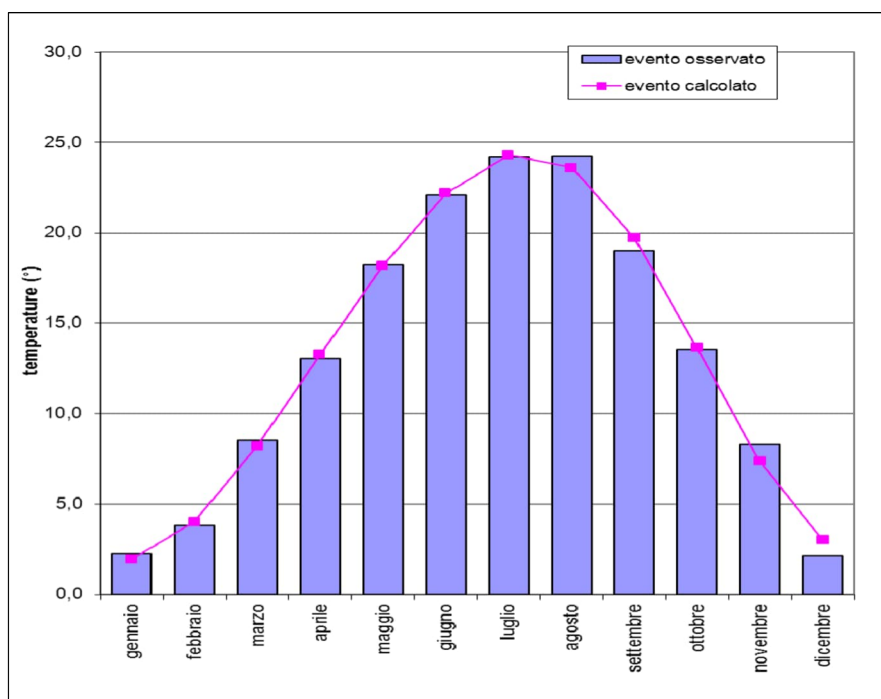


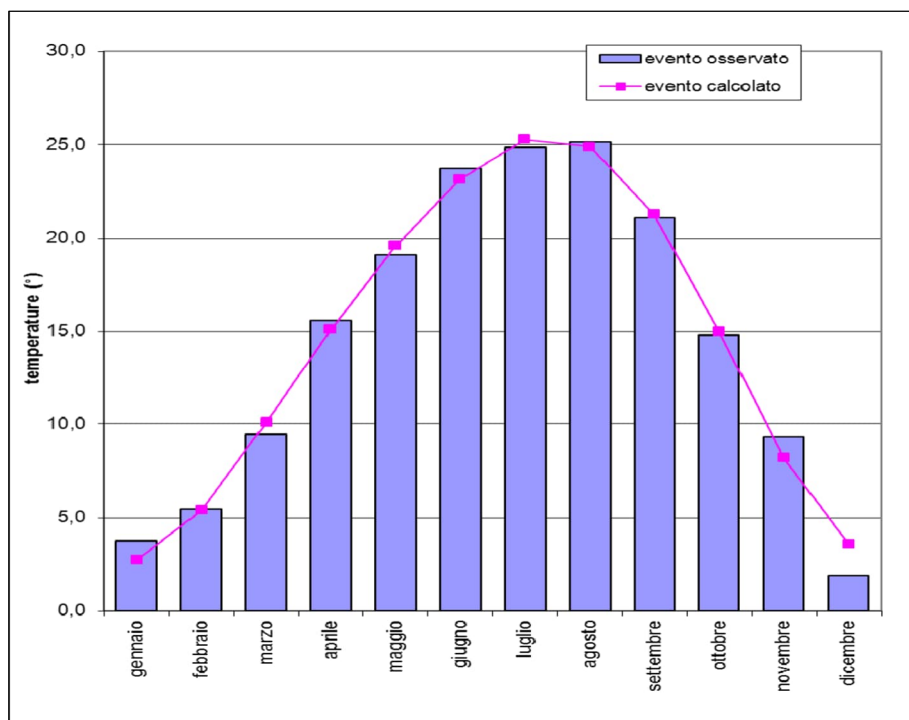
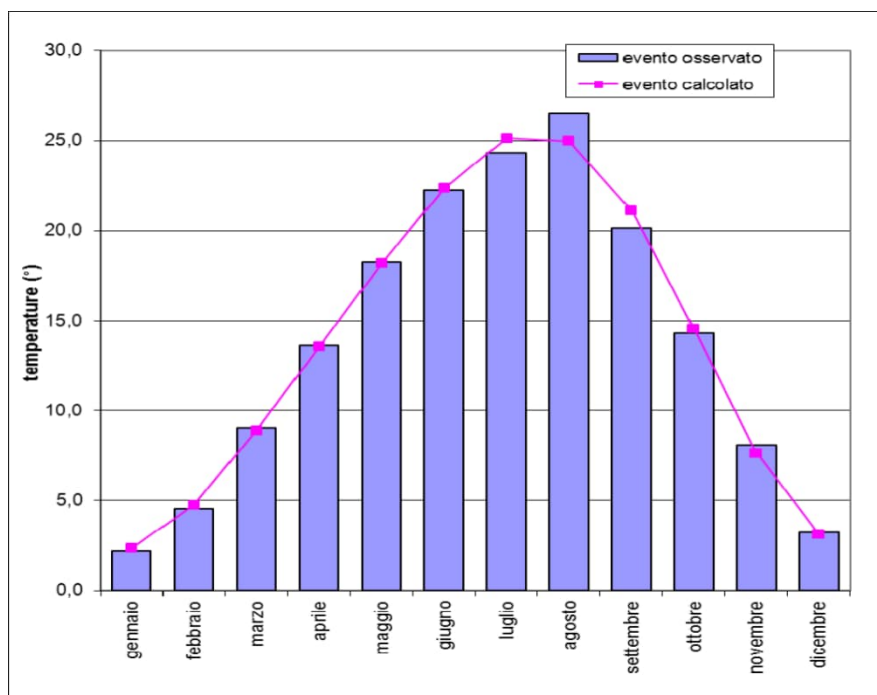
STAZIONE	Serie	Anni di Osservazione	Media Annua °C	coeff. corr. Sint. Arm.
Bondanello	1993-1999 2008-2013	13	13.29	0.998
Quistello	2008-2013	6	14.52	0.996
Gonzaga	2007-2010	4	13.01	0.999
Mantova	1951-1988 2007-2013	45	13.89	0.997

**TABELLA 5-10 - CARATTERISTICHE DELLE STAZIONI TERMICHE SITUATE NELL'AREA DI STUDIO**

Si tratta, purtroppo, di dati non sufficientemente precisi, insufficienti a consentire una buona definizione delle caratteristiche termiche del territorio, anche se va detto che le ridotte variazioni altimetriche della superficie topografica contribuiscono a limitare le differenze di temperatura tra le diverse zone.

Analogamente a quanto è stato fatto per le precipitazioni totali mensili, in Figura 5-26, Figura 5-27 e Figura 5-28 è riportato il grafico dei valori medi di temperatura misurati, alle varie stazioni considerate, ponendo a confronto i valori medi mensili misurati e quelli calcolati mediante sintesi armonica. È stata tralasciata la stazione di Gonzaga che presenta un lasso di tempo di misure troppo corto.

**FIGURA 5-26 – CURVA DI SINTESI ARMONICA DELLE TEMPERATURE MEDIA A BONDANELLO RELATIVA AL PERIODO 1993-1999 E 2008-2013**

**FIGURA 5-27 - CURVA DI SINTESI ARMONICA DELLE TEMPERATURE MEDIA A QUISTELLO RELATIVA AL PERIODO 2008-2013****FIGURA 5-28 - CURVA DI SINTESI ARMONICA DELLE TEMPERATURE MEDIE A MANTOVA RELATIVA AL PERIODO 1951-1988 E 2007-2013**

Dall'osservazione della curva di sintesi armonica si deduce che nell'area analizzata il regime delle temperature è di tipo unimodale, ovvero con un solo massimo e un solo minimo annuale. A fronte di una temperatura media annua pari a 13,7° C (cfr. Tabella 5-10) i valori di temperatura più elevati si registrano in luglio - agosto (circa 25°) mentre quelli più bassi si riscontrano nei mesi di dicembre - gennaio (circa 2°).

### 5.5.3. Condizioni termo-pluviometriche

Noti i caratteri pluviometrici e termici ed i rispettivi regimi, ricavati analiticamente con l'equazione di sintesi armonica, è stata estesa la ricerca all'analisi del loro comportamento reciproco.

Al fine di valutare le connessioni che intercorrono tra le temperature e le precipitazioni medie mensili, i valori di questi due elementi sono stati riportati rispettivamente nelle ascisse e nelle ordinate di un diagramma cartesiano denominato, climogramma termopluviometrico (cfr. Figura 5-29). La stazione presa come riferimento è quella di Mantova in quanto le altre stazioni che presentano la presenza contemporanea di pluviometro e termometro sono dotate di serie troppo brevi.

Il climogramma è stato suddiviso in 4 quadranti per mezzo dei valori medi annuali di temperatura e di precipitazione. Ogni quadrante definisce una delle seguenti situazioni climatiche:

- I - freddo-umido,
- II - freddo-secco,
- III - caldo-secco,
- IV - caldo-umido.

Considerando il minore o maggiore sviluppo della linea di correlazione in ciascun quadrante è possibile apprezzare il dominio dei due elementi climatici e i loro rapporti di interdipendenza.

Nell'area nei dintorni di Mantova si ha da gennaio a fine marzo un periodo freddo-secco, che diviene freddo umido in aprile. Il clima caldo, da maggio ad ottobre, risulta sempre umido. Infine, in novembre e in dicembre si registra una situazione climatica freddo-umida.

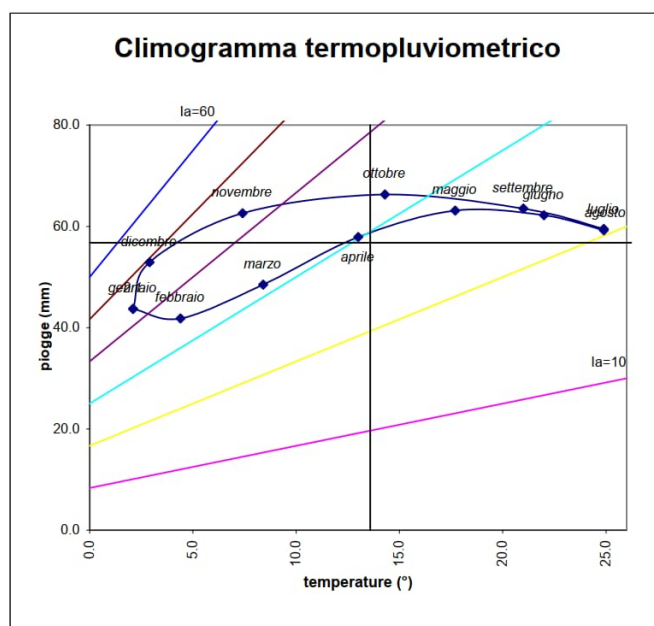


FIGURA 5-29 – CLIMOGRAMMA TERMOPLUVIOMETRICO RELATIVO ALLA STAZIONE DI MANTOVA

Nel grafico è stato tracciato un fascio di rette, ciascuna delle quali rappresenta il luogo dei punti con lo stesso indice di aridità. Utilizzando i valori delle precipitazioni e temperature, ottenuti con le equazioni di sintesi armonica, sono stati calcolati i valori mensili dell'indice di aridità.

Nella successiva Tabella 5-11 sono riportati i valori mensili dell'indice di aridità nella stazione di Mantova:

STAZIONE	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	MEDIA
Mantova	40.2	31.2	27.7	27.2	25.0	20.8	16.7	15.5	18.8	26.9	37.9	45.2	27.8

**TABELLA 5-11 - VALORI MENSILI DELL'INDICE DI ARIDITÀ A MANTOVA**

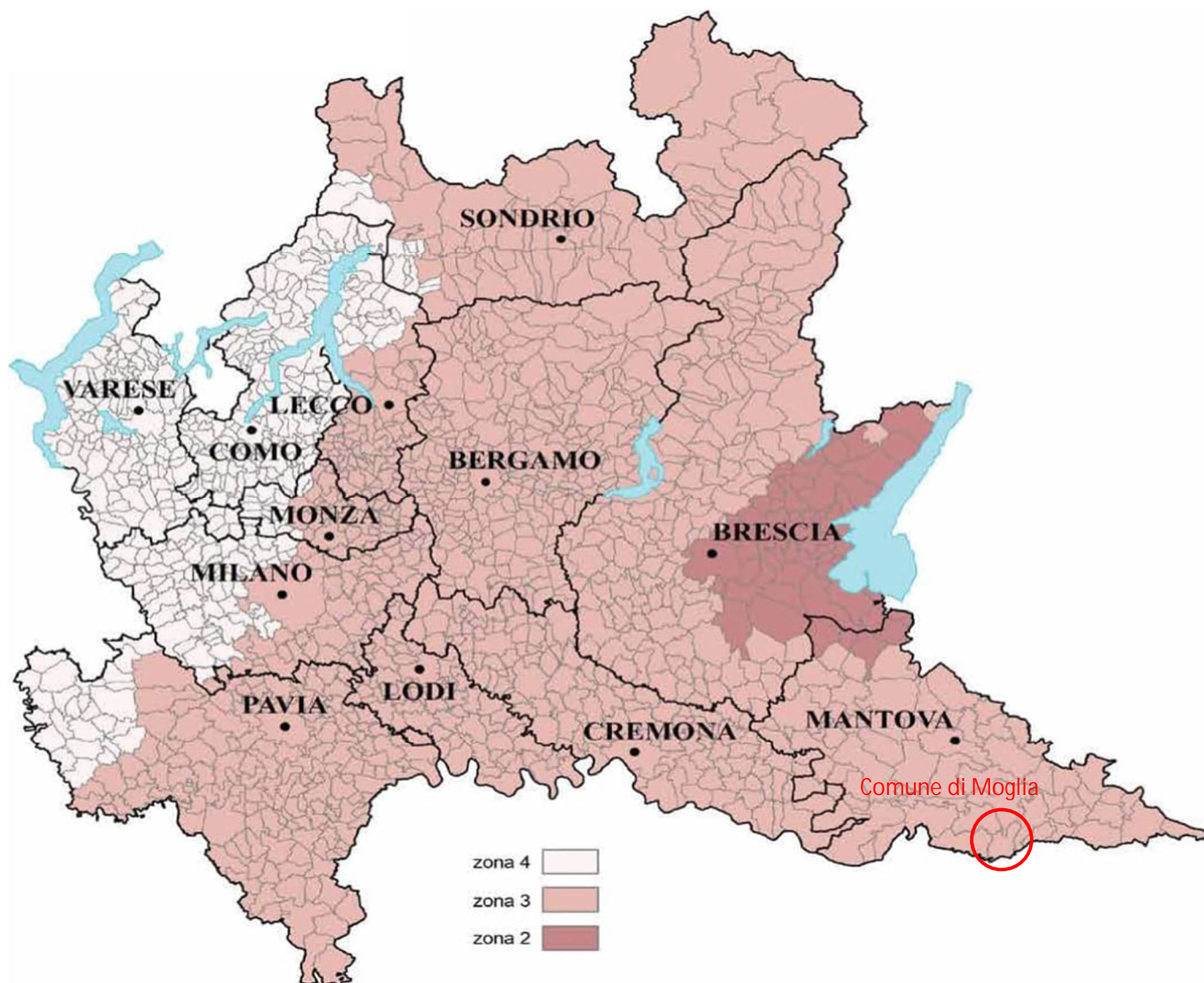
Dall'esame di questi dati risulta che, generalmente, il valore minimo dell'indice di aridità, ovvero la massima aridità, si registra nel mese di agosto. I valori massimi, invece, si osservano in dicembre.

Nei periodi intermedi si hanno delle variazioni graduali.

## 5.6. Caratteri sismologici

L'Ordinanza n. 3274 del 20 marzo 2003, suddivide il territorio italiano in 4 zone sismiche con diversi livelli di accelerazione sismica di progetto, identificando il Comune di Moglia in zona 4, cui corrispondono valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo ( $a_g$ ), con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, inferiori a  $0,05 \cdot g$  (dove  $g$  è l'accelerazione di gravità).

La Delibera X/2129 del 11/07/2014 della Regione Lombardia ha modificato tale classificazione, inserendo il Comune di Moglia in zona 3, cioè con accelerazione compresa tra  $0.05g$  e  $0.15g$  (cfr. Figura 5-30).



**FIGURA 5-30 - CLASSIFICAZIONE SISMICA DEI COMUNI DELLA REGIONE LOMBARDIA (D.G.R. X/2129 DEL 2014)**

Per la determinazione del rischio sismico in Comune di Moglia si è fatto riferimento allo Studio di microzonazione di primo e secondo livello di approfondimento, con valutazione del rischio di liquefazione, affidato ad Engeo dall'Amministrazione Comunale, a seguito dei gravi danni subiti in occasione degli eventi tellurici del 20 e 29 maggio 2012, e validato con d.g.c. n° 77 del 09/07/2015.

Tale studio è stato effettuato nel rispetto, anche, dalle procedure descritte nell'allegato 5 della d.g.r. 2616/2011 "Aggiornamento dei Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57 della l.r. 11 marzo 2005, n. 12, approvati con d.g.r. 22 dicembre 2005, n. 8/1566" approvato con d.g.r. 28 maggio 2008, n. 8/7374, pubblicata sul BURL n. 24 2° supplemento straordinario del 12 giugno

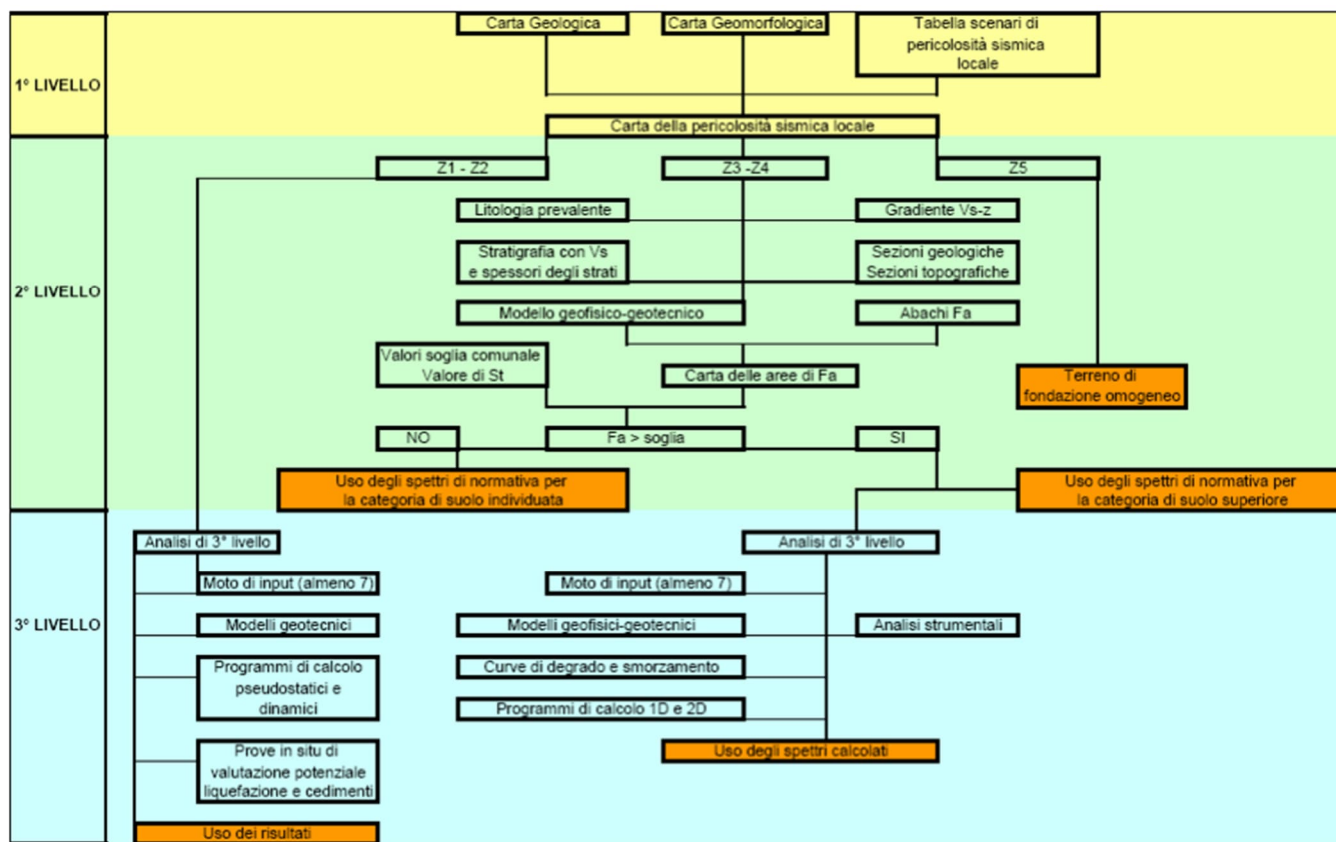


2008, che tiene conto delle avvenute modifiche in materia di norme tecniche per le costruzioni apportate dal DM 14 gennaio 2008<sup>2</sup>.

La metodologia di analisi prevede i seguenti tre livelli di approfondimento, con grado di dettaglio in ordine crescente (cfr. Figura 5-31) che mostra il diagramma di flusso con illustrati i dati necessari e i percorsi da seguire):

- **I LIVELLO:**  
riconoscimento (sulla base di osservazioni geologiche, cartografia di inquadramento e di dati esistenti), classificazione e rappresentazione delle aree passibili di amplificazione sismica sulla Carta della Pericolosità sismica locale; è relativo alla fase pianificatoria ed è obbligatorio in tutte le zone sismiche;
- **II LIVELLO:**  
caratterizzazione semi-quantitativa del Fattore di Amplificazione (Fa) nelle aree perimetrate nella carta di pericolosità sismica locale e confronto con i valori di riferimento; è relativo alla fase pianificatoria negli ambiti a Pericolosità sismica locale Z3 e Z4 ed è obbligatorio, nelle zone sismiche 2 e 3, se interferenti con l'urbanizzato e urbanizzabile, ad esclusione delle aree già inedificabili, e nelle zone sismiche 4, solo per edifici strategici e rilevanti (cfr. elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n. 19904/03);
- **III LIVELLO:**  
caratterizzazione quantitativa degli effetti di amplificazione tramite indagini e analisi più approfondite rispetto al 2° livello; è relativo alla fase progettuale nelle aree indagate con il 2° livello quando Fa calcolato risulta maggiore del valore soglia comunale e nelle zone a Pericolosità sismica locale Z1, Z2 e Z5; è sempre obbligatorio nelle zone sismiche 2 e 3, solo per edifici strategici e rilevanti, nelle zone sismiche 4.

<sup>2</sup> Il DM 14 gennaio 2008 è stato sostituito dal DM 17 gennaio 2018, attualmente in vigore. Tuttavia, gli aggiornamenti non hanno comportato modifiche nell'ambito della pericolosità sismica locale.



**FIGURA 5-31 - DIAGRAMMA DI FLUSSO DEI DATI NECESSARI DEI PERCORSI DA SEGUIRE NEI TRE LIVELLI INDAGINE**

La procedura fa riferimento ad una sismicità di base caratterizzata da un periodo di ritorno di 475 anni (probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni).

A riguardo, nell'elaborato CG.2. 1, sono state raffigurate sia le curve ad uguale accelerazione sismica, proprio, con tempo di ritorno di 475 anni, riferite a suoli rigidi, sia i punti del reticolo di riferimento da cui sono state ricavate dette curve, riportati nella tabella 1 dell'Allegato B al D.M. 14.01.2008 "Norme Tecniche per le Costruzioni"<sup>3</sup>.

#### 5.6.1. Carta della pericolosità sismica locale

L'elaborato cartografico CG.2. 1 rappresenta il primo elaborato della Componente Geologica a rientrare nel Piano delle Regole. In esso sono rappresentati i risultati delle analisi di pericolosità sismica esposti nei paragrafi seguenti.

#### 5.6.2. Analisi di I livello

L'analisi di primo livello consiste in un approccio di tipo qualitativo che costituisce lo studio propedeutico ai successivi livelli di approfondimento.

<sup>3</sup> L'Allegato A "Pericolosità Sismica", delle nuove Norme Tecniche stabilisce, infatti, che l'azione sismica debba essere valutata a partire dalla pericolosità di base, più semplicemente chiamata pericolosità sismica, funzione di tre parametri, uno dei quali è l'accelerazione orizzontale massima del terreno ( $a_g$ ).

Essa utilizza un metodo empirico che trova le basi nella continua e sistematica osservazione diretta degli effetti prodotti dai terremoti permettendo l'individuazione delle zone ove i diversi effetti prodotti dall'azione sismica sono, con buona attendibilità, prevedibili, sulla base di osservazioni geologiche e sulla raccolta dei dati disponibili.

Lo studio consiste nell'analisi dei dati esistenti già inseriti nella cartografia di analisi e inquadramento e nella redazione di un'apposita cartografia, rappresentata dalla Carta della pericolosità sismica locale dell'elaborato CG.2. 1.

In detta tavola, derivata dalle precedenti carte di base, viene riportata la perimetrazione areale delle diverse situazioni tipo in grado di determinare gli effetti sismici locali definite nella tabella 1 dell'allegato 5 della direttiva, di seguito riportata in Tabella 5-12.

Gli studi effettuati hanno evidenziato che in tutto il territorio comunale di Moglia sono da attendersi amplificazioni litologiche, connesse con la presenza dello scenario *Z4a: Zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi*.

Inoltre, possono essere presenti, in particolare, in corrispondenza dei paleoalvei, *zone con depositi granulari fini saturi (scenario Z2b)* associabili a fenomeni di liquefazione e, seppur raramente, *zone con terreni di fondazione saturi particolarmente scadenti (scenario Z2a)* che potrebbero dar luogo a cedimenti. Tali presenze non possono essere escluse in nessuna porzione del territorio comunale.

Sigla	Scenario pericolosità sismica locale	Effetti
Z1a	Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi	Instabilità
Z1b	Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti	
Z1c	Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana	
Z2a	Zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti (riporti poco addensati, depositi altamente compressibili, ecc.)	Cedimenti
Z2b	Zone con depositi granulari fini saturi	Liquefazioni
Z3a	Zona di ciglio H > 10 m (scarpata, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica, ecc.)	Amplificazioni topografiche
Z3b	Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo: appuntite - arrotondate	
Z4a	Zona di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi	Amplificazioni litologiche e geometriche
Z4b	Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre	
Z4c	Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (compresi le coltri loessiche)	
Z4d	Zone con presenza di argille residuali e terre rosse di origine eluvio-colluviale	
Z5	Zona di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse	Comportamenti differenziali

**TABELLA 5-12 - SCENARI DI PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE (DA ALLEGATO 5 ALLA D.G.R. 30 NOVEMBRE 2011, N. IX/2616)**

Come conseguenza di quanto sopraindicato, nella Carta della pericolosità sismica locale si è classificato l'intero territorio comunale come soggetto a tutti e tre gli scenari riepilogati nella seguente Tabella 5-13.

Sigla	Scenario di pericolosità sismica locale
Z2a	Zona con terreni di fondazione saturi particolarmente scadenti (riporti poco addensati, depositi altamente compressibili, ecc.)
Z2b	Zona con depositi granulari fini saturi
Z4a	Zona di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi

**TABELLA 5-13 – TIPOLOGIA DI SCENARI DI PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE A MOGLIA**

Alla luce delle esigenze territoriali del Comune di Moglia sono stati previsti, sull'intero territorio urbanizzato e urbanizzabile, approfondimenti sia di secondo livello finalizzati a valutare, con un approccio semiquantitativo, le amplificazioni stratigrafiche attese e confrontarle coi valori di soglia riferiti al livello di sicurezza prescritto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni, che di terzo livello, per una stima dei rischi connessi con il fenomeno della liquefazione (i cui risultati sono, anch'essi stati raffigurati nella Carta della pericolosità sismica locale nell'elaborato CG.2. 1).

Quanto allo scenario Z2a, trattandosi di un pericolo che riguarda poche aree, di limitata estensione e difficilmente cartografabili, se non con delle analisi di estremo dettaglio, si ritiene preferibile che il relativo approfondimento, sempre di terzo livello, venga rimandato alla fase progettuale.

### 5.6.3. Analisi di II livello

L'analisi di secondo livello ha riguardato la valutazione per gli scenari qualitativi suscettibili di amplificazioni sismiche litologiche, ossia la zona Z4a individuata nel precedente paragrafo e che interessa l'intero territorio comunale.

La procedura consiste in un approccio di tipo semiquantitativo e fornisce la stima quantitativa della risposta sismica dei terreni in termini di valore di Fattore di amplificazione (Fa).

Il valore di Fa si riferisce agli intervalli di periodo tra 0.1 – 0.5 s e 0.5 – 1.5 s: i due intervalli di periodo nei quali viene calcolato il valore di Fa sono stati scelti in funzione del periodo proprio delle tipologie edilizie presenti più frequentemente nel territorio regionale; in particolare, l'intervallo tra 0.1 – 0.5 s si riferisce a strutture relativamente basse, regolari e piuttosto rigide, mentre l'intervallo tra 0.5 – 1.5 s si riferisce a strutture più alte e più flessibili.

La procedura semplificata richiede la conoscenza dei seguenti parametri:

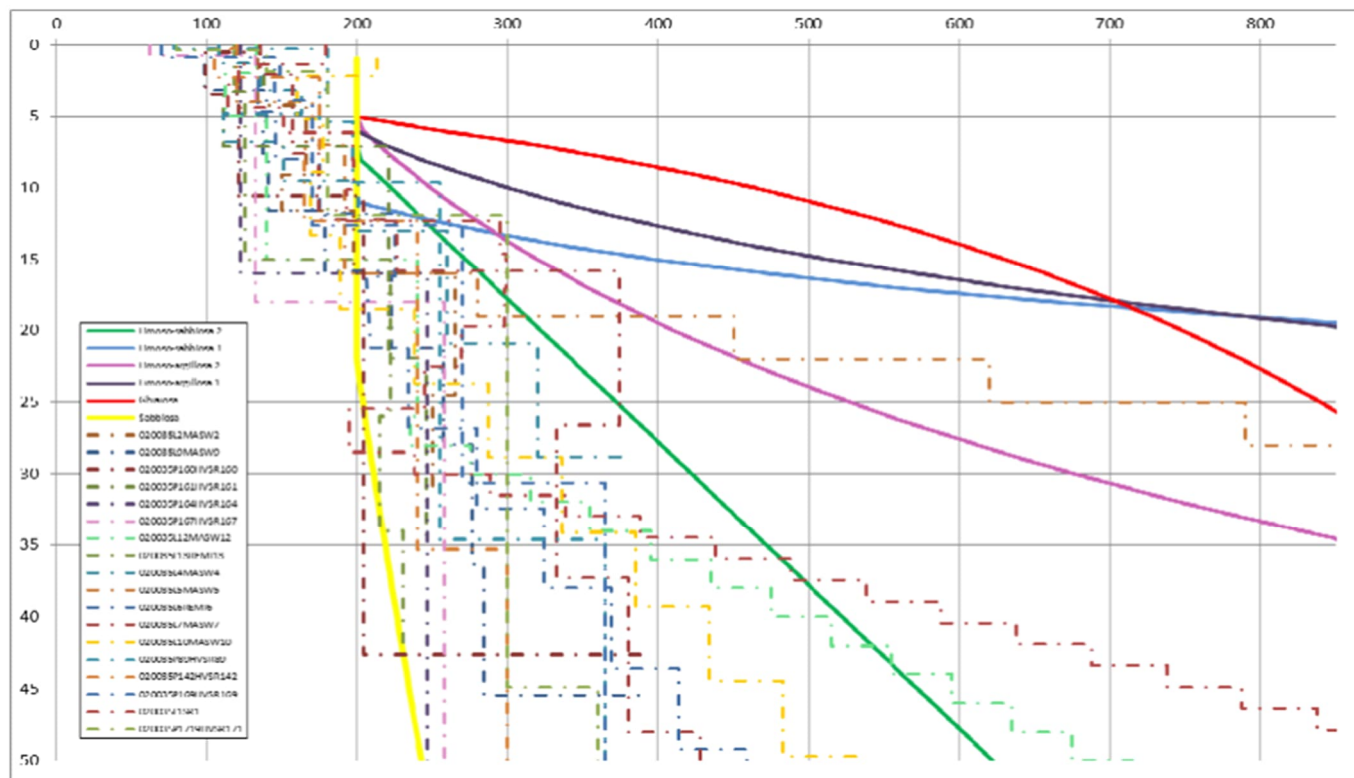
- litologia prevalente dei materiali presenti nel sito;
- stratigrafia del sito;
- andamento delle VS con la profondità fino a valori pari o superiori a 800 m/s;
- spessore e velocità di ciascun strato;
- sezioni geologiche, conseguente modello geofisico-geotecnico e identificazione dei punti rappresentativi sui quali effettuare l'analisi.

Nel presente studio, per quanto concerne i dati litologici, stratigrafici e geofisici, in termini di valori di Vs, utilizzati nella procedura di II livello, si è fatto riferimento alle prove geofisiche eseguite appositamente per lo Studio di microzonazione, redatto dagli scriventi.

Per quelle che non hanno raggiunto il *bedrock* ( $V_s \geq 800$  m/s), sulla base dei dati ottenuti dall'indagine, è stato ipotizzato un opportuno gradiente di  $V_s$  con la profondità, tale da raggiungere o superare il valore di 800 m/s.

Quindi, si è iniziato a controllare in quali campi di validità dell'andamento delle  $V_s$  con la profondità, fissati nelle schede di riferimento, riportate dell'allegato 5 alla D.G.R. n. IX/2616 del 30 novembre 2011, ricadono i risultati delle singole prove.

Nel corso di tale controllo, si è verificato che molte indagini danno risultati esterni al campo di validità di tutte le schede attualmente disponibili (cfr. Figura 5-32) e, di conseguenza, non possono essere utilizzate per determinare il fattore di amplificazione.



**FIGURA 5-32 – ANDAMENTO DELLE  $V_s$  CON LA PROFONDITÀ NELLE PROVE DI MOGLIA RICADENTI FUORI DAL CAMPO DI VALIDITÀ DI TUTTE LE SCHEDE ATTUALMENTE DISPONIBILI**

In particolare, va notato che sono esterni a tutti i campi di validità i valori di  $V_s$  inferiori a 200 m/s; valori che sono, comunque, compatibili con le caratteristiche del primo sottosuolo del Comune di Moglia come testimoniano i risultati di indagini più raffinate (prove cross-hole) effettuate, a poca distanza, in terreni di natura simile (cfr. Figura 5-33).



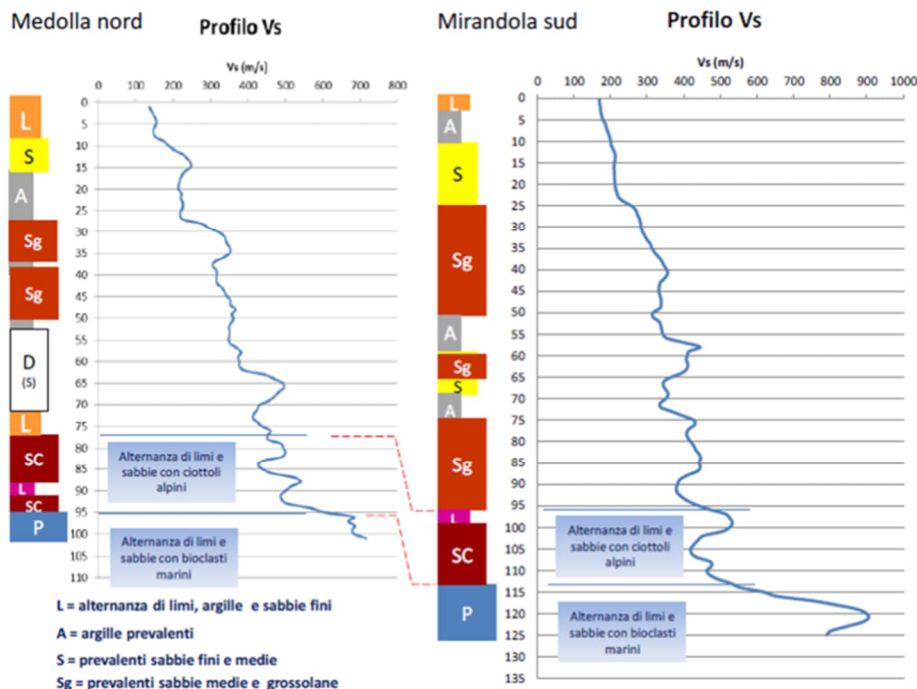


FIGURA 5-33 – RISULTATI DI PROVE CROSS-HOLE (DA RER, 2013)

Scartate, dunque, le indagini che non possono essere utilizzate, tutte le altre, con eccezione di una (la 020035P237HVSR237, cfr. Figura 5-35) danno risultati ricadenti nel campo di validità della scheda litologia sabbiosa (cfr. Figura 5-34).

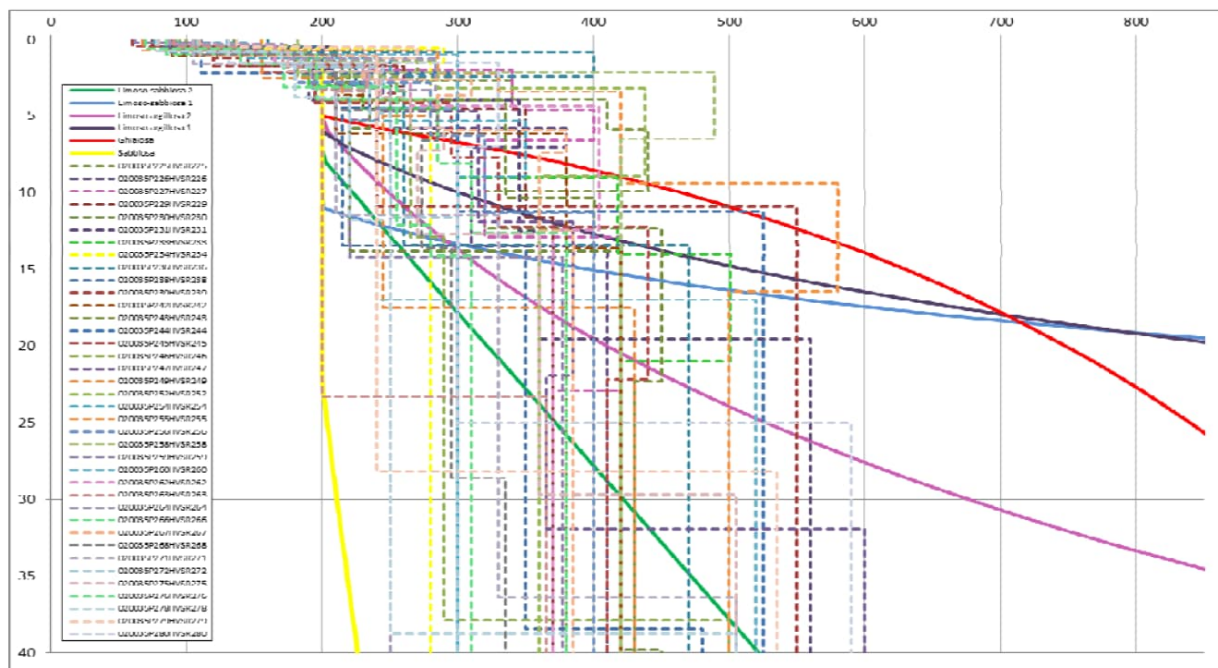
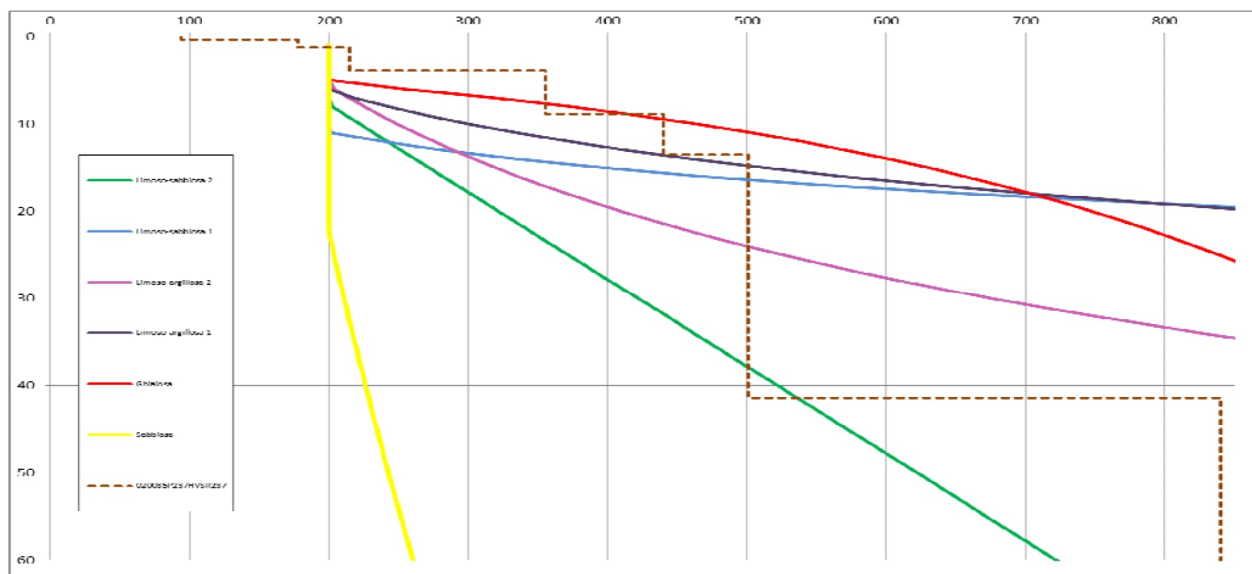


FIGURA 5-34 – ANDAMENTO DELLE VS CON LA PROFONDITÀ NELLE PROVE EFFETTUATE NEL CORSO DELLO STUDIO DI MICROZONAZIONE SISMICA RICADENTI NEL CAMPO DI VALIDITÀ DELLA SCHEDA LITOLOGIA SABBIOSA



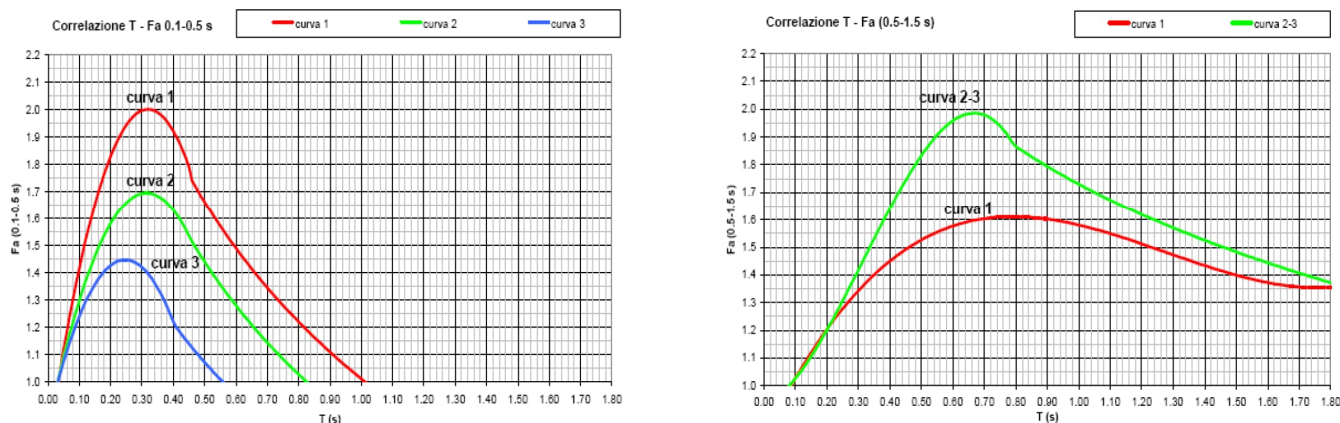
**FIGURA 5-35 - ANDAMENTO DELLE VS CON LA PROFONDITÀ NELLE PROVE EFFETTUATE NEL CORSO DELLO STUDIO DI MICROZONAZIONE SISMICA RICADENTI NEL CAMPO DI VALIDITÀ DELLA SCHEDA LITOLOGIA SABBIOSA 2**

All'interno della scheda di valutazione si è poi scelta, per ciascuna prova, utilizzando una matrice, la curva più appropriata (indicata con il numero e il colore di riferimento), per la valutazione del valore di Fa nei due intervalli sopraindicati.

Ad esempio, per la scheda litologia sabbiosa utilizzando la matrice riportata in Figura 5-36 si determina quali curve utilizzare tra quelle riportate in Figura 5-37.

		Profondità primo strato (m)																					
		1-3	4	5-12	13	14	15	16	17	18	20	25	30	40	50	60	70	90	110	130	140	160	180
Velocità primo strato (m/s)	200		2	1-2	2	3	3	3	3	3	3												
	250		2	1-2	2	2	2	2	2	2	3	3	NA	NA	NA								
	300		2	1-2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	NA	NA	NA	NA						
	350		2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	NA	NA	NA					
	400		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	NA	NA	NA	NA				
	450		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	NA	NA	NA	NA			
	500		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	NA	NA	NA	NA		
	600		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	NA	NA	NA	NA	NA	
700		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	NA	NA	NA	NA	NA	NA	

**FIGURA 5-36 – MATRICE UTILIZZATA PER DETERMINARE LA CURVA PER LA VALUTAZIONE DEL VALORE DI Fa PER LITOLOGIA SABBIOSA**



**FIGURA 5-37 – CURVE RAPPRESENTANTI I VALORI DI FA AL VARIARE DEL PERIODO PROPRIO DEL SITO T PER LITOLOGIA SABBIOSA**

Il periodo proprio del sito necessario come dato d'ingresso nei grafici è stato, invece, calcolato, considerando tutta la stratigrafia fino alla profondità in cui il valore della velocità  $V_s$  è uguale o superiore a 800 m/s, con la seguente equazione:

$$T = \frac{4 \times \sum_{i=1}^n h_i}{\left( \frac{\sum_{i=1}^n V_{s_i} \times h_i}{\sum_{i=1}^n h_i} \right)}$$

dove  $h_i$  e  $V_{s_i}$  sono la velocità e lo spessore dello strato  $i$ -esimo.

Si sono così ottenuti i valori dei fattori di amplificazione riportati nei grafici di Figura 5-38, per l'intervallo di periodo 0.1÷0.5 s, e di Figura 5-39, per l'intervallo 0.5÷1.5 s. Nelle stesse figure sono indicati anche i valori di soglia oltre i quali lo spettro proposto dalla normativa risulta insufficiente a tenere in considerazione la reale amplificazione presente nel sito, per la categoria di suolo C (categoria di suolo cui, come definito nel paragrafo 8.6 della relazione illustrativa dello Studio di microzonazione effettuato da Engeo, appartiene l'intero territorio in esame) rispettivamente pari a:

- 1.9 per l'intervallo 0.1÷0.5 s
- 2.4 per l'intervallo di periodo 0.5÷1.5 s.

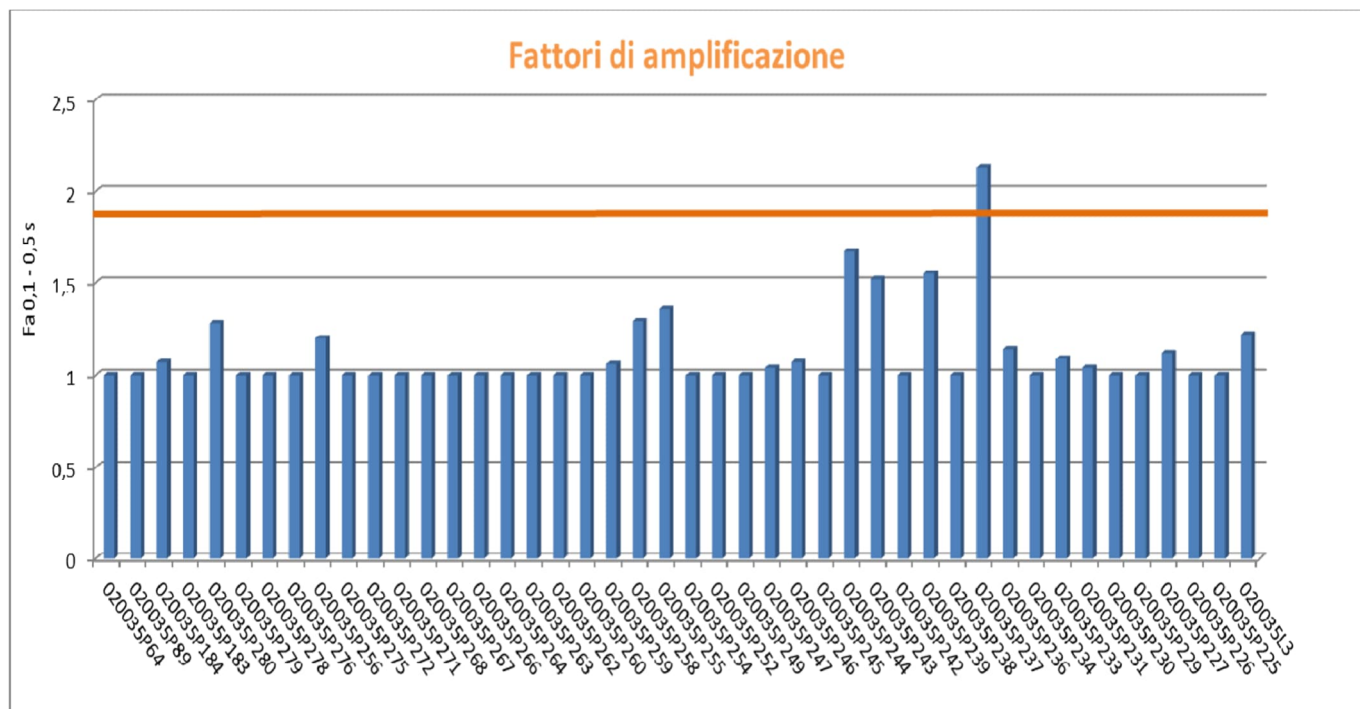


FIGURA 5-38 – VALORI DI FA CALCOLATI PER L'INTERVALLO DI PERIODO 0.1÷0.5 S

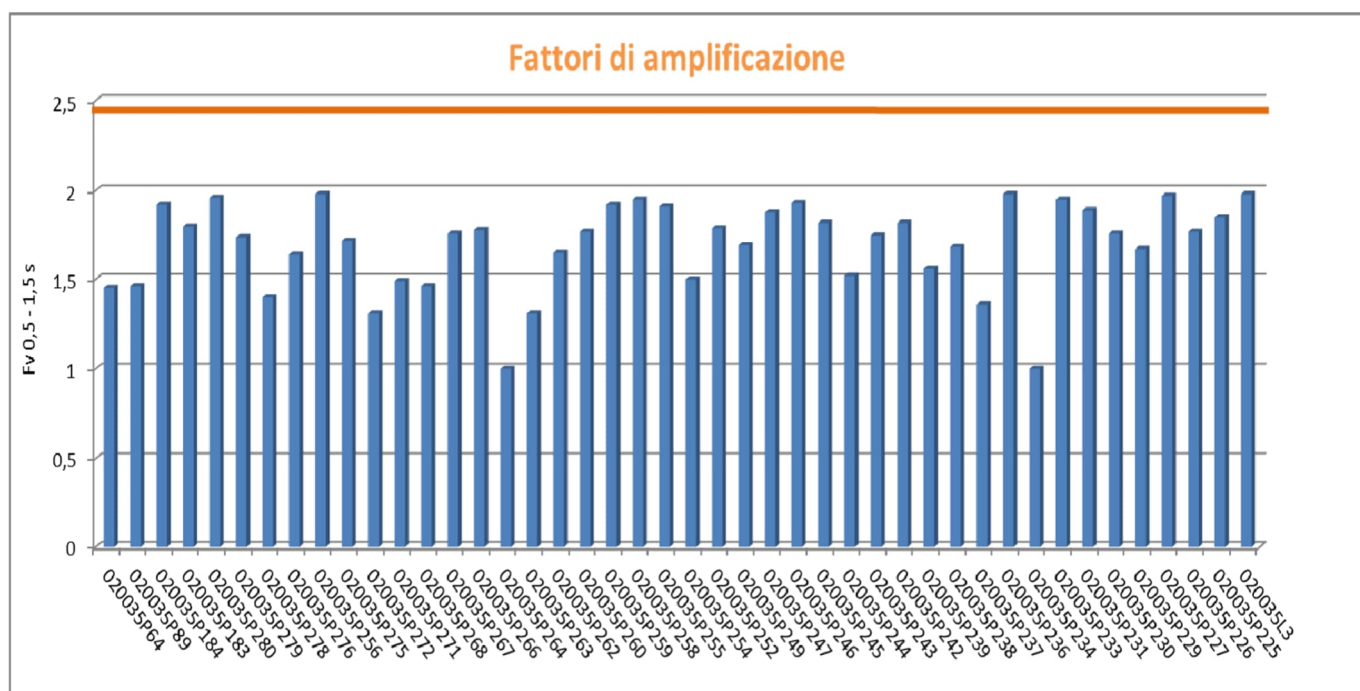


FIGURA 5-39 – VALORI DI FA CALCOLATI PER L'INTERVALLO DI PERIODO 0.5÷1.5 S

Si osserva che solo il fattore di amplificazione calcolato con la prova 020035P237HVS237, come visto prima, l'unica tra quelle esaminate ricadente nel campo di validità della scheda litologia limoso sabbiosa 2 (cfr. Figura 5-35) e solo per l'intervallo di periodo 0.1÷0.5 s, supera tali valori.

Trascurando tale dato isolato, come è corretto fare, vista la difficoltà d'interpretazione delle indagini tomografiche, più volte menzionata, tutti valori di  $F_a$  risultano inferiori ai valori di soglia corrispondenti, fatto da cui consegue che il grado di protezione raggiunto al sito dall'applicazione della normativa sismica vigente è da considerarsi sufficiente a tenere in considerazione anche i possibili effetti di amplificazione litologica e, quindi, si può applicare lo spettro semplificato previsto dalla normativa stessa.

Un'altra considerazione che si evince dall'esame di Figura 5-38 e Figura 5-39, a parte il fatto che l'amplificazione stratigrafica è contenuta, è che essa interessa principalmente edifici con periodo proprio compreso tra 0.5 e 1.5 s. Si tratta, quindi, di strutture alte e flessibili, quali ad esempio i capannoni industriali.

#### 5.6.4. Analisi di III livello

Nello studio di microzonazione sismica redatto da Engeo, a seguito dei gravi danni subiti in occasione degli eventi tellurici del 20 e 29 maggio 2012, è stata effettuata un'analisi del rischio di liquefazione, sia per l'abitato di Moglia che per quello di Bondanello, prendendo in esame l'intero territorio urbanizzato e urbanizzabile, comprensivo degli ambiti di trasformazione come definiti dal P.G.T. vigente, ma anche di quelli di potenziale espansione.

Detto rischio è stimato con metodi semplificati da prove CPT mediante il calcolo dell'indice del potenziale di liquefazione LPI di Iwasaki et al. (1982). Le prove CPT sono preferibili per la migliore ripetibilità delle misure e per la continuità dei profili penetrometrici. L'indice LPI è un parametro di sintesi che, mediante un valore numerico compreso tra 0 e 100, quantifica i possibili effetti della liquefazione in superficie, tenendo conto di severità dell'azione sismica, e di profondità, spessore e valore del fattore di sicurezza degli strati liquefacibili.

Le classi di potenziale di liquefazione, secondo la proposta di Sonmez (2003), sono le seguenti:

LPI
LPI = 0.00 - Liquefaction risk nul
LPI between 0.00 and 2.00 - Liquefaction risk low
LPI between 2.00 and 5.00 - Liquefaction risk moderate
LPI between 5.00 and 15.00 - Liquefaction risk high
LPI > 15.00 - Liquefaction risk very high

**FIGURA 5-40 – CLASSI DI POTENZIALE LIQUEFAZIONE SECONDO SONMEZ (2003)**

L'indice LPI è calcolato con riferimento ad una verticale di prova. Gli effetti bi- e tri-dimensionali sono trascurati. Tale semplificazione può condurre talora a stime errate. In particolare, se la liquefazione in un sito è limitata a lenti isolate, la liquefazione in superficie può non manifestarsi anche per valori significativi di LPI. Viceversa, uno strato liquefatto sottile, profondo, molto diffuso ed esteso può determinare rottura del terreno e "lateral spreading" anche per bassi valori di LPI. La variabilità ed eterogeneità naturale delle condizioni stratigrafiche e geotecniche può spiegare la non sempre buona correlazione tra i valori dell'indice LPI e le evidenze di liquefazione.

L'indice LPI è definito nel modo seguente:



$$LPI = \int_0^{20} F W(LPIz) dz$$

dove:

- $F(z)$  è una variabile con valori compresi tra 0 e 1, definita ad ogni profondità  $0 \leq z \leq 20_{rit}$  in funzione del valore che, a quella profondità, assume il fattore di sicurezza alla liquefazione FSL
- $w(z)$  è un fattore di peso della profondità.

In sostanza il rischio di liquefazione tiene conto del fattore di sicurezza calcolato strato per strato, ma ne valuta la significatività su tutto lo spessore del deposito.

Il fattore di sicurezza alla liquefazione è definito nel modo seguente:

$$FSL = \frac{CRR_{7.5}}{CSR} \cdot MSF \cdot k_{\sigma}$$

dove:

$CRR_{7.5}$  = Rapporto di resistenza ciclica per  $M=7.5$  (Cyclic Resistance Ratio)

$MSF$  = fattore di scala della magnitudo (Magnitude Scale Factor)

$k_{\sigma}$  = Fattore di correzione per la pressione di confinamento

$CSR$  = rapporto di tensione ciclica (Cyclic Stress Ratio) =  $CSR = 0.65 \left( \frac{a_{max}}{g} \right) \cdot \left( \frac{\sigma_{v0}}{\sigma'_{v0}} \right) \cdot r_d$

A Moglia sono stati utilizzati due diversi metodi per il calcolo di CRR: Idriss & Boulanger (2008) e NCEER (modificato da Robertson 2010). Entrambi i metodi di calcolo sono implementati dal programma CLIQ della Geologismiki, utilizzato per le verifiche effettuate.

Per la verifica, oltre ai dati delle prove CPT è necessario fornire al programma l'accelerazione e la magnitudo attese al sito. Come evidenziato nel paragrafo 2.5 dello studio di microzonazione effettuato da Engeo, tali dati non sono univocamente definibili:

- per l'accelerazione si sono infatti calcolati due distinti valori pari a:
  - 0.18 ag/g, valore ricavato dalle NTC 2008,
  - 0.24 ag/g, valore registrato durante il sisma del 29/5/2012
- per la magnitudo possono essere invece utilizzati 4 diversi valori:
  - 5.0 magnitudo media ricavata dalla disaggregazione magnitudo-distanza
  - 5.7 magnitudo pari al 90° percentile della distribuzione della disaggregazione magnitudo-distanza
  - 5.9 magnitudo pari al 95° percentile della distribuzione della disaggregazione magnitudo-distanza
  - 6.14 Magnitudo massima della Zona 912 della classificazione ZS9

Per ciascuno dei due metodi di calcolo utilizzati, inoltre, si è valutato come accettabile il coefficiente di sicurezza pari a 1.0 o 1.2, con conseguente modifica del valore complessivo di LPI.

Nel complesso le casistiche esaminate per ciascuna prova sono state 32 (cfr. Tabella 5-14)

Amax	0.18	0.24	0.18	0.24	0.18	0.24	0.18	0.24
M	5.00	5.00	5.70	5.70	5.90	5.90	6.14	6.14
Fs	1	1	1	1	1	1	1	1
metodo	R. (2009)	R. (2009)	R. (2009)	R. (2009)	R. (2009)	R. (2009)	R. (2009)	R. (2009)
Amax	0.18	0.24	0.18	0.24	0.18	0.24	0.18	0.24
M	5.00	5.00	5.70	5.70	5.90	5.90	6.14	6.14
Fs	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
metodo	R. (2009)	R. (2009)	R. (2009)	R. (2009)	R. (2009)	R. (2009)	R. (2009)	R. (2009)
Amax	0.18	0.24	0.18	0.24	0.18	0.24	0.18	0.24
M	5.00	5.00	5.70	5.70	5.90	5.90	6.14	6.14
Fs	1	1	1	1	1	1	1	1
metodo	I&B	I&B	I&B	I&B	I&B	I&B	I&B	I&B
Amax	0.18	0.24	0.18	0.24	0.18	0.24	0.18	0.24
M	5.00	5.00	5.70	5.70	5.90	5.90	6.14	6.14
Fs	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
metodo	I&B	I&B	I&B	I&B	I&B	I&B	I&B	I&B

TABELLA 5-14 – CASISTICHE ESAMINATE PER CIASCUNA PROVA

Le verifiche sono state effettuate sulle 40 prove penetrometriche appositamente realizzate per lo studio di microzonazione sismica redatto da Engeo. Nel complesso sono state quindi effettuate 1280 verifiche.

Il contrasto dei risultati tra quelle effettuate con i parametri meno critici e quelli più critici sono molto evidenti: nel primo caso (metodo NCEER,  $a_{max}=0.18$  ag/g,  $M=5.0$ ,  $F_s=1$ ) i valori di LPI sono tutti pari a 0 (rischio nullo), mentre nell'ultimo caso (metodo Idriss e Boulanger,  $a_{max}=0.24$  ag/g,  $M_w=6.14$ ,  $F_s=1.2$ ) una sola prova presenta rischio nullo, nessuna prova presenta rischio basso, solo 5 prove presentano rischio moderato, mentre tutte le altre presentano rischio alto o molto alto.

Tale variabilità evidenzia che, allo stato attuale delle conoscenze, le verifiche a liquefazione devono essere utilizzate con molta attenzione, sia per non sottovalutare il rischio effettivo, sia per non sopravvalutarlo.

Conseguentemente si suggerisce che quelle che saranno effettuate a supporto della progettazione dei futuri interventi edilizi recepiscono le seguenti indicazioni:

- nella pianificazione della campagna d'indagine, si tenga conto un particolare contesto litostratigrafico del territorio, tale da richiedere limitate interdistanze tra le singole prove;
- sia assunta una  $a_{max}$  almeno pari a 0.24 ag/g;
- si consideri una magnitudo pari ad almeno 5.9;
- il fattore di sicurezza non sia inferiore a 1.2.

A scopo indicativo, nella Carta della pericolosità sismica locale dell'elaborato CG.2. 1 sono riportate le "Aree a rischio di liquefazione", interne al territorio urbanizzato e urbanizzabile, come evidenziate dallo studio di microzonazione sismica e da successive indagini effettuate da Engeo, utilizzando il metodo di Idriss e Boulanger, con accelerazione 0.24 ag/g, magnitudo 5.9 e fattore di sicurezza  $F_s=1.2$ .

## 6. Fase di sintesi

### 6.1. Carta dei Vincoli

La fase di sintesi/valutazione prevede l'individuazione delle limitazioni d'uso del territorio derivanti da normative e piani sovraordinati in vigore di contenuto prettamente geologico, rappresentata cartograficamente nella Carta dei vincoli dell'elaborato CG.2. 2.

In detta carta, estesa all'intero territorio comunale di Moglia, sono stati distinti i seguenti vincoli:

#### 6.1.1. Vincoli derivanti dalla pianificazione di bacino ai sensi della L. 183/89

Come vincoli derivanti dalla pianificazione di bacino ai sensi della L. 183/89 è stata raffigurata la delimitazione delle Fasce Fluviali ripresa dall'elaborato n. 8 del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico, approvato con D.P.C.M. 24 maggio 2001.

Successivamente al 2001, tuttavia, sono state approvate numerose Varianti al PAI e, limitatamente al fiume Secchia, nel presente studio, si è fatto riferimento all' "*Aggiornamento del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del Bacino del fiume Po (PAI-Po) e del PGRA del distretto idrografico del fiume Po: Fiume Secchia da Lugo alla confluenza del fiume Po e torrente Tresinaro da Viano alla confluenza del Fiume Secchia*", approvato con Decreto n. 49 del 13 aprile 2022 Decreto del Segretario Generale dell'Autorità di bacino distrettuale del fiume Po.

In Comune di Moglia è stata quindi rappresentata 1 tipologia di fascia, cartografata in corrispondenza della fascia golenale del fiume Secchia, ovvero:

- Fascia A: fascia di deflusso della piena, costituita dalla porzione di alveo che è sede prevalente del deflusso della corrente per la piena di riferimento, come definita nell'Allegato 3 "Metodo di delimitazione delle fasce fluviali" al Titolo II delle Norme di attuazione del P.A.I., ovvero che è costituita dall'insieme delle forme fluviali riattivabili durante gli stati di piena;

mentre, risulta geometricamente coincidente:

- Fascia B: fascia di esondazione, esterna alla precedente, costituita dalla porzione di territorio interessata da inondazione al verificarsi della piena di riferimento come definita nell'Allegato 3 al Titolo II sopra richiamato. Il limite di tale fascia si estende fino al punto in cui le quote naturali del terreno sono superiori ai livelli idrici corrispondenti alla piena di riferimento, ovvero sino alle opere idrauliche esistenti o programmate di controllo delle inondazioni (argini o altre opere di contenimento);

e non compare:

- Fascia C: area di inondazione per piena catastrofica, costituita dalla porzione di territorio esterna alla precedente (Fascia B), che può essere interessata da inondazione al verificarsi di eventi di piena più gravosi di quella di riferimento, come definita nell'Allegato 3 al Titolo II sopra richiamato.

Nella fascia di deflusso della piena, cartografata nel comune di Moglia, si "*persegue l'obiettivo di garantire le condizioni di sicurezza assicurando il deflusso della piena di riferimento, il mantenimento e/o il recupero delle condizioni di equilibrio dinamico dell'alveo, e quindi favorire, ovunque possibile, l'evoluzione naturale del fiume in rapporto alle esigenze di stabilità delle difese e delle fondazioni delle opere d'arte, nonché a quelle di mantenimento in quota dei livelli idrici di magra*".

Nella fascia di esondazione si *"persegue l'obiettivo di mantenere e migliorare le condizioni di funzionalità idraulica ai fini principali dell'invaso e della laminazione delle piene, unitamente alla conservazione e al miglioramento delle caratteristiche naturali e ambientali"*.

Nell'area di inondazione per piena catastrofica si *"persegue l'obiettivo di integrare il livello di sicurezza alle popolazioni, mediante la predisposizione prioritaria da parte degli Enti competenti ai sensi della L. 24 febbraio 1992, n. 225 e quindi da parte delle Regioni o delle Province, di Programmi di previsione e prevenzione, tenuto conto delle ipotesi di rischio derivanti dalle indicazioni del P.A.I."*.

#### 6.1.2. Vincoli di polizia idraulica

Il regio decreto 25 luglio 1904, n. 523 stabilisce che *"le piantagioni di alberi e siepi, le fabbriche, gli scavi e lo smovimento del terreno a distanza dal piede degli argini e loro accessori come sopra, minore di quella stabilita dalle discipline vigenti nelle diverse località, ed in mancanza di tali discipline a distanza minore di metri quattro per le piantagioni e smovimento del terreno e di metri dieci per le fabbriche e per gli scavi"*.

A riguardo, nell'elaborato CG.2. 2, si sono distinti i seguenti elementi:

- Alveo del fiume Secchia;
- Corsi d'acqua in gestione al Consorzio di Bonifica dell'"Emilia Centrale";
- Corsi d'acqua in gestione al Consorzio di Bonifica "Terre dei Gonzaga in Destra Po"
- Corsi d'acqua del reticolo idrico minore.

Il r.d. 25 luglio 1904 impone inoltre che siano vincolate anche le opere di difesa idraulica dei corsi d'acqua, quali le arginature.

L'ultimo aggiornamento della normativa riguardante le funzioni di polizia idraulica è costituito dalla d.g.r. n° XII/3668 del 16 dicembre 2024, che aggiorna la d.g.r. n° XII/1615 del 18 dicembre 2023 e i relativi allegati tecnici. Nel primo l'attività di polizia idraulica è svolta dalla Regione Lombardia.

Per i corsi d'acqua in gestione ai consorzi di bonifica, valgono le disposizioni stabilite dai Regolamenti di Polizia Idraulica Consorziale e in base ai quali vigono le seguenti fasce di rispetto:

- per il Consorzio di bonifica dell'Emilia Centrale si applicano le disposizioni di cui al R.D. 8 maggio 1904 n°523, art. 96 lettera f), in generale di 10 metri dai canali principali e 5 metri dai canali secondari calcolati a partire dal piede esterno dell'argine, ove esistente, o dal ciglio della sponda, in assenza di argine, dettagliate come di seguito:
  - 10 m per i nuovi edifici;
  - 5 m per le recinzioni e per le piantumazioni di alberi e arbusti (salvo specifico accordo con l'Ente gestore del canale per la realizzazione di progetti ambientali funzionali al completamento della rete ecologica);
  - 5 m per le operazioni di aratura;
  - 5 m per la posa di qualsivoglia conduttura lineare interrata parallela al canale;
  - 10 m per il posizionamento di linee elettriche;
  - le stesse distanze si applicano anche alle aree di espansione controllata delle piene,
- per il Consorzio di bonifica Terre dei Gonzaga in Destra Po valgono le disposizioni stabilite nel Regolamento di polizia idraulica ai sensi dell'art. 85, comma 5, della Legge Regionale 5 dicembre 2008, n.31 "Testo unico delle leggi regionali in materia di agricoltura, foreste, pesca e sviluppo rurale", che, all'art. 3, stabilisce distanze di rispetto e attività vietate (sostanzialmente simili a quelle definite dal R.D. 25 luglio 1904 n°523).

L'Allegato E alla d.g.r. n° 3668 del 2024, "Riordino dei reticoli idrici di Regione Lombardia e revisione dei canoni di polizia idraulica" stabilisce, per il reticolo idrico minore le seguenti fasce di rispetto:

- 10 m: divieto assoluto di edificazione e scavi esterni al Tessuto Urbano Consolidato (TUC)
- 4 m: divieto assoluto di edificazione e scavi interni al TUC e per i tratti tombinati
- 4 m: divieto assoluto di piantagioni ad alto fusto e movimento di terreno
- 2 m: divieto assoluto di arature non profonde, zappature, colture agricole, siepi, arbusti e piante isolate.

Il Comune di Moglia è dotato del Documento di Polizia Idraulica che regola il Reticolo Idrico Minore, a cui si rimanda per il dettaglio delle norme relative.

#### 6.1.3. Aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile

Dal catasto provinciale dei pozzi degli acquedotti pubblici della Provincia di Mantova, in Comune di Moglia risultano presenti n° 2 pozzi così denominati:

- Impianto captazione acque sotterranee 1, via Ardigò: codice PO2003501
- Impianto captazione acque sotterranee 2, via Einaudi: codice PO2003502

tuttavia, entrambi i pozzi risultano essere non utilizzati.

Pertanto, le relative zone di rispetto ove sono vietate la dispersione nel sottosuolo di acque meteoriche provenienti da piazzali e strade e la realizzazione di pozzi disperdenti, così come esplicitamente indicato dall'art.94 del D.lgs. 152/2006 e s.m.i., non hanno più validità.

#### 6.1.4. Aree assoggettate a specifica tutela D.lgs. 42/2004

I "Fiumi, torrenti e corsi d'acqua pubblici e relative sponde", conosciuti come 'Vincolo 431/85, art. 1, lettera c)' sono oggi identificati dal D.lgs. 22 gennaio 2004, n. 42, "Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell'art. 10 della L. 6 luglio 2002, n. 137".

L'art. 142, comma 1, lettera c) del suddetto Decreto Legislativo definisce infatti come oggetto di tutela e valorizzazione per il loro interesse paesaggistico: "i fiumi, torrenti ed i corsi d'acqua iscritti negli elenchi di cui al testo unico delle disposizioni di legge sulle acque ed impianti elettrici, approvato con r.d. 11 dicembre 1933, n. 1775, e le relative sponde o piede degli argini per una fascia di 150 metri ciascuna".

Si ritiene importante sottolineare che il D.lgs. 42/04 ricomprende i contenuti della legge n. 1497 del 29 giugno 1939 (abrogata dal D. Lgs. 490/99), lasciando inalterate le tipologie di beni tutelati.

Nella norma di tutela di "fiumi, torrenti e corsi d'acqua pubblici e relative sponde" vengono tutelati non solo le sponde o il piede degli argini per una fascia di 150 metri ciascuna, ma anche l'intero corso d'acqua.

La Regione Lombardia in attuazione dell'art. 1-quater della legge 431/85, ha individuato, con deliberazione della Giunta Regionale n. 4/12028 del 25 luglio 1986 e successive integrazioni, i corsi d'acqua pubblici lombardi aventi rilevanza paesaggistica e conseguentemente assoggettati a specifico vincolo ex art. 142, comma 1, lettera c) del D.lgs. 42/04, nonché quei corsi d'acqua, o tratti degli stessi, per i quali è stata dichiarata l'irrilevanza paesaggistica e che risultano pertanto esclusi dal suddetto vincolo.



Per l'esatta individuazione della fascia dei 150 metri del vincolo, si ritiene che, secondo quanto sostenuto anche da giurisprudenza di merito (Pretura di Cremona, 24 settembre 1990, pubblicata su Rivista Giuridica dell'Edilizia, 1991), "le fasce laterali ai fiumi, per la lunghezza di 150 metri, vanno calcolate con riferimento alla delimitazione effettiva del corso d'acqua, cioè a partire dal ciglio di sponda, o dal piede esterno dell'argine, quando quest'ultimo espliciti una funzione analoga alla sponda nel contenere le acque di piena ordinaria."

In Comune di Moglia i corsi d'acqua assoggettati a tale vincolo sono il fiume Secchia e il Canale Parmigiana-Moglia.

## 6.2. Redazione della Carta delle aree di pericolosità – PAI – PGRA

Il Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA) è lo strumento operativo previsto dal d.lgs. n. 49 del 2010, che dà attuazione alla Direttiva Europea 2007/60/CE, per individuare e programmare le azioni necessarie a ridurre le conseguenze negative delle alluvioni per la salute umana, per il territorio, per i beni, per l'ambiente, per il patrimonio culturale e per le attività economiche e sociali.

Esso è stato predisposto a livello di distretto Padano, cioè il territorio interessato dalle alluvioni di tutti i corsi d'acqua che confluiscono nel Po, dalla sorgente fino allo sbocco in mare (PGRA-Po) e deve essere aggiornato ogni 6 anni.

Il PGRA, adottato dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del fiume Po con delibera n. 4 del 17 dicembre 2015 e approvato con delibera n. 2 del 3 marzo 2016 è stato definitivamente approvato con D.P.C.M. del 27 ottobre 2016, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana n. 30, serie Generale, del 6 febbraio 2017.

Successivamente, a dicembre 2019, la Conferenza Istituzionale Permanente dell'Autorità di Bacino, con deliberazione n. 7 del 20 dicembre 2019, ha adottato la revisione 2019 delle mappe di pericolosità e del rischio di alluvione; mentre, in data 20 dicembre 2021, ha adottato all'unanimità il primo aggiornamento del Piano di gestione del rischio di alluvioni, che è stato definitivamente approvato con DPCM del 1 dicembre 2022.

Il PGRA contiene:

- la mappatura delle aree potenzialmente esposte a pericolosità per alluvioni per diversi tipi di reticolo idrografico;
- la stima del grado di rischio al quale sono esposti gli elementi che ricadono entro le aree "allagabili";
- l'individuazione delle Aree a Rischio Potenziale Significativo di Alluvione (APSR)<sup>4</sup>;
- il quadro dell'organizzazione del sistema di protezione civile in materia di rischio alluvioni e una diagnosi delle principali criticità;
- le misure necessarie per ridurre il rischio medesimo nelle fasi di prevenzione, protezione, preparazione, ritorno alla normalità ed analisi (Dir 2007/60/CE).

Esso, in Lombardia, individua le aree allagabili e del rischio alluvioni per i seguenti "ambiti territoriali":

- Reticolo idrografico principale (RP): costituito dall'asta del fiume Po e dai suoi principali affluenti nei tratti di pianura e nei principali fondovalle montani e collinari;
- Reticolo idrografico secondario collinare e montano (RSCM): costituito dai corsi d'acqua secondari nei bacini collinari e montani e dai tratti montani dei fiumi principali;
- Reticolo idrografico secondario di pianura (RSP): costituito dai corsi d'acqua secondari di pianura gestiti dai Consorzi di bonifica e irrigui nella medio-bassa pianura padana;
- Aree costiere lacuali (ACL): aree costiere dei grandi laghi alpini.

<sup>4</sup> In precedenza, definite Aree a Rischio Significativo (ARS)

La delimitazione e la classificazione delle aree allagabili sono contenute nelle mappe di pericolosità, caratterizzandone l'intensità, secondo gli scenari di:

- Pericolosità elevata (H o P3) per aree interessate da alluvioni frequenti
- Pericolosità media (M o P2) per aree interessate da alluvioni poco frequenti
- Pericolosità bassa (L o P1) per aree interessate da alluvioni rare

Dal punto di vista normativo, si segnala che, in data 10 settembre 2020, sono stati pubblicati i Decreti del Segretario Generale 291 e 292 del 10 settembre 2020, predisposti in adempimento a quanto previsto dalle Deliberazioni di CIP n.7 e 8 dello scorso dicembre 2019 e riguardanti l'applicazione delle disposizioni normative dei PAI alle aree interessate da inondazioni di nuova individuazione nell'ambito dell'aggiornamento delle mappe di dicembre 2019. Decreto 291, che al comma 1 dell'art. 1 stabilisce che:

- "Dal giorno successivo alla pubblicazione del presente Decreto sul sito web istituzionale dell'Autorità di bacino distrettuale del fiume Po, in adempimento all'art. 6, comma 1 della Deliberazione CIP n. 8/2019, alle aree che potrebbero essere interessate da alluvioni oggetto di nuova individuazione nell'ambito dell'aggiornamento delle Mappe della pericolosità e del rischio di alluvioni del Distretto idrografico del fiume Po di cui alla Deliberazione CIP n. 7/2019 e ricadenti nel territorio del bacino idrografico del fiume Po si applicano, rispettivamente, le disposizioni di cui al Titolo Quinto delle NA del PAI del Po e le disposizioni di cui alla Parte Terza delle NA del PAI Delta, nonché le disposizioni attuative di dette disposizioni approvate dalle Regioni ai sensi dell'art. 65 del D. Lgs. n. 152/2006 e s. m. e i."

Dunque, esaminato il Titolo Quinto delle NA del PAI del Po, nell'allegato n° 1 alla deliberazione del Comitato Istituzionale dell'AdBPo n. 5 del 7/12/2016, si evince che:

- Per il Reticolo Principale di pianura (RP)
  - nelle aree interessate da alluvioni frequenti (H-P3) vigono le limitazioni e le prescrizioni previste per la fascia A dal Titolo II delle NA del PAI
  - nelle aree interessate da alluvioni poco frequenti (M-P2) vigono le limitazioni e le prescrizioni previste per la fascia B dal Titolo II delle NA del PAI
  - nelle aree interessate da alluvioni rare (L-P1) vigono le limitazioni e le prescrizioni previste per la fascia C dall'art. 31 delle NA del PAI.
- Per il Reticolo secondario di pianura (RSP)
  - nelle aree interessate da alluvioni frequenti, poco frequenti e rare, compete alle Regioni e agli Enti Locali, anche d'intesa con l'Autorità di bacino, attraverso gli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica, regolamentare le attività consentite, i limiti e i divieti.

Le aree allagabili individuate nelle mappe di pericolosità costituiscono integrazione delle fasce fluviali del PAI descritte in precedenza.

Nel territorio comunale di Moglia, il fiume Secchia, del Reticolo Idrografico Principale (RP), è già interessato dalla delimitazione delle fasce fluviali del PAI.

#### 6.2.1. Recepimento da parte della Regione Lombardia – DGR 6738/2017

La Regione Lombardia, con la DRG X/6738 del 19 giugno 2017 "Disposizioni regionali concernenti l'attuazione del piano di gestione dei rischi di alluvione (PGRA) nel settore urbanistico e di pianificazione dell'emergenza, ai sensi dell'art. 58 delle norme di attuazione del piano stralcio per l'assetto idrogeologico" ha dato attuazione alle indicazioni sopra riportate.

Per quanto riguarda il recepimento del PGRA nella pianificazione la DGR indica:

CG 1.1. RELAZIONE ILLUSTRATIVA	DATA EMISSIONE NOVEMBRE 2025	AGGIORNAMENTO 0	FOGLIO 83
--------------------------------	---------------------------------	--------------------	--------------

In particolare, nell'ambito delle procedure di propria competenza, le amministrazioni e gli enti pubblici:

- prendono atto dei contenuti del PGRA, in particolare delle mappature della pericolosità e del rischio, delle informazioni associate - relative alle caratteristiche dell'alluvione potenziale - e della normativa vigente su tali aree, già presente nelle Norme di Attuazione del PAI così come approvato con DPCM 24 maggio 2001, introdotta dal nuovo Titolo V delle N.d.A. del PAI nonché dalle presenti disposizioni e ne tengono conto da subito in sede di attuazione dei propri strumenti pianificatori e in funzione dei loro successivi aggiornamenti e riesami;
- ne veicolano il più possibile la conoscenza presso i propri portatori di interesse e i cittadini.

La DGR chiarisce, inoltre, che la Regione nell'individuazione del Reticolo secondario di pianura ha distinto il Reticolo Naturale da Reticolo Consortile, individuando la pericolosità con la seguente metodologia:

- per il reticolo Naturale:

Aree vulnerabili dal punto di vista idraulico	Pericolosità da associare
Aree ripetutamente allagate in occasione di precedenti eventi alluvionali o frequentemente inondabili (indicativamente con tempi di ritorno inferiori a 20-50 anni), con significativi valori di velocità e/o altezze d'acqua o con consistenti fenomeni di trasporto solido	P3/H
Aree allagate in occasione di eventi meteorici eccezionali o allagabili con minore frequenza (indicativamente con tempi di ritorno superiori a 100 anni) e/o con modesti valori di velocità ed altezze d'acqua tali da non pregiudicare l'incolumità delle persone, la funzionalità di edifici e infrastrutture e lo svolgimento di attività economiche	P2/M
Aree potenzialmente inondabili individuate con criteri geomorfologici tenendo conto delle criticità derivanti da punti di debolezza delle strutture di contenimento quali tratti di sponde in erosione, punti di possibile tracimazione, sovralluvionamenti, sezioni di deflusso insufficienti anche a causa della presenza di depositi di materiale vario in alveo o in sua prossimità ecc.	P2/M
Aree già allagate in occasione di precedenti eventi alluvionali desunte dalla ricerca storica-bibliografica	P2/M o P3/H in base alle informazioni disponibili
Aree interessabili da fenomeni di erosione fluviale e non idoneamente protette da interventi di difesa	P3/H
Aree potenzialmente interessate da flussi di detrito in corrispondenza dei conoidi pedemontani di raccordo collina-pianura	P3/H

- per il reticolo consortile

Le aree allagabili sul reticolo consortile sono state delimitate principalmente sulla base degli eventi storicamente accaduti.

Sono stati considerati solo gli eventi verificatisi dal 1990 al 2012 (data di completamento della ricognizione), in quanto ritenuti maggiormente compatibili con l'attuale scenario di bonifica e di uso del suolo e solo gli allagamenti che possono risultare ripetibili. Pertanto, nel caso in cui, posteriormente agli eventi accaduti, siano stati eseguiti interventi volti alla risoluzione del problema, l'area allagata non è stata riportata nelle mappe oppure gli è stato attribuito uno scenario di frequenza inferiore.

In alcuni casi si sono riportate anche aree allagate in occasione di eventi antecedenti al periodo sopraindicato, in quanto ritenuti significativi.

Come si può constatare la Regione Lombardia ha scelto di non individuare aree con pericolosità P1 per il reticolo RSP.

#### 6.2.1.1.1. Le normative del Reticolo Secondario di Pianura

Le norme relative a questo ambito sono differenziate tra reticolo naturale e reticolo consortile.

##### *Reticolo naturale*

In coerenza con le disposizioni vigenti di cui alla d.g.r. IX/2616/2011, per le aree classificate a pericolosità P3/H sussistono gravi limitazioni all'utilizzo per scopi edificatori e/o alla modifica di destinazione d'uso. Sono pertanto da applicare le limitazioni e prescrizioni relative alla classe 4 di fattibilità geologica.

Per le aree classificate a pericolosità P2/M, in coerenza con le disposizioni vigenti di cui alla d.g.r. IX/2616/2011 sussistono consistenti limitazioni all'utilizzo per scopi edificatori e/o alla modifica di destinazione d'uso per il superamento delle quali potrebbero rendersi necessari interventi specifici o opere di difesa. Sono pertanto da applicare le limitazioni relative alla classe 3 di fattibilità geologica.

##### *Reticolo consortile*

Ad integrazione delle disposizioni vigenti di cui alla d.g.r. IX/2616/2011, che non considerano attualmente tali aree tra le aree vulnerabili dal punto di vista idraulico da rappresentare nella carta di sintesi (e pertanto non danno indicazioni in merito alla classe di fattibilità geologica da assegnare) e date le caratteristiche delle alluvioni dovute ad esondazione del reticolo artificiale di bonifica, che, seppure caratterizzate da alta frequenza, presentano tiranti e velocità esigui, per le aree classificate a pericolosità P3/H e P2/M sul reticolo consortile, si ritiene che sussistano consistenti limitazioni all'utilizzo per scopi edificatori e/o alla modifica di destinazione d'uso per il superamento delle quali potrebbero rendersi necessari interventi specifici o opere di difesa. Sono pertanto da applicare le limitazioni relative alla classe 3 di fattibilità geologica.

##### *Reticolo naturale e reticolo consortile – disposizioni comuni*

Entro le aree P3/H e P2/M, laddove negli strumenti urbanistici non siano già vigenti norme equivalenti, o fino a quando il Comune non realizzi uno studio di approfondimento al livello locale, secondo le indicazioni fornite al successivo paragrafo 3.3.4. "Procedure di adeguamento degli strumenti urbanistici comunali" è necessario:

- *subordinare gli eventuali interventi edilizi alla realizzazione di uno studio di compatibilità idraulica, che l'Amministrazione comunale è tenuta ad acquisire in sede di rilascio del titolo edilizio. Tale studio è finalizzato a definire i limiti e gli accorgimenti da assumere per rendere l'intervento compatibile con le criticità rilevate, in base al tipo di pericolosità e al livello di esposizione locali. Detto studio può essere omesso per gli interventi edilizi che non modificano il regime idraulico dell'area allagabile, accompagnando il progetto da opportuna asseverazione del progettista (es. recupero di sottotetti, interventi edilizi a quote di sicurezza);*
- *garantire l'applicazione di misure volte al rispetto del principio dell'invarianza idraulica, finalizzate a salvaguardare e non peggiorare la capacità ricettiva del sistema idrico e a contribuire alla difesa idraulica del territorio;*
- *vietare la realizzazione di piani interrati o seminterrati non dotati di sistemi di autoprotezione e idonei accorgimenti edilizi;*
- *nei piani interrati o seminterrati, dotati di sistemi di autoprotezione e idonei accorgimenti edilizi, dimensionati sulla base degli esiti dello studio compatibilità idraulica, vietare un uso che preveda la presenza continuativa di persone;*
- *progettare e realizzare le trasformazioni consentite con modalità compatibili, senza danni significativi, con la sommersione periodica;*

- progettare gli interventi in modo da favorire il deflusso/infiltrazione delle acque di esondazione, evitando interventi che ne comportino l'accumulo, ovvero che comportino l'aggravio delle condizioni di pericolosità/rischio per le aree circostanti.

#### 6.2.2. Piano Territoriale Comprensoriale della Provincia di Mantova

La l.r. 11 marzo 2005 n.12 "Legge per il governo del territorio" all'art. 15 (Contenuti del piano territoriale di coordinamento provinciale) comma 3 prevede che In ordine alla tutela ambientale, all'assetto idrogeologico e alla difesa del suolo, il PTCP definisce l'assetto idrogeologico del territorio secondo quanto disposto dall'articolo 56 (Componente geologica, idrogeologica e sismica del piano territoriale di coordinamento) il quale indica che, per la parte inerente alla difesa del territorio, il PTCP:

- a) *concorre alla definizione del quadro conoscitivo del territorio regionale, con particolare riguardo ai fenomeni di dissesto idrogeologico;*
- b) *definisce l'assetto idrogeologico del territorio, anche attraverso la realizzazione di opportuni studi e monitoraggi, sviluppando e approfondendo i contenuti del PTR e del piano di bacino, in coerenza con le direttive regionali e dell'Autorità di bacino;*
- c) *censisce e identifica cartograficamente, anche a scala di maggior dettaglio, le aree soggette a tutela o classificate a rischio idrogeologico e sismico per effetto di atti, approvati o comunque efficaci, delle autorità competenti in materia;*
- d) *indica, per tali aree, le linee di intervento, nonché le opere prioritarie di sistemazione e consolidamento con efficacia prevalente ai sensi del comma 2 dell'articolo 18;*
- e) .....
- f) .....
- g) *propone modifiche agli atti di tutela delle autorità competenti, secondo le procedure previste dalla normativa vigente;*
- h) *costituisce riferimento per la coerenza dei dati e delle informazioni inerenti all'assetto idrogeologico e sismico contenute nei piani di governo del territorio con gli indirizzi regionali.*

La Provincia di Mantova ha un PTCP, redatto secondo le direttive contenute nelle leggi regionali 18/1997 e 1/2000, approvato con delibera del Consiglio Provinciale n. 61 del 28 novembre 2002 e pubblicato sul Burl, serie inserzioni, n. 5 del 29 gennaio 2003. Tale strumento ha subito le seguenti modifiche:

- Variante PTCP 2010 approvata dal Consiglio Provinciale con delibera n. 3 dell'8 febbraio 2010 e che ha acquisito efficacia con la pubblicazione sul Burl n. 14 del 7 aprile 2010
- Adeguamento PTCP 2022 approvata dal Consiglio Provinciale con delibera n. 10 del 28 marzo 2022

Nell'ambito dell'ultimo adeguamento, è stata effettuata, proprio con la collaborazione degli scriventi, una valutazione del Piano di Gestione del Rischio delle Alluvioni (PGRA), con specifico riferimento al Reticolo secondario di pianura (RSP). La progressiva integrazione del PGRA nei Piani di Governo del Territorio che si sta effettuando nell'ambito degli studi geologici ha, infatti, evidenziato che per il reticolo secondario di pianura i livelli di pericolosità indicati e, talora, anche le superfici, risultavano non congrui con le conoscenze dei tecnici locali.

Alla luce dei disposti della l.r. 12/2005 si è, pertanto, ritenuto opportuno effettuare un confronto con i Consorzi di Bonifica del territorio provinciale al fine di valutare la possibilità di ridefinire le aree allagabili e/o la loro pericolosità, sia in relazione alle ulteriori conoscenze acquisite, sia ai nuovi eventi alluvionali.

#### 6.2.3. Documento Semplificato del rischio idraulico

Il Comune di Moglia è dotato del Documento semplificato del rischio idraulico, , approvato con delibera di Consiglio Comunale n° 24 del 29/11/2024 e redatto ai sensi del R.R. 7/2017 e s.m.i..



Nell'ambito di tale documento viene evidenziato che alcune aree che in precedenza erano considerate a pericolosità P2, sono da declassare a seguito della realizzazione e collaudo delle opere dell'impianto idrovoro di Mondine.

Peraltro le aree eliminate corrispondono a quelle definite P2\* (declassabili a seguito di interventi) già individuate nella Carta del PGRA del PGT Vigente.

#### 6.2.4. La Carta PAI-PGRA

Sulla base di quanto esposto risulta evidente che il Comune debba predisporre una carta delle aree di pericolosità PAI – PGRA, nel quale siano tracciati, alla scala dello strumento urbanistico e utilizzando la medesima base topografica, tutti gli elementi che derivano dal recepimento a scala comunale dei contenuti di:

- PAI ("Aggiornamento del Piano stralcio per l'assetto idrogeologico del bacino del fiume Po (PAI-Po) e del PGRA del distretto idrografico del fiume Po: Fiume Secchia da Lugo alla confluenza nel fiume Po e torrente Tresinaro da Viano alla confluenza nel fiume Secchia", approvato con decreto n. 49 del 13 aprile 2022 del Segretario Generale dell'Autorità di bacino distrettuale del fiume Po)
- PGRA (Piano di Gestione dei rischi di alluvione, predisposto in attuazione del D.lgs. 49/2010 di recepimento della Direttiva 2007/60/CE, adottato con deliberazione 17 dicembre 2015 n. 4, approvato con deliberazione 3 marzo 2016, n. 2 dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di bacino del fiume Po e successivamente con DPCM 27 ottobre 2016), incluse le modifiche proposte conseguenti alle valutazioni dei Consorzi.
- Carta del PGRA modificata dal PTCP della Provincia di Mantova per il reticolo Secondario di Pianura.
- Documento semplificato del rischio idraulico Comunale

Nell'elaborato, pertanto, sono riportati i seguenti tematismi:

- Fasce fluviali del PAI:  
tracciate alla scala dello strumento di pianificazione (già rappresentate nell'elaborato CG.2. 2);
- Aree a potenziale rischio significativo di alluvione (APSFR):  
l'intero territorio comunale ricade nelle APSFR denominate "Fiume Po da Torino al mare" e "Fiume Secchia dalla cassa di espansione alla confluenza in Po";
- Aree allagabili sui corsi d'acqua principali (RP):  
nel Comune di Moglia si presentano situazioni di rischio potenzialmente interessate da alluvioni da parte del reticolo idrico principale, in particolare:
  - P3 – H – Scenario frequente: corrisponde all'incirca alle aree golenali del fiume Secchia
  - P1 – L – Scenario raro: corrisponde all'intero territorio extra golenale di Moglia, esterno al settore di cui sopra.
- Aree allagabili sui corsi d'acqua secondari di pianura (RSP):  
in carta sono state indicate alcune aree come zone P2-M, potenzialmente interessate da alluvioni poco frequenti, che comprendono in parte anche il centro abitato di Moglia.  
Il PGRA vigente riporta, nella perimetrazione delle aree interessate da eventi alluvionali poco frequenti, anche le aree che vengono interessate da allagamenti a causa del danneggiamento dell'impianto idrovoro di Mondine subito a seguito degli eventi sismici del maggio 2012. Tuttavia, si segnala che, l'impianto risulta essere ripristinato e pienamente operativo a partire dal 14/11/2018 e pertanto le aree precedentemente cartografate come allagabili tra le arginature del fiume Secchia e il Canale Emissario sono state stralciate dal rischio del RSP con pericolosità P2, seppure permanga il rischio residuo connesso alla rete di bonifica. Tali aree, infatti, sono comprese nella

perimetrazione indicata nel PTCP della Provincia di Mantova (2022), come “interessate da possibili esondazioni rare non perimetrabili” e che riguarda l'intero territorio comunale di Moglia.

### 6.3. Carta di sintesi

Come illustrato nella d.g.r. n. 2616/2011, la Carta di sintesi è uno strumento che ha lo scopo di rappresentare le aree omogenee dal punto di vista della pericolosità/vulnerabilità riferita allo specifico fenomeno che le genera.

Pertanto, tale carta risulta costituita da una serie di poligoni che definiscono porzioni di territorio caratterizzate da pericolosità geologico-geotecnica e vulnerabilità idraulica e idrogeologica omogenee, desunte dalla fase di analisi precedente, e in cui la sovrapposizione di più ambiti può determinare dei poligoni misti per pericolosità, determinata da differenti fattori limitanti.

Gli stessi criteri attuativi definiscono gli ambiti di pericolosità e vulnerabilità che costituiscono la legenda della Carta di sintesi stessa.

Nel presente studio, la Carta di sintesi, redatta, per l'intero territorio comunale, a scala 1:10.000 (scala ritenuta sufficiente per una corretta rappresentazione dei tematismi in essa contenuti), viene riportata nell'elaborato CG.2. 4.

Alla luce delle risultanze emerse nel corso dello studio, durante la fase di analisi, nella legenda di tale carta, sono state distinte le classi descritte nei paragrafi seguenti.

#### 6.3.1. Aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico

##### 6.3.1.1. Area a bassa soggiacenza della falda

È stato inserito in questa classe l'intero territorio comunale, in quanto, come visto nel paragrafo 5.4.4, ovunque si registra una bassa soggiacenza della falda, considerando sia la falda in pressione, contenuta nel potente banco di sabbie di Po, sia le falde sospese, che hanno sede nei depositi superficiali a maggiore permeabilità.

#### 6.3.2. Aree vulnerabili dal punto di vista idraulico

##### 6.3.2.1. Fascia di deflusso della piena (Fascia A) e aree classificate RP-P3

Si tratta della fascia ove fluisce l'80% della portata relativa alle piene con tempo di ritorno di 200 anni del fiume Secchia, come definito dal Piano Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino del Fiume Po.

Questa zona corrisponde con quella definita nel PGRA a pericolosità elevata (H o P3), interessata da alluvioni frequenti da parte del reticolo idrico principale.

##### 6.3.2.2. Aree allagabili per esondazione del Reticolo Principale (RP)

Come già esposto nel paragrafo 6.2, il territorio comunale di Moglia presenta una situazione di rischio potenzialmente interessata da esondazioni da parte del Reticolo Principale. In particolare, le aree golenali del fiume Secchia sono state classificate come a scenario frequente (P3 – H), mentre l'area esterna alla golenale presenta uno scenario di rischio raro (P1 – L).

#### 6.3.2.3. Aree allagabili per esondazione del Reticolo Secondario di Pianura (RSP)

Nel territorio comunale di Moglia sono presenti alcune aree con situazioni di rischio potenzialmente interessate da esondazioni poco frequenti da parte del Reticolo Secondario di Pianura, classificate come zone P2-M. Tali aree che comprendono in parte anche il centro abitato di Moglia.

##### 6.3.2.1. Aree interessate da possibili esondazioni rare non perimetrabili Reticolo Secondario di Pianura (RSP)

L'intero territorio comunale è interessato da rischio di esondazioni rare a pericolosità diffusa, che non è possibile perimetrare omogeneamente. Per questo motivo si è ritenuto opportuno indicare, per tutto il comune la pericolosità: "aree interessate da possibili esondazioni rare non perimetrabili", in accordo con quanto previsto dal PTCP.

#### 6.3.3. Aree che presentano scadenti caratteristiche geotecniche

##### 6.3.3.1. Area con depositi prevalentemente argillosi

Con riferimento a situazioni di pericolosità dal punto di vista geotecnico, in questa classe sono state inserite le aree in cui affiorano "depositi prevalentemente argillosi di piana alluvionale", raffigurati nella Carta della litologia di superficie dell'elaborato CG.1. 3.

Tali depositi, che occupano gran parte del territorio comunale di Moglia, non presentano caratteristiche geotecniche particolarmente scadenti, ma, semplicemente, meritano un'analisi più attenta rispetto ai depositi granulari. Pertanto, tali aree andranno associate solo a modeste limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso (cfr. par. 7.2.2).

## 7. Fase di proposta

Come anticipato nelle premesse, la fase di proposta è definita attraverso la redazione della Carta di fattibilità geologica delle azioni di piano e delle norme geologiche di piano.

Tale fase prevede modalità standardizzate di assegnazione della classe di fattibilità agli ambiti omogenei per pericolosità geologica e geotecnica e vulnerabilità idraulica e idrogeologica individuati nella fase di sintesi, al fine di garantire omogeneità e obiettività nelle valutazioni di merito tecnico.

Alle classi di fattibilità individuate sono sovrapposti gli ambiti soggetti ad amplificazione sismica locale (cfr. par. 5.6) che non concorrono a definire la classe di fattibilità, ma ai quali è associata una specifica normativa che si concretizza nelle fasi attuative delle previsioni del PGT.

### 7.1. Carta di fattibilità delle azioni di piano

La Carta di fattibilità delle azioni di piano dell'elaborato CG.2. 5 è stata redatta alla scala 1:10.000. Essa è stata desunta a partire da elaborati prodotti nella fase di sintesi (cfr. cap. 6), attribuendo a ciascun poligono individuato in esse un valore di classe di fattibilità, secondo le direttive contenute nella d.g.r. n. IX/2616 del 30 novembre 2011.

Al mosaico della fattibilità sono poi state sovrapposte, come indicato nel paragrafo precedente, le aree soggette ad amplificazione sismica locale desunte dagli studi di carattere sismico (cfr. par. 5.6.1) e dalla carta di pericolosità sismica locale dell'elaborato CG.2. 1.

La carta di fattibilità è, dunque, una carta di pericolosità che fornisce le indicazioni in ordine alle limitazioni e destinazioni d'uso del territorio e deve essere utilizzata congiuntamente alle "norme geologiche di attuazione" (cfr. elaborato CG.2.6) che ne riportano la relativa normativa d'uso (prescrizioni per gli interventi urbanistici, studi ed indagini da effettuare per gli approfondimenti richiesti, opere di mitigazione del rischio, necessità di controllo dei fenomeni in atto o potenziali, necessità di predisposizione di sistemi di monitoraggio e piani di protezione civile).

Di seguito vengono riportati il procedimento di attribuzione della classe di fattibilità e la descrizione delle quattro classi di fattibilità in cui è stato suddiviso il territorio comunale, secondo la normativa sopracitata.

#### 7.1.1. Attribuzione delle classi di fattibilità

L'attribuzione della classe di fattibilità avviene attraverso due fasi:

1. nella prima fase, a ciascun poligono della carta di sintesi, in base al/i fattore/i di pericolosità/vulnerabilità presente/i viene attribuita una classe di fattibilità (valore di ingresso) seguendo le prescrizioni di cui alla Tabella 1 della Deliberazione Giunta Regionale del 30 novembre 2011 – n. IX/2616.
2. successivamente in base a valutazioni di merito tecnico per lo specifico ambito è stato aumentato o diminuito il valore della classe di fattibilità. La diminuzione della classe di fattibilità rispetto alla classe di ingresso risulta sempre compiutamente documentata e motivata con piena ed esplicita assunzione di responsabilità da parte del professionista, utilizzando la scheda di cui all'Allegato 15 ("Dichiarazione sostitutiva di atto di notorietà ai sensi dell'art. 47, d.p.r. 28 dicembre 2000, n. 445") dell'aggiornamento sopracitato.

Nel caso in cui in un'area omogenea per pericolosità/vulnerabilità vi sia la presenza contemporanea di più fenomeni, deve essere attribuito il valore più alto di classe di fattibilità. La relativa normativa associata deve però contenere le prescrizioni che considerano la sussistenza di tutti i fenomeni evidenziati.

A riguardo, all'interno delle singole classi di fattibilità, sono state distinte porzioni di territorio in base alla caratteristica o alle caratteristiche che determinano le condizioni di pericolosità, ognuna delle quali è stata identificata, nella legenda dell'elaborato CG.2. 5, con una sigla ovvero:

- lettera "I" ad indicare le aree vulnerabili dal punto di vista idraulico, in particolare:
  - "Ia" per quelle aree ricadenti nella Fascia A (all'esterno dei centri edificati);
  - "Ipa" per quelle aree che presentano pericolosità alta da reticolo principale (RP-P3);
  - "Ism" per quelle aree che presentano moderato rischio idraulico per esondazione del reticolo secondario di pianura;
  - "Ipb" per quelle aree che presentano pericolosità bassa da reticolo principale;
- lettera "G" ad indicare le aree che presentano scadenti caratteristiche geotecniche, in particolare:
  - "Ga" per quelle con depositi superficiali prevalentemente argillosi;
- lettera "S" ad indicare le aree caratterizzate da bassa soggiacenza della falda.

## 7.2. Classi di fattibilità

Nel territorio del comune di Moglia agli ambiti omogenei per pericolosità geologica, geotecnica e vulnerabilità idraulica e idrogeologica, individuati nella fase di sintesi, sono state attribuite tre delle quattro classi di fattibilità e relative sottoclassi di seguito descritte:

### 7.2.1. Classe 1 (bianca) – Fattibilità senza particolari limitazioni

La classe 1, che comprende quelle aree che non presentano particolari limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica di destinazione d'uso per le quali devono essere direttamente applicate le normative vigenti in materia di costruzioni, non è presente in Comune di Moglia.

### 7.2.2. Classe 2 (gialla) – Fattibilità con modeste limitazioni

La classe 2 comprende le zone nelle quali sono state riscontrate modeste limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso che possono essere superate attraverso approfondimenti di indagine e accorgimenti tecnico costruttivi e senza l'esecuzione di opere di difesa.

Le aree a classe di fattibilità 2 sono caratterizzate (non necessariamente in contemporanea) da:

- I<sub>pb</sub> – Pericolosità idraulica bassa da reticolo principale (RP-P1) e aree interessate da possibili esondazioni rare non perimetrabili
- G<sub>a</sub> – Area con depositi superficiali prevalentemente argillosi
- S – Area a bassa soggiacenza della falda

L'intero territorio comunale è interessato da rischio di esondazioni rare a pericolosità diffusa, che non è possibile perimetrare omogeneamente. Per questo motivo si è ritenuto opportuno indicare, per tutto il comune la pericolosità: "aree interessate da possibili esondazioni rare non perimetrabili", in accordo con quanto previsto dal PTCP.

Per le zone con bassa soggiacenza della falda si è considerato che il solo accorgimento tecnico di non realizzare locali interrati, in corrispondenza di tali aree, servirà a garantire sia la tutela delle acque sotterranee che la sicurezza delle nuove previsioni edificatorie nei confronti delle stesse.



Nell'elaborato CG.2.6 "Norme geologiche di attuazione" sono indicati gli eventuali approfondimenti da effettuare e le specifiche costruttive degli interventi edificatori per gli ambiti assegnati a questa classe.

#### 7.2.3. Classe 3 (arancione) – Fattibilità con consistenti limitazioni

La classe 3 comprende le zone nelle quali sono state riscontrate consistenti limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso per le condizioni di pericolosità/vulnerabilità individuate, per il superamento delle quali potrebbero rendersi necessari interventi specifici o opere di difesa.

È attribuita a questa classe la seguente tipologia di area:

- $I_{sm}$  – Area a moderato rischio idraulico per esondazione del reticolo secondario di pianura (RSP-P2)

Quanto alle opere di mitigazione del rischio eventualmente da realizzare, alle specifiche costruttive degli interventi edificatori, in funzione della tipologia del fenomeno che ha generato la pericolosità/vulnerabilità del comparto, e ai supplementi di indagine da effettuare per le previsioni urbanistiche ricadenti in classe 3, si rimanda, sempre, all'elaborato CG.2.6 "Norme geologiche di attuazione".

#### 7.2.4. Classe 4 (rosso) – Fattibilità con gravi limitazioni

L'alta pericolosità/vulnerabilità comporta gravi limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso. In tale classe deve essere esclusa qualsiasi nuova edificazione, se non opere tese al consolidamento o alla sistemazione idrogeologica per la messa in sicurezza dei siti.

In Comune di Moglia è riferita a questa classe la seguente tipologia di area:

- $I_{pa-la}$  – Area di deflusso della piena all'esterno dei centri abitati (Fascia A) o classificata RP-P3

### 7.3. Ambiti di trasformazione

Relativamente alle classi di fattibilità, in Tabella 7-1, è riportato l'elenco degli ambiti di trasformazione e ne vengono sintetizzate le problematiche geologiche.

In tale tabella, infatti, oltre alla classe di fattibilità, attribuita come illustrato nel capitolo precedente, vengono riassunti gli elementi di pericolosità che hanno determinato l'attribuzione a tale classe. In tabella sono inoltre riportati la pericolosità sismica e la eventuale necessità di caratterizzazioni ambientali preliminari, obbligatorie per la modifica della trasformazione d'uso.

Per le aree la cui destinazione attuale è di tipo industriale o ad allevamento intensivo, nel caso di trasformazione ad area residenziale o verde pubblico, è prescritta una verifica analitica dei terreni e della falda a garanzia del rispetto dei limiti imposti dal D.lgs. 152/2006 (All. 5 al Titolo V – parte quarta). Di tale verifica dovrà esser redatta adeguata relazione ambientale a corredo del Piano Attuativo.

Ambito	Classe di fattibilità	Problematiche idrauliche			Problematiche idrogeologiche	Problematiche geotecniche	Pericolosità sismica			Verifiche ambientali
		$I_{pb}$	$I_{sm}$	$I_{pa-la}$			$Z2a$	$Z2b$	$Z4a$	
ATE 01	2	X			X	X	X	X	X	

Ambito	Classe di fattibilità	Problematiche idrauliche			Problematiche idrogeologiche	Problematiche geotecniche	Pericolosità sismica			Verifiche ambientali
		<i>l<sub>pb</sub></i>	<i>l<sub>sm</sub></i>	<i>l<sub>pa-la</sub></i>			<i>Z2a</i>	<i>Z2b</i>	<i>Z4a</i>	
ATE 02	3	X	X		X	X	X	X	X	
ATE 03	3	X	X		X	X	X	X	X	
ATE 04	2	X			X	X	X	X	X	
ATR 01	2	X			X		X	X	X	
ATR 02	3	X	X		X	X	X	X	X	
ATR 03	2	X			X		X	X	X	
ACE01	2	X			X	X	X	X	X	
ACE02	2-3	X	X		X	X	X	X	X	
ACR01	3	X	X		X	X	X	X	X	
ACR02	3	X	X		X	X	X	X	X	
ACR03	2-3	X	X		X	X	X	X	X	
ACR04	2	X			X	X	X	X	X	
ACR05	2	X			X		X	X	X	
ARU01	3	X	X		X	X	X	X	X	X
ARU02	3	X	X		X	X	X	X	X	X
ARU03	2	X			X	X	X	X	X	X
ARU04	2	X			X	X	X	X	X	X

**TABELLA 7-1 – ELENCO DEGLI AMBITI DI TRASFORMAZIONE, CON CLASSI DI FATTIBILITÀ E RELATIVE PROBLEMATICHE**

Si osserva che tutti i nuovi ambiti sopraelencati hanno caratteristiche simili tra loro: sono interessati da basso rischio idraulico per esondazione del reticolo principale (RP-P1) e presentano bassa soggiacenza della falda. La superficie topografica risulta sub-pianeggiante.

Dal punto di vista della pericolosità sismica, tutti i nuovi ambiti, come, del resto, l'intero territorio del Comune di Moglia, risulta suscettibile di amplificazione stratigrafica (Z4a) e non può essere escluso che siano presenti caratteri predisponenti ai cedimenti (Z2a) e alla liquefazione (Z2b). In ogni caso, lo scenario Z2b deve essere analizzato in fase di redazione del Piano Attuativo ai sensi della D.G.R. n. 8/1566 del 2005 e s.m.i., con analisi di terzo livello.

Di seguito si riportano nel dettaglio le prescrizioni di carattere geologico relative ai singoli ambiti.

### 7.3.1. ATE01

L'area risulta classificata nella Classe di fattibilità geologica 2 con modeste limitazioni all'edificabilità, per problematiche legate alla bassa soggiacenza della falda. Per tale motivo è vietata la realizzazione di scantinati ed opere che prevedano la posa di impianti al di sotto della quota del piano campagna attuale.

In tema di invarianza idrologica e idraulica, a causa della bassa soggiacenza della falda, l'eventuale utilizzo di sistemi di infiltrazione dovrà essere giustificato mediante uno studio di carattere idrogeologico dell'area che definisca la minima soggiacenza della falda riferendosi ad un arco temporale sufficientemente lungo.

Una porzione dell'area, inoltre, è caratterizzata dalla presenza di depositi superficiali prevalentemente argillosi.

Per quanto riguarda le problematiche sismiche lo scenario Z2b (rischio di liquefazione) deve essere analizzato in fase di redazione del Piano Attuativo ai sensi della D.G.R n. 8/1566 del 2005 e s.m.i., con analisi di terzo livello

#### 7.3.2. ATE02

L'area risulta classificata nella Classe di fattibilità geologica 3 con consistenti limitazioni all'edificabilità, per problematiche idrauliche per esondazione del reticolo idrografico minore (reticolo secondario di pianura RSP).

Per tali aree è obbligatoria la redazione di uno studio di compatibilità idraulica che valuti le possibili interferenze dei nuovi interventi edificatori con il deflusso delle acque. Lo studio dovrà essere corredato da specifica dichiarazione di conformità e manleva nei confronti del Comune.

Nell'ambito dello studio idraulico, inoltre, dovrà essere studiata anche l'invarianza idrologica e idraulica, valutando l'opportunità di utilizzare il reticolo idraulico di progetto anche in funzione dell'invarianza. L'eventuale utilizzo di sistemi di infiltrazione dovrà essere valutato in relazione alla reale soggiacenza della falda, giustificata nella relazione geologica.

Per quanto riguarda la problematica legata alla bassa soggiacenza della falda, è vietata la realizzazione di scantinati ed opere che prevedano la posa di impianti al di sotto della quota del piano campagna attuale.

L'area, inoltre, è caratterizzata dalla presenza di depositi superficiali prevalentemente argillosi.

Per quanto riguarda le problematiche sismiche lo scenario Z2b (rischio di liquefazione) deve essere analizzato in fase di redazione del Piano Attuativo ai sensi della D.G.R n. 8/1566 del 2005 e s.m.i., con analisi di terzo livello

Per quanto riguarda le problematiche sismiche lo scenario Z2b (rischio di liquefazione) deve essere analizzato in fase di redazione del Piano Attuativo ai sensi della D.G.R n. 8/1566 del 2005 e s.m.i., con analisi di terzo livello

#### 7.3.3. ATE03

L'area risulta classificata nella Classe di fattibilità geologica 3 con consistenti limitazioni all'edificabilità, per problematiche idrauliche per esondazione del reticolo idrografico minore (reticolo secondario di pianura RSP).

Per tali aree è obbligatoria la redazione di uno studio di compatibilità idraulica che valuti le possibili interferenze dei nuovi interventi edificatori con il deflusso delle acque. Lo studio dovrà essere corredato da specifica dichiarazione di conformità e manleva nei confronti del Comune.

Nell'ambito dello studio idraulico, inoltre, dovrà essere studiata anche l'invarianza idrologica e idraulica, valutando l'opportunità di utilizzare il reticolo idraulico di progetto anche in funzione dell'invarianza. L'eventuale utilizzo di sistemi di infiltrazione dovrà essere valutato in relazione alla reale soggiacenza della falda, giustificata nella relazione geologica.

Per quanto riguarda la problematica legata alla bassa soggiacenza della falda, è vietata la realizzazione di scantinati ed opere che prevedano la posa di impianti al di sotto della quota del piano campagna attuale.

L'area, inoltre, è caratterizzata dalla presenza di depositi superficiali prevalentemente argillosi.

Per quanto riguarda le problematiche sismiche lo scenario Z2b (rischio di liquefazione) deve essere analizzato in fase di redazione del Piano Attuativo ai sensi della D.G.R n. 8/1566 del 2005 e s.m.i., con analisi di terzo livello

#### 7.3.4. ATE04

L'area risulta classificata nella Classe di fattibilità geologica 2 con modeste limitazioni all'edificabilità, per problematiche legate alla bassa soggiacenza della falda. Per tale motivo è vietata la realizzazione di scantinati ed opere che prevedano la posa di impianti al di sotto della quota del piano campagna attuale.

In tema di invarianza idrologica e idraulica, a causa della bassa soggiacenza della falda, l'eventuale utilizzo di sistemi di infiltrazione dovrà essere giustificata mediante uno studio di carattere idrogeologico dell'area che definisca la minima soggiacenza della falda riferendosi ad un arco temporale sufficientemente lungo.

Una porzione dell'area, inoltre, è caratterizzata dalla presenza di depositi superficiali prevalentemente argillosi.

Per quanto riguarda le problematiche sismiche lo scenario Z2b (rischio di liquefazione) deve essere analizzato in fase di redazione del Piano Attuativo ai sensi della D.G.R n. 8/1566 del 2005 e s.m.i., con analisi di terzo livello

#### 7.3.5. ATR01

L'area risulta classificata nella Classe di fattibilità geologica 2 con modeste limitazioni all'edificabilità, per problematiche legate alla bassa soggiacenza della falda. Per tale motivo è vietata la realizzazione di scantinati ed opere che prevedano la posa di impianti al di sotto della quota del piano campagna attuale.

In tema di invarianza idrologica e idraulica, a causa della bassa soggiacenza della falda, l'eventuale utilizzo di sistemi di infiltrazione dovrà essere giustificata mediante uno studio di carattere idrogeologico dell'area che definisca la minima soggiacenza della falda riferendosi ad un arco temporale sufficientemente lungo.

Per quanto riguarda le problematiche sismiche lo scenario Z2b (rischio di liquefazione) deve essere analizzato in fase di redazione del Piano Attuativo ai sensi della D.G.R n. 8/1566 del 2005 e s.m.i., con analisi di terzo livello

#### 7.3.6. ATR02

L'area risulta classificata nella Classe di fattibilità geologica 3 con consistenti limitazioni all'edificabilità, per problematiche idrauliche per esondazione del reticolo idrografico minore (reticolo secondario di pianura RSP).

Per tali aree è obbligatoria la redazione di uno studio di compatibilità idraulica che valuti le possibili interferenze dei nuovi interventi edificatori con il deflusso delle acque. Lo studio dovrà essere corredato da specifica dichiarazione di conformità e manleva nei confronti del Comune. Lo studio idraulico dovrà tener conto delle ipotesi progettuali prospettate nel Documento Semplificato del Rischio Idraulico del Comune di Moglia, con particolare riferimento alla Relazione illustrativa.

Nell'ambito dello studio idraulico, inoltre, dovrà essere studiata anche l'invarianza idrologica e idraulica, valutando l'opportunità di utilizzare il reticolo idraulico di progetto anche in funzione dell'invarianza. L'eventuale utilizzo di sistemi di infiltrazione dovrà essere valutato in relazione alla reale soggiacenza della falda, giustificata nella relazione geologica.

Per quanto riguarda la problematica legata alla bassa soggiacenza della falda, è vietata la realizzazione di scantinati ed opere che prevedano la posa di impianti al di sotto della quota del piano campagna attuale.

L'area, inoltre, è caratterizzata dalla presenza di depositi superficiali prevalentemente argillosi.

Per quanto riguarda le problematiche sismiche lo scenario Z2b (rischio di liquefazione) deve essere analizzato in fase di redazione del Piano Attuativo ai sensi della D.G.R n. 8/1566 del 2005 e s.m.i., con analisi di terzo livello

#### 7.3.7. ATR03

L'area risulta classificata nella Classe di fattibilità geologica 2 con modeste limitazioni all'edificabilità, per problematiche legate alla bassa soggiacenza della falda. Per tale motivo è vietata la realizzazione di scantinati ed opere che prevedano la posa di impianti al di sotto della quota del piano campagna attuale.

In tema di invarianza idrologica e idraulica, a causa della bassa soggiacenza della falda, l'eventuale utilizzo di sistemi di infiltrazione dovrà essere giustificata mediante uno studio di carattere idrogeologico dell'area che definisca la minima soggiacenza della falda riferendosi ad un arco temporale sufficientemente lungo.

Per quanto riguarda le problematiche sismiche lo scenario Z2b (rischio di liquefazione) deve essere analizzato in fase di redazione del Piano Attuativo ai sensi della D.G.R n. 8/1566 del 2005 e s.m.i., con analisi di terzo livello

#### 7.3.8. ACE01

L'area risulta classificata nella Classe di fattibilità geologica 2 con modeste limitazioni all'edificabilità, per problematiche legate alla bassa soggiacenza della falda. Per tale motivo è vietata la realizzazione di scantinati ed opere che prevedano la posa di impianti al di sotto della quota del piano campagna attuale.

In tema di invarianza idrologica e idraulica, a causa della bassa soggiacenza della falda, l'eventuale utilizzo di sistemi di infiltrazione dovrà essere giustificata mediante uno studio di carattere idrogeologico dell'area che definisca la minima soggiacenza della falda riferendosi ad un arco temporale sufficientemente lungo.

L'area, inoltre, è caratterizzata dalla presenza di depositi superficiali prevalentemente argillosi.

Per quanto riguarda le problematiche sismiche lo scenario Z2b (rischio di liquefazione) deve essere analizzato in fase di redazione del Piano Attuativo ai sensi della D.G.R n. 8/1566 del 2005 e s.m.i., con analisi di terzo livello

#### 7.3.9. ACE02

L'area risulta classificata nella Classe di fattibilità geologica 3 con consistenti limitazioni all'edificabilità, per problematiche idrauliche per esondazione del reticolo idrografico minore (reticolo secondario di pianura RSP).

Per tali aree è obbligatoria la redazione di uno studio di compatibilità idraulica che valuti le possibili interferenze dei nuovi interventi edificatori con il deflusso delle acque. Lo studio dovrà essere corredato da specifica dichiarazione di conformità e manleva nei confronti del Comune.

Nell'ambito dello studio idraulico, inoltre, dovrà essere studiata anche l'invarianza idrologica e idraulica, valutando l'opportunità di utilizzare il reticolo idraulico di progetto anche in funzione dell'invarianza. L'eventuale utilizzo di sistemi di infiltrazione dovrà essere valutato in relazione alla reale soggiacenza della falda, giustificata nella relazione geologica.

Per quanto riguarda la problematica legata alla bassa soggiacenza della falda, è vietata la realizzazione di scantinati ed opere che prevedano la posa di impianti al di sotto della quota del piano campagna attuale.

L'area, inoltre, è caratterizzata dalla presenza di depositi superficiali prevalentemente argillosi.

Per quanto riguarda le problematiche sismiche lo scenario Z2b (rischio di liquefazione) deve essere analizzato in fase di redazione del Piano Attuativo ai sensi della D.G.R n. 8/1566 del 2005 e s.m.i., con analisi di terzo livello

## 7.3.10. ACR01

L'area risulta classificata nella Classe di fattibilità geologica 3 con consistenti limitazioni all'edificabilità, per problematiche idrauliche per esondazione del reticolo idrografico minore (reticolo secondario di pianura RSP).

Per tali aree è obbligatoria la redazione di uno studio di compatibilità idraulica che valuti le possibili interferenze dei nuovi interventi edificatori con il deflusso delle acque. Lo studio dovrà essere corredato da specifica dichiarazione di conformità e manleva nei confronti del Comune. Lo studio idraulico dovrà tener conto delle ipotesi progettuali prospettate nel Documento Semplificato del Rischio Idraulico del Comune di Moglia, con particolare riferimento alla Relazione illustrativa.

Nell'ambito dello studio idraulico, inoltre, dovrà essere studiata anche l'invarianza idrologica e idraulica, valutando l'opportunità di utilizzare il reticolo idraulico di progetto anche in funzione dell'invarianza. L'eventuale utilizzo di sistemi di infiltrazione dovrà essere valutato in relazione alla reale soggiacenza della falda, giustificata nella relazione geologica.

Per quanto riguarda la problematica legata alla bassa soggiacenza della falda, è vietata la realizzazione di scantinati ed opere che prevedano la posa di impianti al di sotto della quota del piano campagna attuale.

L'area, inoltre, è caratterizzata dalla presenza di depositi superficiali prevalentemente argillosi.

Per quanto riguarda le problematiche sismiche lo scenario Z2b (rischio di liquefazione) deve essere analizzato in fase di redazione del Piano Attuativo ai sensi della D.G.R n. 8/1566 del 2005 e s.m.i., con analisi di terzo livello

## 7.3.11. ACR02

L'area risulta classificata nella Classe di fattibilità geologica 3 con consistenti limitazioni all'edificabilità, per problematiche idrauliche per esondazione del reticolo idrografico minore (reticolo secondario di pianura RSP).

Per tali aree è obbligatoria la redazione di uno studio di compatibilità idraulica che valuti le possibili interferenze dei nuovi interventi edificatori con il deflusso delle acque. Lo studio dovrà essere corredato da specifica dichiarazione di conformità e manleva nei confronti del Comune. Lo studio idraulico dovrà tener conto delle ipotesi progettuali prospettate nel Documento Semplificato del Rischio Idraulico del Comune di Moglia, con particolare riferimento alla Relazione illustrativa.

Nell'ambito dello studio idraulico, inoltre, dovrà essere studiata anche l'invarianza idrologica e idraulica, valutando l'opportunità di utilizzare il reticolo idraulico di progetto anche in funzione dell'invarianza. L'eventuale utilizzo di sistemi di infiltrazione dovrà essere valutato in relazione alla reale soggiacenza della falda, giustificata nella relazione geologica.

Per quanto riguarda la problematica legata alla bassa soggiacenza della falda, è vietata la realizzazione di scantinati ed opere che prevedano la posa di impianti al di sotto della quota del piano campagna attuale.

L'area, inoltre, è caratterizzata dalla presenza di depositi superficiali prevalentemente argillosi.

Per quanto riguarda le problematiche sismiche lo scenario Z2b (rischio di liquefazione) deve essere analizzato in fase di redazione del Piano Attuativo ai sensi della D.G.R n. 8/1566 del 2005 e s.m.i., con analisi di terzo livello

## 7.3.12. ACR03

L'area risulta classificata nella Classe di fattibilità geologica 3 con consistenti limitazioni all'edificabilità, per problematiche idrauliche per esondazione del reticolo idrografico minore (reticolo secondario di pianura RSP).

Per tali aree è obbligatoria la redazione di uno studio di compatibilità idraulica che valuti le possibili interferenze dei nuovi interventi edificatori con il deflusso delle acque. Lo studio dovrà essere corredato da specifica dichiarazione di conformità e



manleva nei confronti del Comune. Lo studio idraulico dovrà tener conto delle ipotesi progettuali prospettate nel Documento Semplificato del Rischio Idraulico del Comune di Moglia, con particolare riferimento alla Relazione illustrativa.

Nell'ambito dello studio idraulico, inoltre, dovrà essere studiata anche l'invarianza idrologica e idraulica, valutando l'opportunità di utilizzare il reticolo idraulico di progetto anche in funzione dell'invarianza. L'eventuale utilizzo di sistemi di infiltrazione dovrà essere valutato in relazione alla reale soggiacenza della falda, giustificata nella relazione geologica.

Per quanto riguarda la problematica legata alla bassa soggiacenza della falda, è vietata la realizzazione di scantinati ed opere che prevedano la posa di impianti al di sotto della quota del piano campagna attuale.

Gran parte dell'area, inoltre, è caratterizzata dalla presenza di depositi superficiali prevalentemente argillosi.

Per quanto riguarda le problematiche sismiche lo scenario Z2b (rischio di liquefazione) deve essere analizzato in fase di redazione del Piano Attuativo ai sensi della D.G.R n. 8/1566 del 2005 e s.m.i., con analisi di terzo livello

#### 7.3.13. ACR04

L'area risulta classificata nella Classe di fattibilità geologica 2 con modeste limitazioni all'edificabilità, per problematiche legate alla bassa soggiacenza della falda. Per tale motivo è vietata la realizzazione di scantinati ed opere che prevedano la posa di impianti al di sotto della quota del piano campagna attuale.

In tema di invarianza idrologica e idraulica, a causa della bassa soggiacenza della falda, l'eventuale utilizzo di sistemi di infiltrazione dovrà essere giustificata mediante uno studio di carattere idrogeologico dell'area che definisca la minima soggiacenza della falda riferendosi ad un arco temporale sufficientemente lungo.

L'area, inoltre, è caratterizzata dalla presenza di depositi superficiali prevalentemente argillosi.

Per quanto riguarda le problematiche sismiche lo scenario Z2b (rischio di liquefazione) deve essere analizzato in fase di redazione del Piano Attuativo ai sensi della D.G.R n. 8/1566 del 2005 e s.m.i., con analisi di terzo livello

#### 7.3.14. ACR05

L'area risulta classificata nella Classe di fattibilità geologica 2 con modeste limitazioni all'edificabilità, per problematiche legate alla bassa soggiacenza della falda. Per tale motivo è vietata la realizzazione di scantinati ed opere che prevedano la posa di impianti al di sotto della quota del piano campagna attuale.

In tema di invarianza idrologica e idraulica, a causa della bassa soggiacenza della falda, l'eventuale utilizzo di sistemi di infiltrazione dovrà essere giustificata mediante uno studio di carattere idrogeologico dell'area che definisca la minima soggiacenza della falda riferendosi ad un arco temporale sufficientemente lungo.

Una porzione dell'area, inoltre, è caratterizzata dalla presenza di depositi superficiali prevalentemente argillosi.

Per quanto riguarda le problematiche sismiche lo scenario Z2b (rischio di liquefazione) deve essere analizzato in fase di redazione del Piano Attuativo ai sensi della D.G.R n. 8/1566 del 2005 e s.m.i., con analisi di terzo livello

#### 7.3.15. ARU01

L'area risulta classificata nella Classe di fattibilità geologica 3 con consistenti limitazioni all'edificabilità, per problematiche idrauliche per esondazione del reticolo idrografico minore (reticolo secondario di pianura RSP).

Per tali aree è obbligatoria la redazione di uno studio di compatibilità idraulica che valuti le possibili interferenze dei nuovi interventi edificatori con il deflusso delle acque. Lo studio dovrà essere corredato da specifica dichiarazione di conformità e manleva nei confronti del Comune.

In tema di invarianza idrologica e idraulica, a causa della bassa soggiacenza della falda, l'eventuale utilizzo di sistemi di infiltrazione dovrà essere giustificata mediante uno studio di carattere idrogeologico dell'area che definisca la minima soggiacenza della falda riferendosi ad un arco temporale sufficientemente lungo.

Per quanto riguarda la problematica legata alla bassa soggiacenza della falda, è vietata la realizzazione di scantinati ed opere che prevedano la posa di impianti al di sotto della quota del piano campagna attuale.

Trattandosi di una trasformazione ad area residenziale o verde pubblico, è prescritta una verifica analitica dei terreni e della falda a garanzia del rispetto dei limiti imposti dal D.Lgs. 152/2006 (All. 5 al Titolo V – parte quarta). Di tale verifica dovrà esser redatta adeguata relazione ambientale.

L'area, inoltre, è caratterizzata dalla presenza di depositi superficiali prevalentemente argillosi.

Per quanto riguarda le problematiche sismiche lo scenario Z2b (rischio di liquefazione) deve essere analizzato in fase di redazione del Piano Attuativo ai sensi della D.G.R n. 8/1566 del 2005 e s.m.i., con analisi di terzo livello

#### 7.3.16. ARU02

L'area risulta classificata nella Classe di fattibilità geologica 3 con consistenti limitazioni all'edificabilità, per problematiche idrauliche per esondazione del reticolo idrografico minore (reticolo secondario di pianura RSP).

Per tali aree è obbligatoria la redazione di uno studio di compatibilità idraulica che valuti le possibili interferenze dei nuovi interventi edificatori con il deflusso delle acque. Lo studio dovrà essere corredato da specifica dichiarazione di conformità e manleva nei confronti del Comune.

In tema di invarianza idrologica e idraulica, a causa della bassa soggiacenza della falda, l'eventuale utilizzo di sistemi di infiltrazione dovrà essere giustificata mediante uno studio di carattere idrogeologico dell'area che definisca la minima soggiacenza della falda riferendosi ad un arco temporale sufficientemente lungo.

Per quanto riguarda la problematica legata alla bassa soggiacenza della falda, è vietata la realizzazione di scantinati ed opere che prevedano la posa di impianti al di sotto della quota del piano campagna attuale.

Trattandosi di una trasformazione ad area residenziale o verde pubblico, è prescritta una verifica analitica dei terreni e della falda a garanzia del rispetto dei limiti imposti dal D.Lgs. 152/2006 (All. 5 al Titolo V – parte quarta). Di tale verifica dovrà esser redatta adeguata relazione ambientale.

L'area, inoltre, è caratterizzata dalla presenza di depositi superficiali prevalentemente argillosi.

Per quanto riguarda le problematiche sismiche lo scenario Z2b (rischio di liquefazione) deve essere analizzato in fase di redazione del Piano Attuativo ai sensi della D.G.R n. 8/1566 del 2005 e s.m.i., con analisi di terzo livello

#### 7.3.17. ARU03

L'area risulta classificata nella Classe di fattibilità geologica 2 con modeste limitazioni all'edificabilità, per problematiche legate alla bassa soggiacenza della falda. Per tale motivo è vietata la realizzazione di scantinati ed opere che prevedano la posa di impianti al di sotto della quota del piano campagna attuale.

In tema di invarianza idrologica e idraulica, a causa della bassa soggiacenza della falda, l'eventuale utilizzo di sistemi di infiltrazione dovrà essere giustificata mediante uno studio di carattere idrogeologico dell'area che definisca la minima soggiacenza della falda riferendosi ad un arco temporale sufficientemente lungo.

Trattandosi di una trasformazione ad area residenziale o verde pubblico, è prescritta una verifica analitica dei terreni e della falda a garanzia del rispetto dei limiti imposti dal D.Lgs. 152/2006 (All. 5 al Titolo V – parte quarta). Di tale verifica dovrà esser redatta adeguata relazione ambientale.

L'area, inoltre, è caratterizzata dalla presenza di depositi superficiali prevalentemente argillosi.

Per quanto riguarda le problematiche sismiche lo scenario Z2b (rischio di liquefazione) deve essere analizzato in fase di redazione del Piano Attuativo ai sensi della D.G.R n. 8/1566 del 2005 e s.m.i., con analisi di terzo livello

#### 7.3.18. ARU04

L'area risulta classificata nella Classe di fattibilità geologica 2 con modeste limitazioni all'edificabilità, per problematiche legate alla bassa soggiacenza della falda. Per tale motivo è vietata la realizzazione di scantinati ed opere che prevedano la posa di impianti al di sotto della quota del piano campagna attuale.

In tema di invarianza idrologica e idraulica, a causa della bassa soggiacenza della falda, l'eventuale utilizzo di sistemi di infiltrazione dovrà essere giustificata mediante uno studio di carattere idrogeologico dell'area che definisca la minima soggiacenza della falda riferendosi ad un arco temporale sufficientemente lungo.

Trattandosi di una trasformazione ad area residenziale o verde pubblico, è prescritta una verifica analitica dei terreni e della falda a garanzia del rispetto dei limiti imposti dal D.Lgs. 152/2006 (All. 5 al Titolo V – parte quarta). Di tale verifica dovrà esser redatta adeguata relazione ambientale.

Una porzione dell'area, inoltre, è caratterizzata dalla presenza di depositi superficiali prevalentemente argillosi.

Per quanto riguarda le problematiche sismiche lo scenario Z2b (rischio di liquefazione) deve essere analizzato in fase di redazione del Piano Attuativo ai sensi della D.G.R n. 8/1566 del 2005 e s.m.i., con analisi di terzo livello.