



# COMUNE DI CAMBIAGO

Città metropolitana di Milano



**DETERMINAZIONE GIUNTA REGIONALE 22 DICEMBRE 2005 – N. 8/1566:**

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

**DETERMINAZIONE GIUNTA REGIONALE 30 NOVEMBRE 2011 – N. IX/2616:**

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, comma 1, della l.r. 11 marzo 2005, n. 12”, approvati con d.g.r.22 dicembre 2005, n.8/1566 e successivamente modificati con d.g.r.28 maggio 2008, n.8/7374

**DETERMINAZIONE GIUNTA REGIONALE 19 GIUGNO 2017 – N. X/6738:**

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 F. Po.

## COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO

### Relazione Tecnica

Revisione 01, gennaio 2021

a seguito del recepimento delle osservazioni della Città metropolitana di Milano  
Decreto Dirigenziale R.G. n. 9337/2020 del 22/12/2020 – All. A



## Sommarario

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>4</b>
1.1	Precedenti piani.....	4
1.2	Aggiornamento attuale .....	4
<b>2</b>	<b>STRUTTURA DELLO STUDIO .....</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>ANALISI COMPATIBILITA' PTCP – CITTA' METROPOLITANA DI MILANO .....</b>	<b>8</b>
3.1	Tavola 2-PTCP “Ambiti, sistemi ed elementi di rilevanza paesaggistica” .....	9
3.2	Tavola 3-PTCP “Ambiti, sistemi ed elementi di degrado o compromissione paesaggistica” .....	9
3.3	Tavola 7-PTCP “Difesa del suolo” .....	10
3.4	Altri contenuti richiesti del PGT .....	17
3.4.1	Analisi della pericolosità Sismica.....	17
3.4.2	Art. 14 comma 5.bis .....	17
<b>4</b>	<b>ASSETTO GEOLOGICO .....</b>	<b>19</b>
4.1	Aspetti geologici .....	19
4.1.1	A - Unità dei Terrazzi antichi .....	19
4.1.2	B - Unità dei terrazzi intermedi .....	20
4.1.3	C - Unità di Alta Pianura .....	21
4.1.4	D - Unità dei Terrazzi Fluviali Recenti .....	21
4.2	Aree cavate e/o di accumulo di materiali .....	22
4.3	Aspetti pedologici .....	26
4.4	Aspetti geotecnici .....	30
4.4.1	Problematica “Occhi Pollini” .....	32
<b>5</b>	<b>ASSETTO IDROGEOLOGICO.....</b>	<b>35</b>
5.1	La struttura idrogeologica a grande scala .....	35
5.2	Idrogeologia locale e sezioni interpretative .....	36
5.3	Piezometria.....	38
5.4	Soggiacenza .....	39
5.4.1	Idrochimica.....	39



<b>5.5</b>	<b>Pozzi pubblici sul territorio comunale .....</b>	<b>40</b>
<b>5.6</b>	<b>Vulnerabilità .....</b>	<b>40</b>
5.6.1	Descrizione del metodo GOD .....	41
5.6.2	Applicazione del metodo GOD al territorio comunale .....	42
<b>6</b>	<b>ASSETTO IDROGRAFICO E IDRAULICO .....</b>	<b>44</b>
<b>6.1</b>	<b>Idrografia .....</b>	<b>44</b>
6.1.1	Reticolo Idrografico Minore .....	45
<b>6.2</b>	<b>Elementi idraulici .....</b>	<b>47</b>
<b>6.3</b>	<b>Attuazione PGRA.....</b>	<b>50</b>
<b>7</b>	<b>CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE .....</b>	<b>54</b>
<b>7.1</b>	<b>La normativa sismica.....</b>	<b>54</b>
7.1.1	Evoluzione normativa, pre 2003 .....	54
7.1.2	La nuova normativa sismica a livello nazionale.....	55
7.1.3	Normativa sismica a livello regionale.....	60
<b>7.2</b>	<b>Attività sismica ed elementi neotettonici e strutturali, con cenni sulla sismicità del territorio.....</b>	<b>62</b>
<b>7.3</b>	<b>La Pericolosità Sismica Locale .....</b>	<b>71</b>
7.3.1	Premessa .....	71
7.3.2	Analisi e valutazione degli effetti di sito finalizzati alla definizione dell'aspetto sismico nei Piani di Governo del Territorio (d.g.r. 30 novembre 2011, n.9/2616).....	71
7.3.3	Valutazione della Pericolosità Sismica Locale del Comune di Cambiagio - (1° Livello) .....	78
7.3.4	Caratterizzazione semi-quantitativa degli effetti di amplificazione attesi (Fa) – (2° Livello) .....	79
<b>7.4</b>	<b>Valutazione dell'azione sismica di progetto (NTC 2018) .....</b>	<b>92</b>
7.4.1	Descrizione del moto sismico.....	92
7.4.2	Azione sismica di progetto e spettro di risposta del sito .....	92
<b>8</b>	<b>CARTA DEI VINCOLI.....</b>	<b>98</b>
<b>9</b>	<b>CARTA DI SINTESI DELLE PROBLEMATICHE GEOAMBIENTALI.....</b>	<b>101</b>



## 1 PREMESSA

### 1.1 Precedenti piani

Il Comune di Cambiago aveva già sviluppato uno studio geologico per la pianificazione comunale. Con l'entrata in vigore della L.R. 12/2005, si prese atto delle linee guida per la definizione del rischio sismico compatibilmente con la nuova normativa tecnica in materia sismica (Ordinanza 3274/2003) e quella per le costruzioni (D.M. 14 settembre 2005) e successivo D.M. 14 febbraio 2008. Il documento redatto secondo la D.G.R. n.8/1566 del 22/12/2005 è stato approvato nel marzo 2009.

Nel 2014, a seguito della d.g.r. 11/07/2014 - n.10/2129 e dell'approvazione del PTCP della Provincia di Milano (17/12/2013 con delibera n.93), furono aggiornate la componente sismica e alcune tavole (Vincoli, Sintesi e Fattibilità).

### 1.2 Aggiornamento attuale

Il presente studio, sviluppato sull'intero territorio comunale di Cambiago, è stato redatto a supporto della variante generale del Piano di Governo del Territorio in ottemperanza a quanto previsto dall'art. 57 della l.r. n. 12/2005 e secondo i criteri definiti da:

- **d.g.r. 22 dicembre 2005 – n. 8/1566** (*Criteria 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*);
- **d.g.r. 30 novembre 2011 – n.9/2616** (*Aggiornamento dei "Criteria 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", approvati con d.g.r. 22 dicembre 2005, n. 8/1566 e successivamente modificati con d.g.r. 28 maggio 2008, n. 8/7374*);
- **d.g.r. 19 giugno 2017 – n. X/6738** (*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 F. Po*).

In merito agli aspetti idraulici, il presente documento considera:

- **l.r. 11 marzo 2005 - n. 12** (*Legge per il governo del territorio*) in particolare all'art. 58 bis (*Invarianza idraulica, invarianza idrologica e drenaggio urbano sostenibile*);
- **Direttiva Alluvioni 2007/60/CE**;



- **D.lgs. 2010 – n. 49** (*Attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni*);
- **d.g.r. 10 dicembre 2015 - n. X/4549** (*Direttiva 2007/60/CE – Contributo di Regione Lombardia al piano di gestione del rischio di alluvioni relativo al distretto idrografico padano, in attuazione dell'art. 7 del d.lgs. 49/2010*);
- **l.r. 15 marzo 2016, n. 4** (*Revisione della normativa regionale in materia di difesa del suolo, di prevenzione e mitigazione del rischio idrogeologico e di gestione dei corsi d'acqua*);
- **Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 27 ottobre 2016** (*Approvazione del Piano di gestione del rischio di alluvioni del distretto idrografico Padano*);
- **l.r. 10 marzo 2017, n. 7** (*Recupero dei vani e locali seminterrati esistenti*);
- **d.g.r. 19 giugno 2017 – n. X/6738** (*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 F. Po*).
- **R.R. 23 novembre 2017 – n. 7** (*Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12 (Legge per il governo del territorio)*) approvato con **d.g.r. 20/11/2017 - n. 7372** e ss.mm.ii.

Per gli aspetti sismici prende atto infine di:

- **d.g.r. 11 luglio 2014 – n.10/2129** (*Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (l.r. 1/2000, art. 3, c. 108, lett. d)*), modifica la zona sismica da 4 a 3;
- **d.g.r. 10 ottobre 2014 – n.10/2489** (*Differimento del termine di entrata in vigore della nuova classificazione sismica del territorio approvata con d.g.r. 21 Luglio 2014, n. 2129 "Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia" (l.r. 1/2000, art.3, comma 108, lett. d)"*);
- **l.r. 12 ottobre 2015 – n. 33** (*Disposizioni in materia di opere o di costruzioni e relativa vigilanza in zone sismiche*);
- **d.g.r. 30 marzo 2016 - n. X/5001** (*Approvazione delle linee di indirizzo e coordinamento per l'esercizio delle funzioni trasferite ai comuni in materia sismica (artt. 3, comma 1, e 13, comma 1, della l.r. 33/2015)*);
- **Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018.** – (*Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»*).



L'attuale documento analizza inoltre la compatibilità con il PTCP vigente, approvato dalla Provincia di Milano il 17 dicembre 2013 con Delibera di Consiglio n.93 e modificato con le varianti n. 1 del novembre 2014 e n. 2 del luglio 2015.

## 2 STRUTTURA DELLO STUDIO

Lo studio geologico nel suo complesso è articolato in tre distinte e consequenziali fasi di lavoro. Tali fasi sono eseguite preliminarmente allo sviluppo del progetto urbanistico ed hanno avuto come finalità quella di offrire il processo progettuale di pianificazione urbanistica del territorio comunale gli elementi conoscitivi indispensabili all'individuazione delle potenzialità, vocazioni e vulnerabilità del territorio sotto il punto di vista geologico, con specifico riferimento alla prevenzione del rischio ed alla mitigazione del dissesto idrogeologico ed ambientale.

Gli specifici aspetti presi in esame riguardano la geologia, litologia, stratigrafia, geomorfologia, pedologia, idrografia, idrogeologia, idraulica, sismica, geotecnica e geologia ambientale.

Facendo riferimento alle fasi di studio contemplate nelle norme regionali, il presente studio è stato quindi articolato nelle seguenti tre successive fasi di lavoro: analisi preliminare, fase di sintesi/valutazione e fase di proposta.

1. **Fase di analisi preliminare**: è stata inizialmente basata sulla raccolta, analisi, interpretazione critica ed omogeneizzazione dei dati esistenti, integrata da analisi fotointerpretativa e controlli sul terreno. L'indagine bibliografica preliminare ha consentito la raccolta dei dati geologici, geognostici, geotecnici, idraulici ed idrogeologici puntuali.

Tale fase ha portato alla redazione delle seguenti cartografie:

- **Tav. 1 – Carta geologica-geomorfologica e pedologica**
- **Tav. 2 – Carta di inquadramento geologico-tecnica**
- **Tav. 3 – Carta idrogeologica**
- **Tav. 4 – Assetto idrografico-idraulico**
- **Tav. 5 – Carta PAI-PGRA**



2. **Fase di sintesi/valutazione**: in questa fase, attraverso una valutazione incrociata degli elementi analitici raccolti, il territorio è stato interpretato in funzione degli attuali e prevedibili livelli di integrità, rischio e vulnerabilità.

Tale fase ha portato alla redazione delle seguenti cartografie:

- **Tav. 6 – Carta della Pericolosità Sismica Locale**
- **Tav. 7 – Carta dei Vincoli**
- **Tav. 8 – Carta di Sintesi**

3. **Fase di proposta**: in questa fase, le unità idro-geo-morfologiche individuate nella fase precedente sono state distinte in classi omogenee di fattibilità geologica delle azioni di piano in conformità delle disposizioni regionali vigenti.

Tale fase ha portato alla redazione della seguente cartografia:

- **Tav. 9 – Carta di Fattibilità Geologica per le Azioni di Piano**

In tale tavola, l'intero territorio comunale viene suddiviso nelle classi (e sottoclassi od unità contraddistinte dalle stesse condizioni idro-geo-morfologiche, geotecniche ed idrauliche) di fattibilità geologica per le azioni di piano previste dalle direttive regionali, fornendo gli input per la formulazione delle nuove previsioni urbanistiche di PGT.



### 3 ANALISI COMPATIBILITA' PTCP – CITTA' METROPOLITANA DI MILANO

La Provincia di Milano ha approvato il nuovo Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP) il 17 dicembre 2013 con Delibera di Consiglio n.93. Il nuovo PTCP ha acquisito efficacia il 19 marzo 2014, con la pubblicazione dell'avviso di definitiva approvazione sul Bollettino Ufficiale della Regione Lombardia - Serie Avvisi e Concorsi, n.12, secondo quanto prescritto all'art.17, comma 10 della LR 12/2005.

Con Variante n.1 per la correzione di errori materiali, redatta ai sensi dell'articolo 6, comma 4, lettera a) delle Norme di Attuazione del PTCP e approvata con Deliberazione di Giunta Provinciale n.346 del 25 novembre 2014, sono state modificate la Tavola 0 - Strategie di Piano; le sezioni 2,3,4,5 e 6 della Tavola 2 - Ambiti, sistemi ed elementi di rilevanza paesaggistica; la Tavola 6 - Ambiti destinati all'attività agricola di interesse strategico e la Tavola 8 - Rete ciclabile provinciale.

Il PTCP è stato ulteriormente modificato con Variante n.2 per la correzione di errori materiali, redatta ai sensi dell'articolo 6, comma 4, lettera a) delle Norme di Attuazione del PTCP, approvata con Decreto del Sindaco Metropolitano n.218 del 14 luglio 2015. La Variante n.2 interessa la Tavola 5 - Ricognizione delle aree assoggettate a tutela e la Tavola 6 - Ambiti destinati all'attività agricola di interesse strategico.

Con Variante n.3, redatta ai sensi dell'articolo 6, comma 4, lettera b) delle Norme di Attuazione del PTCP e approvata con Decreto del Sindaco Metropolitano n.232 del 4 ottobre 2018, è stata modificata la Tavola 6 - Ambiti destinati all'attività agricola di interesse strategico in recepimento dei contenuti dell'Intesa tra Parco Lombardo della Valle del Ticino e Città metropolitana di Milano per la definizione e il coordinamento della perimetrazione e della disciplina degli ambiti destinati all'attività agricola di interesse strategico del PTCP inclusi nel Parco del Ticino.

Infine con Variante n.4 per la correzione di errori materiali, redatta ai sensi dell'articolo 6, comma 4, lettera a) delle Norme di Attuazione del PTCP e approvata con Decreto del Sindaco Metropolitano n.105 del 10 luglio 2019 \*, è stata modificata la Tavola 6 - Ambiti destinati all'attività agricola di interesse strategico.

I restanti elaborati del PTCP approvato con DCP n.93/2013 rimangono pertanto in vigore.

Relativamente ai contenuti individuati come minimi negli atti dei PGT rispetto a quanto dettato dal PTCP vigente, si è proceduto alla consultazione e allo sviluppo critico dei tematismi del PTCP ritenuti di interesse per il presente studio ed in particolare alle Tavv. 2 (Ambiti, sistemi ed elementi di rilevanza paesaggistica), 3 (Ambiti, sistemi ed elementi di degrado o compromissione paesaggistica) e 7 (Difesa del Suolo).



### 3.1 Tavola 2-PTCP “Ambiti, sistemi ed elementi di rilevanza paesaggistica”

In Fig. 1 si riporta uno stralcio con relativa legenda (Fig. 2) della Tavola 2-PTCP “Ambiti, sistemi ed elementi di rilevanza paesaggistica” riferite al territorio di Cambiago e di seguito si esaminano i singoli articoli delle N.d.A. riferibili alla tavola.

#### **Art. 21 – Sistemi ed elementi di particolare rilevanza geomorfologica**

Il territorio di Cambiago è interessato da diversi orli di terrazzo; è stato altresì segnalato un particolare elemento di pregio geomorfologico e geopedologico individuato nel paleoalveo della Roggia Roggetta.

Tali elementi sono stati inseriti nelle allegate **Tav. 1** (Carta Geologica-Geomorfologica-Pedologica) e **Tav. 7** (Carta dei Vincoli) e conseguentemente nella **Tav. 9** (Carta di Fattibilità Geologica).

### 3.2 Tavola 3-PTCP “Ambiti, sistemi ed elementi di degrado o compromissione paesaggistica”

In Fig. 3 si riporta uno stralcio della Tavola 3-PTCP “Ambiti, sistemi ed elementi di degrado o compromissione paesaggistica” con relativa legenda in Fig. 2, riferite al territorio di Cambiago e di seguito si esaminano i singoli articoli della N.d.A. riferibili alla tavola<sup>1</sup>.

#### **Art. 39 – Aree dismesse e aree di bonifica**

Gli elementi evidenziati in Tavola 3-PTCP sono stati verificati e nel caso inseriti nell’allegata **Tav. 7** (Carta dei Vincoli) e conseguentemente nella **Tav. 9** (Carta di Fattibilità Geologica). Nello specifico, per le “aree di bonifica” è stata condotta una verifica dei siti sulla banca dati dei siti bonificati/contaminati di Regione Lombardia, database ARPA Lombardia e banca dati di Città Metropolitana di Milano, oltre che con l’Uff. Tecnico comunale.

Dal confronto è emerso che al momento della redazione del presente elaborato, incrociando le diverse banche dati, risultano i seguenti siti:

SITO	SITUAZIONE	FONTE	COD.
Via Buonarroti, 8/10/12	Bonificato	CITTA METROPOLITANA MI	150440001
Area di proprietà della Soc. Puntocasa, Via Garibaldi	Bonificato	CITTA METROPOLITANA MI	154400002
STUCCHI SERVIZI ECOLOGICI (parte area ex Colmetal), Via Rio Vallone, 2	Bonificato	CITTA METROPOLITANA MI	154400004
		ARPA Lombardia - Siti BONIFICATI – 2019 - Agisco	8945
Ivo Galvanica S.r.l., area Ex Colmetal, via XXV Aprile 67	Bonificato	CITTA METROPOLITANA MI	154400003
		ARPA Lombardia - Siti BONIFICATI – 2019 - Agisco	6181
Ex-Cava Gerri	Indagine preliminare eseguita	Piano regionale di gestione dei rifiuti e delle bonifiche 2014-2020	33

<sup>1</sup> L’industria a rischio di incidente rilevante indicata in Tav. 3 PTCP risulta chiusa e dismessa.



Ne consegue che tutte le aree indicate dalla Tav. 3-PTCP risultano essere ad oggi bonificate ad eccezione della Ex Cava Gerri, attualmente inserita nel “Piano regionale di gestione dei rifiuti e delle bonifiche 2014-2020”.

Rispetto alla tematica delle “aree dismesse”, è stato inserito il censimento appositamente effettuato dall’Urbanista, per i quali in caso di variazione d’uso è richiesta una specifica caratterizzazione come da D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii..

### 3.3 Tavola 7-PTCP “Difesa del suolo”

In Fig. 4 si riporta uno stralcio con relativa legenda della Tavola 7-PTCP “Difesa del suolo” riferite al territorio di Cambiago e di seguito si esaminano i singoli articoli della N.d.A. riferibili alla tavola.

#### **Art. 24 – Corsi d’acqua**

Il territorio di Cambiago è interessato da corsi d’acqua di competenza comunale, consortile e regionale.

Il Comune di Cambiago ha redatto nel 2019 lo Studio del Reticolo Idrico Minore. Il sopracitato studio discrimina nel dettaglio le competenze per ogni singola asta definendo in funzione di queste le rispettive aree di rispetto nonché redigendo il Documento di Polizia Idraulica.

Lo studio aggiornato ha ricevuto parere favorevole da Regione Lombardia (Relazione istruttoria del 30/09/2019) con la prescrizione di recepire le nuove disposizioni sull’applicazione dei principi di invarianza idraulica e idrogeologica (elaborati già aggiornati e rinviati a Regione Lombardia).

Le fasce di rispetto del RIM, del RIP e dei canali consortili sono state inserite nell’allegata **Tav. 7** (Carta dei Vincoli), in **Tav. 4** (Assetto idrografico-idraulico) e conseguentemente nella **Tav. 9** (Carta di Fattibilità Geologica).

Di seguito si riportano gli indirizzi e gli obiettivi dell’art. 24:

1. *Il PTCP individua alla Tavola 7 i corsi d’acqua evidenziando i corpi idrici significativi individuati nel Piano di Gestione di Distretto Idrografico del fiume Po (PdGPO) e alla Tavola 2 i corsi d’acqua aventi rilevanza paesistica. Il PTCP riporta inoltre in un apposito Elenco, parte integrante della presente normativa di piano, i principali corsi d’acqua con caratteristiche prevalentemente naturali e quelli sottoposti a vincolo paesistico ai sensi dell’art. 142, comma 1, lettera c), del D.Lgs. 42/2004 integrati con i tratti del reticolo principale conformemente alla DGR 25 gennaio 2002, n. VII/7868, alla d.g.r. 1 agosto 2003, n. 7/13950 e alla d.g.r. 1 ottobre 2008 n.8/8127.*
2. *Oltre ai macro-obiettivi di cui all’art. 3 e agli obiettivi specifici per la tutela e la valorizzazione del paesaggio di cui all’art. 17, il PTCP definisce i seguenti ulteriori obiettivi:*
  - a. *tutelare e riqualificare i corsi d’acqua migliorandone i caratteri di naturalità e salvaguardandone le connotazioni vegetazionali e geomorfologiche;*
  - b. *favorire il naturale evolversi dei fenomeni di dinamica fluviale e degli ecosistemi;*



- c. *migliorare la capacità di laminazione delle piene e di autodepurazione delle acque;*
  - d. *concorrere, in coerenza con il PTUA, al recupero e alla salvaguardia delle caratteristiche ambientali delle fasce di pertinenza fluviale;*
  - e. *migliorare la qualità paesistico-ambientale e la fruibilità dei luoghi.*
3. *Per i corsi d'acqua valgono i seguenti indirizzi e prescrizioni, da coordinare con le indicazioni delle NdA del PAI vigente:*

*Indirizzi:*

- a) *progettare gli interventi urbanistici e infrastrutturali che interferiscono con il corso d'acqua armonizzandoli con i suoi tratti idrografici;*
- b) *negli interventi di difesa del suolo e di regimazione idraulica utilizzare soluzioni che coniughino la prevenzione del rischio idraulico con la riqualificazione paesistico-ambientale, garantendo l'attuazione del progetto di rete ecologica provinciale;*
- c) *realizzare le vasche di laminazione delle piene fluviali e i canali di by-pass per il rallentamento dei colmi di piena fluviale, con aspetto naturaliforme, creando un contesto golenale con funzioni ecologico-ambientali;*

*Prescrizioni:*

- a) *utilizzare tecniche di ingegneria naturalistica negli interventi di difesa del suolo e regimazione idraulica, fatta salva la loro inapplicabilità, anche con riferimento al Repertorio delle misure di mitigazione e compensazione paesistico-ambientali;*
- b) *sostituire, qualora ammalorate, le opere di difesa del suolo in calcestruzzo, muratura, scogliera o prismata realizzate sui corsi d'acqua naturali e prive di valore storico-paesistico operando secondo quanto indicato alla lettera precedente;*
- c) *rimuovere le tombinature esistenti sui corsi d'acqua ripristinando, ove possibile, le sezioni di deflusso a cielo aperto.*

**Art. 37 – Ambiti a rischio idrogeologico**

Il territorio di Cambiago non è interessato da aree soggette a questo articolo delle N.d.A..

**Art. 38 – Ciclo delle acque**

Il territorio di Cambiago si trova compreso nei macrosistemi idrogeologici, caratterizzati dalla presenza di aree che necessitano di particolare attenzione a livello di pianificazione, in particolare:

- Ambiti di ricarica prevalente della falda
- Ambiti di influenza del canale Villoresi
- Ambiti golenali

Nell'allegata "Carta dei Vincoli" (**Tav. 7**) sono stati definiti in scala 1:5.000 i limiti degli elementi espressi nella citata Tav. 7-PTCP.



Nella **Tav. 3** (Carta Idrogeologica) sono state inserite le posizioni dei pozzi pubblici e privati disponibili (fonte SIA-Città Metropolitana di Milano, estrazione dati: luglio 2018), nonché un'analisi storica delle oscillazioni piezometriche della falda per il 2017 (fonte C.A.P.).

Si riportano gli indirizzi e gli obiettivi dell'art. 38:

1. *Il PTCP individua alla Tavola 7 i macrosistemi idrogeologici componenti il ciclo delle acque, inteso come interazione dinamica tra acque superficiali, sotterranee e l'atmosfera.*
2. *Oltre ai macro-obiettivi di cui all'art.3 ed agli obiettivi di cui all'art.36, costituiscono ulteriori obiettivi per il ciclo delle acque:*
  - a. *prevedere soluzioni progettuali che regolino il deflusso dei drenaggi urbani verso i corsi d'acqua, anche individuando aree in grado di fermare temporaneamente le acque nei periodi di crisi e bacini multifunzionali fitodepuranti;*
  - b. *prevedere, ove possibile negli impianti di depurazione di progetto, l'adozione del trattamento terziario e di processi di fitodepurazione o di lagunaggio;*
  - c. *promuovere il risparmio idrico, la distinzione delle reti di distribuzione in acque di alto e basso livello qualitativo e interventi di riciclo e riutilizzo delle acque meteoriche nei nuovi insediamenti;*
  - d. *promuovere l'integrazione tra pianificazione territoriale e pianificazione dei servizi idrici, di fognatura e depurazione.*
3. *Per il ciclo delle acque, valgono i seguenti indirizzi:*
  - a. *favorire, negli Ambiti di ricarica prevalente della falda e negli Ambiti di influenza del canale Villoresi di cui alla Tavola 7, l'immissione delle acque meteoriche sul suolo e nei primi strati del sottosuolo, evitando condizioni di inquinamento o di veicolazione di sostanze inquinanti verso le falde. Nelle eventuali trasformazioni urbanistiche e infrastrutturali è necessario favorire l'infiltrazione e l'invaso temporaneo diffuso delle precipitazioni meteoriche al fine di non causare condizioni di sovraccarico nella rete di drenaggio, in coerenza anche con le disposizioni del PAI e del PTUA;*
  - b. *negli Ambiti di rigenerazione prevalente della risorsa idrica di cui alla Tavola 7, favorire l'immissione delle acque meteoriche nel reticolo idrico superficiale. Nelle eventuali trasformazioni urbanistiche e infrastrutturali è necessario valutare le alterazioni al regime delle acque sotterranee e verificare i relativi effetti anche nelle aree limitrofe, eventualmente introducendo adeguati correttivi al progetto di intervento;*
  - c. *negli Ambiti degli acquiferi a vulnerabilità molto elevata è necessario approfondire ed evidenziare anche nella relazione geologica del PGT la tematica della permeabilità dei suoli ed introdurre eventuali limitazioni o condizionamenti alle trasformazioni stesse.*

#### **Art. 41 – Ambiti di cava**

Il territorio di Cambiago non è interessato da aree attualmente classificate come Cave attive. L'ultima concessione (ATEg22) risulta scaduta in data 30/06/2019.



Comune di  
CAMBIAGIO (MI)

**Compatibilità PTCP Città metropolitana di Milano**  
*(dicembre 2013)*



**AMBITI, SISTEMI ED ELEMENTI DI RILEVANZA  
PAESAGGISTICA**

**TAV 2**

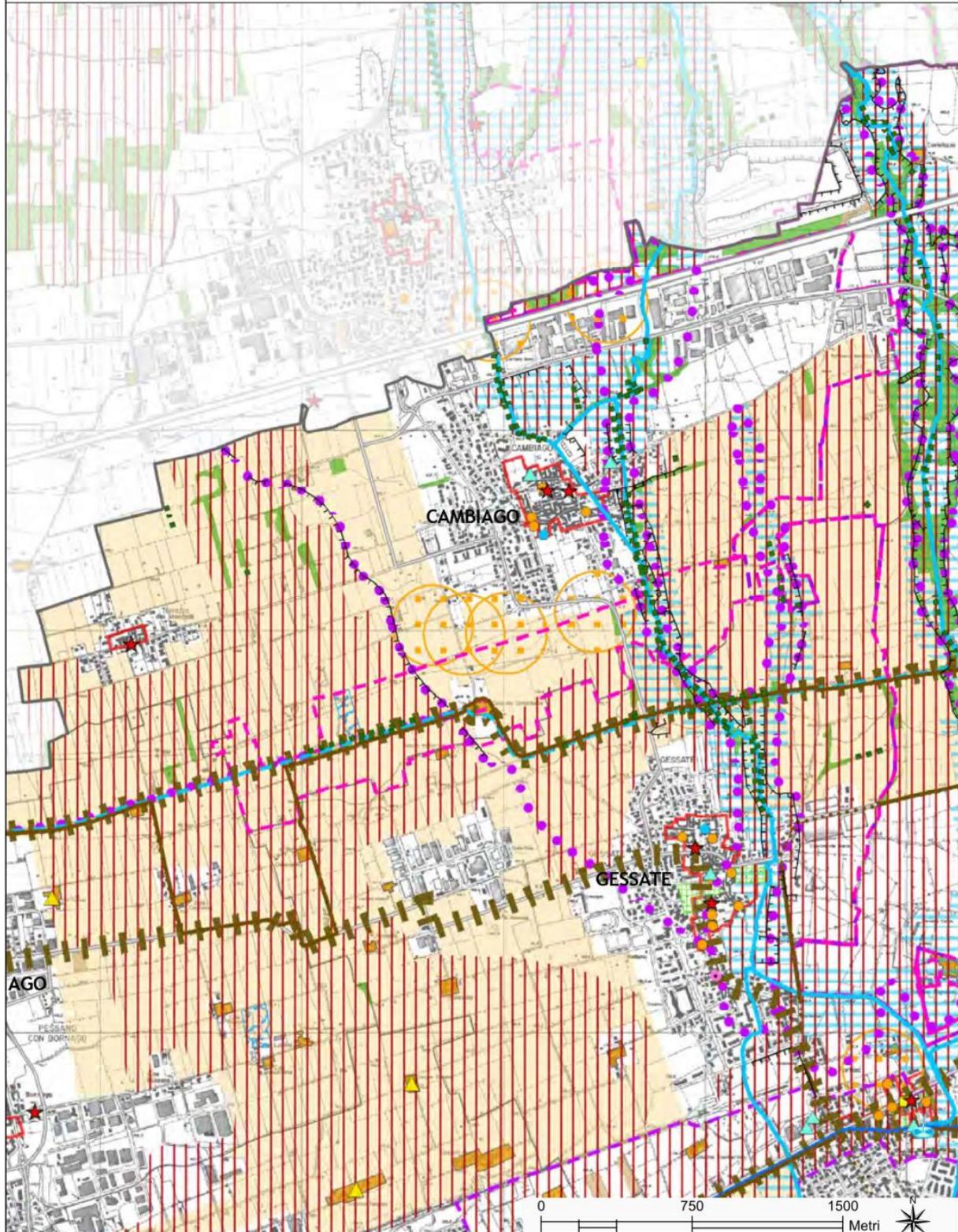


Fig. 1. Estratto fuori scala della Tavola 2 del PTCP di Città Metropolitana di Milano.



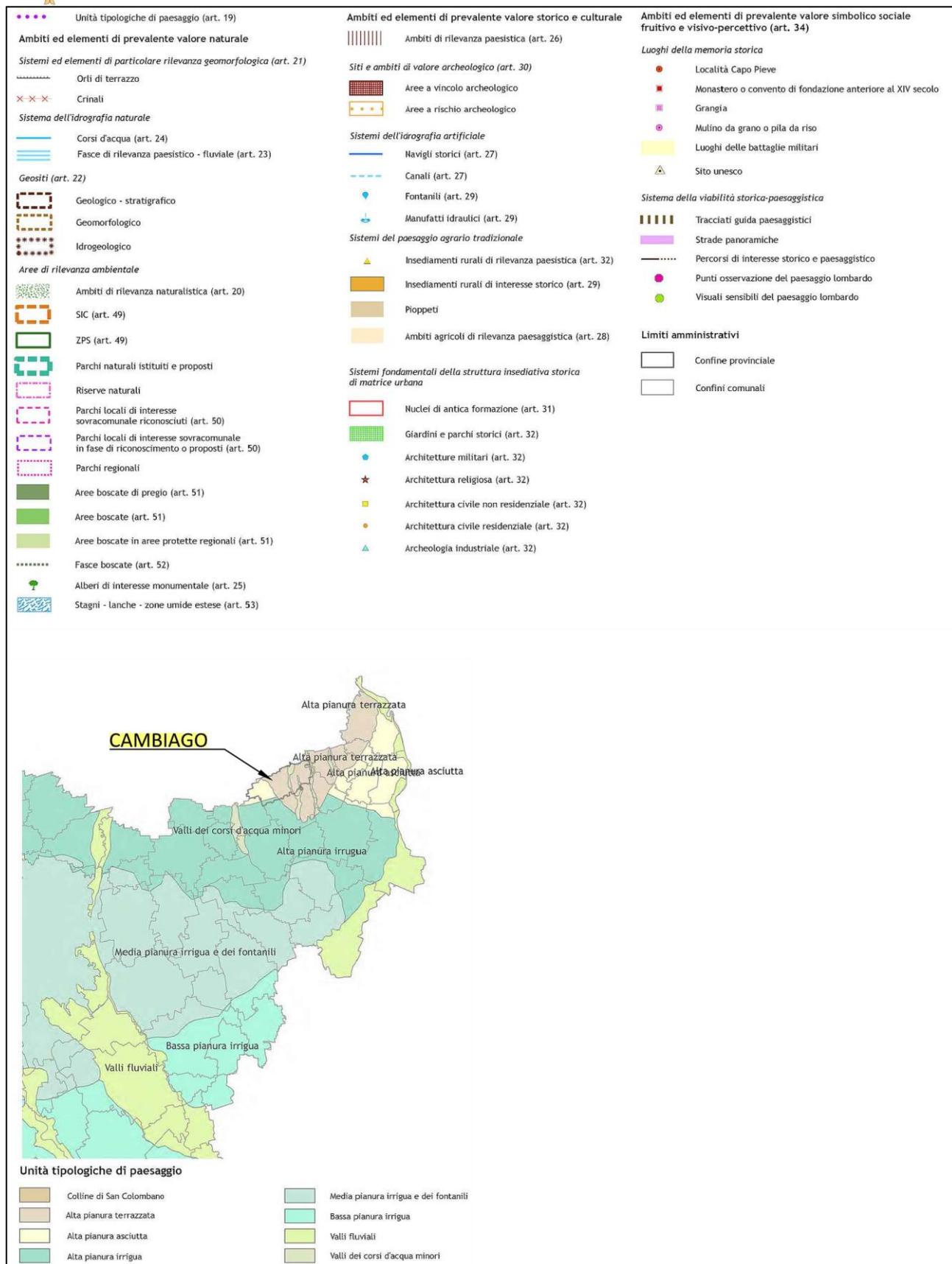


Fig. 2 – Legenda relativa alla Tavola 2-PTCP

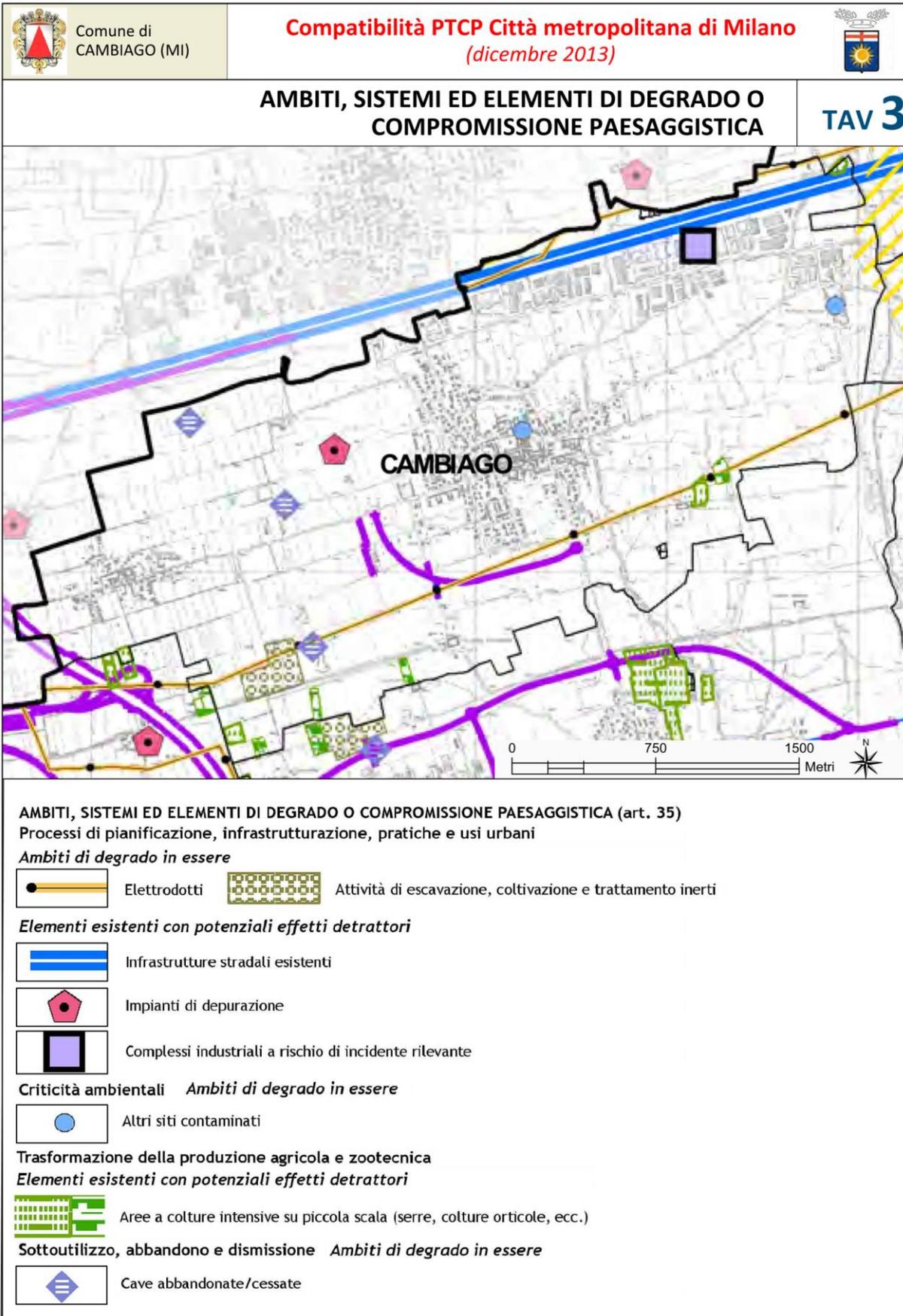


Fig. 3. Estratto fuori scala della Tavola 3 del PTCP di Città Metropolitana di Milano.



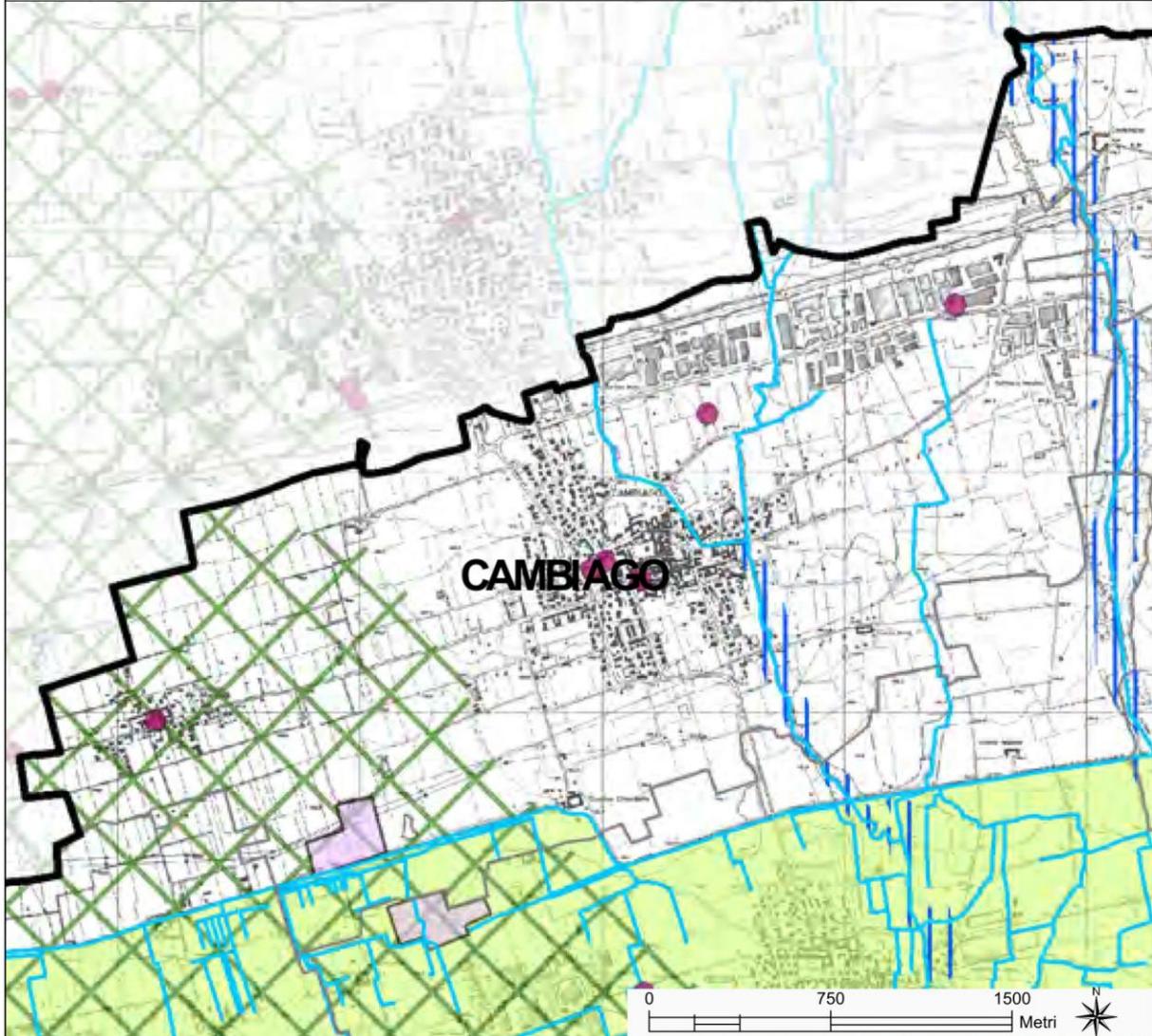
Comune di  
CAMBIAGIO (MI)

**Compatibilità PTCP Città metropolitana di Milano**  
*(dicembre 2013)*



**DIFESA DEL SUOLO**

**TAV 7**



**Corsi d'acqua (art. 24)**

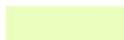
 Rete idrografica

**Ambiti di cava**

 Cava attiva

**Ciclo delle acque (art. 38)**

**Macrosistemi idrogeologici**

 Ambiti di influenza del canale Villoresi

 Ambiti di ricarica prevalente della falda

 Ambiti golenali

 Pozzi pubblici

Fig. 4. Estratto fuori scala della Tavola 7 del PTCP di Città Metropolitana di Milano.



### 3.4 Altri contenuti richiesti del PGT

#### 3.4.1 Analisi della pericolosità Sismica

Il Comune di Cambiago, ai sensi della d.g.r. 11 luglio 2014 – n.10/2129, risulta classificato in zona sismica 3. Le problematiche e le linee d'applicazione secondo i D.M. 17 gennaio 2018 "Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»" sono esplicitate nel paragrafo dedicato che segue.

L' allegata **Tav. 6** (Carta della Pericolosità Sismica Locale) riporta la classificazione sismica e le relative Norme Geologiche di Piano definiscono le misure e le regole specifiche per la problematica.

#### 3.4.2 Art. 14 comma 5.bis

*"I Comuni, nella elaborazione della componente idrogeologica del PGT, devono predisporre idonea documentazione conoscitiva delle condizioni di funzionamento delle reti di smaltimento delle acque di scarico e dei depuratori, stimando e valutando la sostenibilità del carico urbanistico di piano sulla rete medesima".*

Al fine di rispondere al suddetto quesito con dati certi e validati, si è richiesta appropriata documentazione al gestore delle reti di smaltimento, unico soggetto, insieme ad ATO, ad avere la piena conoscenza del settore e della sua programmazione.

In funzione di quanto riportato nella lettera di CAP (Fig. 5), si osserva che *"il Comune di Cambiago risulta appartenere all'Agglomerato AG01522401 denominato "Truccazzano" in quanto i reflui urbani generati vengo raccolti e conferiti, unitamente a quelli dei comuni di: Agrate Brianza, Bellinzago Lombardo, Bellusco, Bussero, Caponago, Cavenago Brianza, Gessate, Gorgonzola, Liscate, Melzo, Ornago, Pessano con Bornago, Pozzuolo Martesana, Truccazzano e Vignate, all'impianto di depurazione ricevente di Truccazzano – codice impianto DP01522401.*

*Nel merito della capacità di trattamento del depuratore di Truccazzano, nel 2018 risulta pari a 189.200 A.E., come da Autorizzazione Dirigenziale n.2077 del 23/03/2018 della Città Metropolitana di Milano.*

*In riferimento alla sostenibilità del carico urbanistico di piano, ai sensi dell'art. 14 comma 5 bis delle Norme di Attuazione del PTCP, si comunica che, secondo il Piano d'Ambito della Città Metropolitana, la configurazione al 2017 prevede che il Carico Totale generato dall'Agglomerato AG01522401, afferente il depuratore di Truccazzano, espresso in A.E. sia pari a 188.878, non prevedendo pertanto deficit nel servizio di depurazione".*

Le previsioni della variante sono compatibili con la perimetrazione dell'agglomerato di Cambiago previsto dal vigente Piano d'Ambito.



GRUPPO **CAP**

<http://www.gruppocap.it/attivita/investimenti/pareri-e-collaudi-opere-di-urbanizzazione>  
&sectionId=1164fb79-3003-07c5-e054-00144fecba8c&customModuleId=11f41d09-0965-48b1-9dfa-  
ce9f752eb270&actionName=Detail

In caso di opere fognarie di urbanizzazione in cessione al Comune, si ricorda che CAP Holding S.p.A. è tenuta ad esprimere parere tecnico, preventivamente al titolo abilitativo all'attività edilizia, in merito al progetto esecutivo delle opere fognarie di urbanizzazione in cessione al Comune, da realizzarsi da parte di privati. Ciò in base a quanto previsto dall'art. 54, co.2 del già citato Regolamento del S.I.I.. Ciò, in base a quanto previsto dall'art. 54, co. 2 e dall'art. 55 del Regolamento del Servizio Idrico Integrato (S.I.I.). Al riguardo, si veda la nota di CAP Holding S.p.A., a mezzo PEC, prot. 2408/DG/DT/pp del 18/02/2014 ed il sito web del Gruppo CAP al link <http://www.gruppocap.it/attivita/investimenti/pareri-e-collaudi-opere-di-urbanizzazione>, in cui sono disponibili la procedura e la relativa modulistica oltre al Regolamento del Servizio Idrico Integrato.

Si fa inoltre presente che, per quanto concerne le eventuali opere fognarie di urbanizzazione in cessione al Comune, in base a quanto previsto dall'art. 54, co. 1 del richiamato Regolamento del S.I.I., in alternativa alla realizzazione diretta da parte del Soggetto Attuatore, è facoltà dello stesso richiederne la progettazione e la realizzazione al gestore del S.I.I..

Si sottolinea altresì che, ai sensi degli artt. 11, co. 6 e 24, co. 9 del Regolamento del S.I.I., la realizzazione e lo spostamento delle opere acquedottistiche è di esclusiva competenza del gestore del S.I.I. La preventivazione dei relativi costi è attività in capo alla società operativa del Gruppo CAP, Amiacque S.r.l. – Settore Gestione Acquedotti – Ufficio Allacciamenti ed Estensione Rete, che porrà a carico del richiedente i corrispondenti oneri secondo quanto indicato nel prezzario in vigore approvato dall'Ufficio d'Ambito. Relativamente a tutte le opere acquedottistiche, agli allacciamenti fognari di utenza, nonché per le eventuali utenze di cantiere, si faccia riferimento all'apposita modulistica disponibile al sito web del Gruppo CAP, al link <http://www.gruppocap.it/clienti/amiacque/clienti-e-assistenza/pratiche-e-moduli#modulistica>.

Infine il Comune di Cambiago risulta appartenere all'Agglomerato AG01522401 denominato "Truccazzano" in quanto i reflui urbani generati vengo raccolti e conferiti, unitamente a quelli dei comuni di: Agrate Brianza, Bellinzago Lombardo, Bellusco, Bussero, Caponago, Cavenago Brianza, Gessate, Gorgonzola, Liscate, Melzo, Ornago, Pessano con Bornago, Pozzuolo Martesana, Truccazzano e Vignate, all'impianto di depurazione ricevente di Truccazzano – codice impianto DP 01522401.

Nel merito della capacità di trattamento del depuratore di Truccazzano, si comunica che la stessa ad oggi risulta pari a 189.200 A.E., come da Integrazione ad Autorizzazione Dirigenziale n.2077 del 23/03/2018 della Città Metropolitana di Milano.

**In riferimento alla sostenibilità del carico urbanistico di piano, ai sensi dell'art.14 comma 5 bis, delle Norme di Attuazione del PTCP, si comunica che, secondo il Piano d'Ambito, dell'Ufficio d'Ambito della Città Metropolitana, la configurazione al 2017 prevede che il Carico Totale generato dall'Agglomerato AG01522401, afferente il depuratore di Truccazzano, espresso in A.E. sia pari a 188.878, non prevedendo pertanto deficit nel servizio di depurazione.**

*Il documento è firmato digitalmente ai sensi del D.Lgs 82/2005 e s.m.i. e norme collegate e sostituisce il documento cartaceo e la firma autografa*

CAP Holding spa  
Via del Mulino 2 - Edificio U10  
20090 Assago (MI)

Tel 02 825021 - Fax 02 82502 281  
PEC: capholding@legalmail.it  
www.gruppocap.it

Partita IVA, Codice Fiscale e Iscrizione nel Registro delle  
Imprese di Milano n.13187590156 - R.E.A. di Milano n.1622889  
Capitale Sociale 571.381.786 euro i.v.

Fig. 5. Estratto lettera ricevuta da CAP circa la capacità della rete fognaria.





## 4 ASSETTO GEOLOGICO

### 4.1 Aspetti geologici

La Pianura Lombarda si può suddividere in tre fasce subparallele ad andamento Est-Ovest che possono essere denominate Alta Pianura, Zona di transizione e Bassa Pianura. La deposizione dei sedimenti che costituiscono la Pianura Lombarda, nel suo complesso, è governata dall'energia di trasporto che posseggono i fiumi lungo il loro corso.

In prossimità delle aree più acclivi l'energia è maggiore e si depositano prevalentemente i sedimenti più grossolani; a mano a mano che ci si avvicina alla foce i fiumi perdono energia e depositano quindi i sedimenti più fini. Secondo questo schema semplificato si può verificare come la zona di Alta Pianura, che si sviluppa a ridosso dell'area pedemontana, è costituita da sedimenti grossolani mentre la zona di Bassa Pianura, che si sviluppa più a Sud, è caratterizzata da sedimenti più fini.

Le precedenti due zone sono separate da una fascia intermedia, la Zona di transizione che testimonia il passaggio graduale da sedimenti più grossolani e permeabili dell'Alta Pianura ai sedimenti più fini e meno permeabili della Bassa Pianura.

Il territorio del Comune di Cambiago appartiene alla fascia dell'alta Pianura. Si tratta di un'area a morfogenesi fluviale/fluvioglaciale, caratterizzata da due principali ordini di terrazzi che rappresentano antichi livelli della pianura, connessi, secondo la nomenclatura geologica classica, alle glaciazioni Mindel e Riss.

L'analisi geologica e geomorfologica dell'area ha portato alla identificazione di quattro principali unità, differenti per litologia, morfologia e caratteri pedologici:

- A Unità dei Terrazzi antichi (q1)**
- B Unità dei Terrazzi intermedi (q2)**
- C Unità dell'Alta Pianura (a2)**
- D Unità dei Terrazzi fluviali recenti**

#### 4.1.1 A - Unità dei Terrazzi antichi

Costituisce circa il 30% del territorio comunale e corrisponde al cosiddetto "Mindel" o "Diluvium Antico" della letteratura geologica. Occupa la porzione più orientale del territorio comunale.

**Litologia** – l'unità è composta da:

- *depositi eolici*: limi argillosi e argille limose a scheletro raro o assente, con spessore massimo osservato di 1,8 m. Si possono distinguere almeno due episodi deposizionali, con caratteri pedologici molto differenti. Formano una copertura continua che giace, con limite netto, su ghiaie alterate.



- *depositi fluvioglaciali/fluviati*: ghiaie prevalentemente immerse in matrice argilloso-sabbiosa; ciottoli centimetrici prevalenti, arrotondati. La composizione petrografica delle ghiaie è poligenica, con prevalenza di rocce endogeno-metamorfiche (metamorfiti, rocce intrusive) e di rocce sedimentarie terrigene (arenarie e siltiti). Tutte le litologie, ad eccezione di quelle interamente silicee (quarzo e quarziti) sono profondamente alterate e mostrano un marcato o completo decadimento delle proprietà meccaniche.

Secondo i dati di sondaggio, in accordo con la situazione regionale, le ghiaie passano verso il basso ad un conglomerato fortemente cementato (Ceppo auct.).

### Morfologia

La superficie coincide con il livello topografico più elevato dell'area; si tratta di una superficie alquanto articolata, con un gradiente medio dell'8%. Ad est la superficie è interrotta dalla incisione del Rio Vallone, mentre ad ovest digrada, attraverso una scarpata con gradiente estremamente blando, spesso di difficile individuazione, all'Unità del Terrazzo intermedio.

Essa è interessata da depressioni con direzione nord-sud, di evidenza variabile. Caratteri comuni sono un elevato rapporto lunghezza/larghezza (stimabile mediamente in 50:1, con lunghezze dell'ordine delle centinaia di metri), una moderata sinuosità e l'assenza di un corso d'acqua naturale al fondo. Il profilo trasversale si presenta da concavo a subpianeggiante, non reinciso, con profondità comprese tra 1 e 2,5 m circa. Questi tratti portano ad interpretare tali forme come tracce di corsi d'acqua estinti (paleoalvei). Il paleoalveo più significativo decorre nella parte orientale del territorio comunale, ed è percorso da una roggia di modestissime dimensioni che funge da colatore dei campi attraversati.

Sono inoltre presenti depressioni chiuse, caratterizzate da una maggior equidimensionalità, che costituiscono aree di ristagno delle acque superficiali. La depressione di maggiori dimensioni è situata in corrispondenza della località Il Laghetto.

#### 4.1.2 B - Unità dei terrazzi intermedi

L'Unità dei Terrazzi intermedi coincide con la porzione centrale del territorio comunale, di cui costituisce circa il 30%; si identifica con il "Riss" o "Diluvium medio" degli Autori precedenti.

**Litologia** – l'unità è formata dalla seguente successione, a partire dall'alto:

- depositi eolici: limi, limi sabbiosi e limi argillosi a scheletro assente o raro, con spessori misurati compresi tra 65 e 140 cm. Giacciono in discontinuità su ghiaie alterate;
- depositi fluvioglaciali: ghiaie a prevalente supporto clastico, con matrice da limosa a limosa sabbiosa; ciottoli centimetrici da arrotondati a sub-spigolosi. La superficie superiore è ondulata alla scala metrica e suturata dai depositi eolici;

Le ghiaie sono poligeniche, con presenza di rocce metamorfiche e magmatiche, dominanti, rocce terrigene e, in quantità minima, rocce carbonatiche. Le litologie terrigene e carbonatiche sono alterate, mentre il grado di



alterazione delle rocce endogeno-metamorfiche è variabile, in funzione del contenuto in silice e dei caratteri tessiturali.

**Morfologia** – l'unità, dal punto di vista morfologico, è articolata su due livelli topografici distinti, con identici caratteri litologici e pedologici:

- un settore centrale depresso (quote comprese tra 165 e 153 m), coincidente con il centro dell'abitato di Cambiago;
- un settore rilevato (quote 166-155 m), situato immediatamente ad ovest del precedente;

Il limite morfologico tra i due settori è costituito da una scarpata che si annulla in corrispondenza del termine meridionale dell'abitato.

La superficie dell'unità, particolarmente nel settore rilevato, appare alquanto pianeggiante ed omogenea. Spostandosi verso le porzioni meridionali del territorio comunale si osserva un aumento delle pendenze ed il raccordo con le circostanti unità è raggiunto senza rotture di pendio.

#### 4.1.3 C - Unità di Alta Pianura

L'Unità di Alta Pianura occupa l'intera porzione occidentale del territorio comunale, di cui costituisce il settore più depresso; si identifica con il "Livello Fondamentale della Pianura" Auct. (fluvioglaciale würmiano).

**Litologia** – l'unità è composta da:

- depositi fluvioglaciali: ghiaie a supporto clastico, con matrice sabbiosa e sabbioso limosa; ciottoli centimetrici, prevalentemente arrotondati. Subordinati strati e lenti sabbiosi di spessore centimetrico.

Dal punto di vista sedimentologico si osservano accenni di stratificazione suborizzontale, legati ad accrezione sommitale in ambiente fluviale a canali intrecciati.

La petrografia è dominata dalle rocce endogeno-metamorfiche (dioriti, gabbri, graniti; gneiss, micascisti, serpentiniti); seguono in netto subordinate le rocce sedimentarie terrigene (arenarie e silti a cemento carbonatico e siliceo) e le rocce carbonatiche.

#### Morfologia

La superficie dell'unità coincide con il principale livello topografico della pianura (noto in letteratura geologica come "livello fondamentale della pianura").

La sua morfologia di superficie è, nell'insieme, alquanto omogenea; si differenziano solo alcuni paleovalvei, di scarsissimo interesse, con direzione nord-sud, situati in prossimità del limite con l'Unità del Terrazzo intermedio.

#### 4.1.4 D - Unità dei Terrazzi Fluviali Recenti

Questa unità è rappresentata dai sedimenti alluvionali di due valli con corso d'acqua naturale (Rio Vallone e ramo principale del T. Trobbia), decorrenti in direzione nord - sud, che incidono significativamente i terrazzi antichi.



**Litologia** – l'unità è composta da depositi alluvionali con caratteri leggermente differenti per i due corsi d'acqua:

- Rio Vallone: ghiaie e sabbie di origine alluvionale, risultato della selezione e rideposizione dei materiali erosi dal pianalto, in particolare dal substrato ciottoloso ferrettizzato. Le ghiaie sono subarrotondate, parzialmente alterate, in matrice sabbioso-limoso, non calcaree. A volte sono presenti materiali più fini in superficie per apporto alluvionale recente in ambiente a energia non elevata o per sedimentazione colluviale dai versanti;
- T. Trobbia: ghiaie a supporto clastico con abbondante matrice limoso-sabbiosa. Ciottoli centimetrici, subarrotondati, in genere inalterati. Discontinua presenza di sedimenti fini sommitali;

### **Morfologia**

- Il Rio Vallone, è caratterizzato da un sistema terrazzato a superfici subpianeggianti, incastrato nell'unità del Pianalto. La valle raggiunge una larghezza di 200-300 m ed è delimitata da una netta scarpata di altezza compresa tra 3 e 6 m, mentre il corso attuale del rio la incide per profondità comprese tra 1 e 4 m. Solo un tratto estremamente limitato della valle ricade nel territorio comunale di Cambiagio.
- Il T. Trobbia presenta tratti nettamente distinti a nord e a sud di Cambiagio.

A nord dell'abitato, il torrente, che in questa parte del territorio assume il nome di Rio Pissanegra, scorre in una valle interamente incisa nell'Unità Pianalto (larghezza massima nell'ordine dei 100 m e profondità fino a 4 m); il corso d'acqua attuale reintercede il fondovalle per un'altezza di circa 3 m.

A sud di Cambiagio, il T. Trobbia corre in corrispondenza del limite morfologico tra l'Unità del Pianalto (ad est) e l'Unità del Terrazzo intermedio, assumendo un aspetto a forra, con larghezza massima decametrica ed altezza di circa 3 m.

Lungo l'intero percorso è presente un unico ordine di terrazzi.

### **4.2 Aree cavate e/o di accumulo di materiali**

Oltre alla cava ATEg22 (la cui concessione risulta scaduta al 30/06/2019, come da Legge Regionale n.38 del 2015), nel territorio di Cambiagio sono state individuate e riportate in carta alcune aree oggetto di escavazione nel passato e/o di accumulo di materiali, le cui tracce oggi sono talora mascherate dal passare del tempo e dal loro riutilizzo agricolo.

Di seguito (Fig. 6 e Fig. 7) sono inseriti alcuni estratti di foto aeree storiche con specifici zoom sulle aree censite in Tav. 1 (Fig. 8), utili a verificarne l'effettiva presenza nel passato.

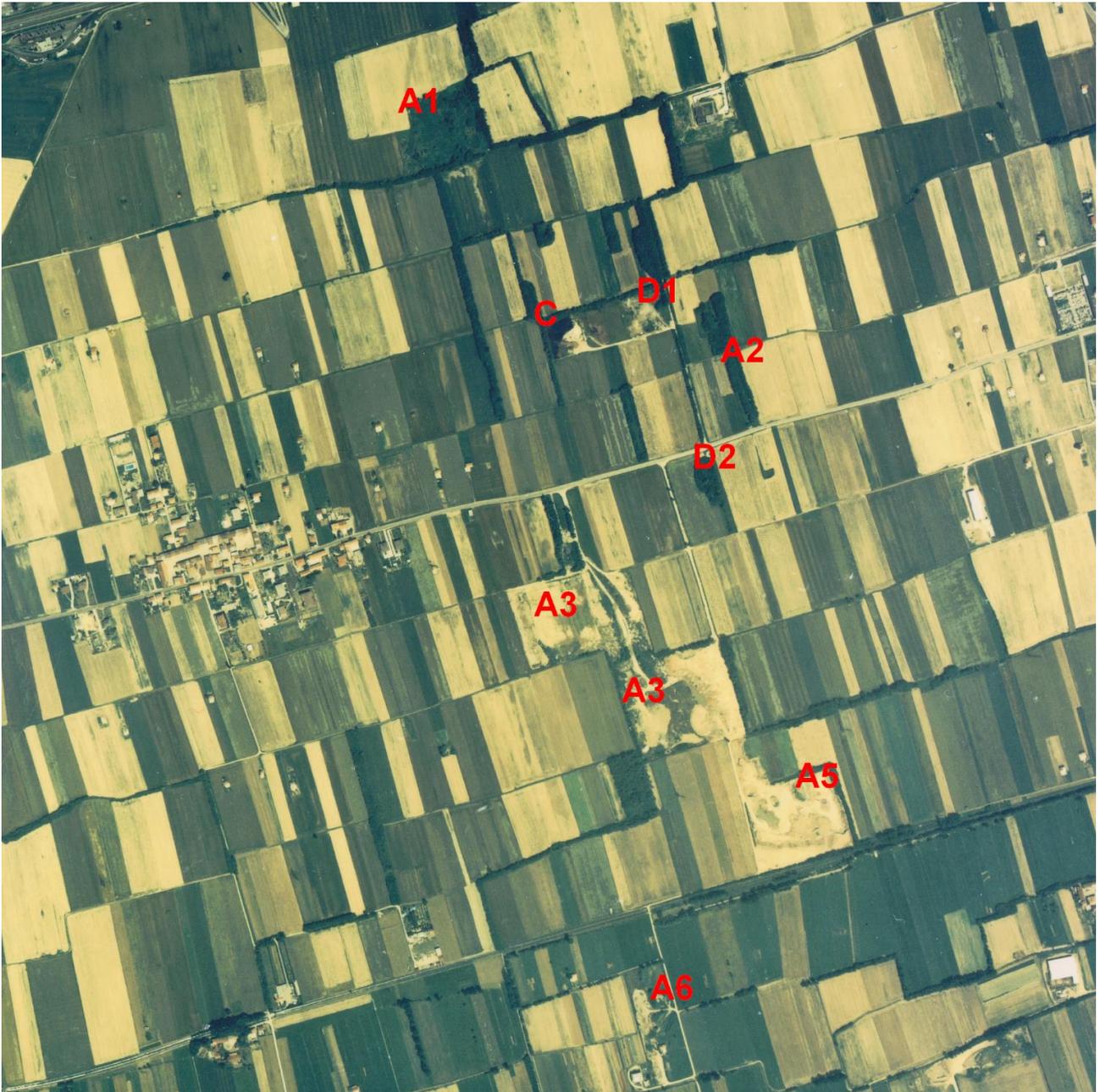


Fig. 6 – Estratto volo del 1980 (Fonte: documentazione interna Geoinvest) con riportate le aree individuate in Tav. 1.



Fig. 7 – Estratto foto aerea del 1988 (Fonte: Geoportale Regione Lombardia) con riportate le aree individuate in Tav. 1.

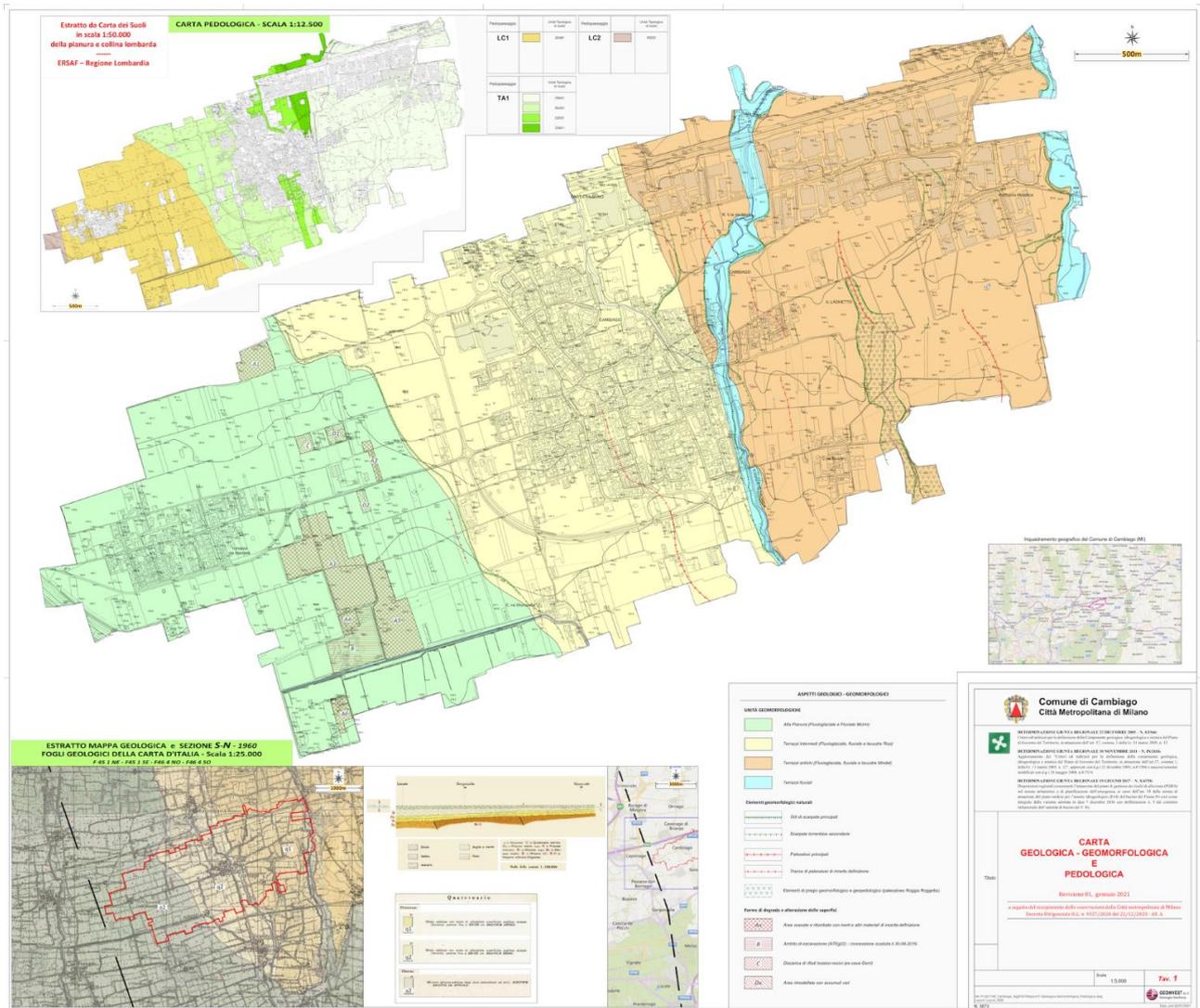


Fig. 8 - Carta geologica, geomorfologica e pedologica (Tav. 1, fuori scala).



### 4.3 Aspetti pedologici

In relazione alle cartografie messe a punto da ERSAF e della conseguente classificazione (Fig. 9) è possibile osservare che il territorio di Cambiagio si può distinguere dal punto di vista pedologico principalmente in due Sistemi: la porzione occidentale appartiene al Sistema L (*Piana proglaciale würmiana ("Livello Fondamentale della Pianura") esterna alle cerchie costruite dalle morene frontali*) mentre la porzione centro-orientale appartiene al Sistema T (*Superfici terrazzate del Pleistocene medio-superiore, emergenti dalla piana proglaciale würmiana*). All'interno di queste due macro aree nel territorio di Cambiagio sono stati riconosciuti i seguenti sottosistemi e relative unità:

#### SISTEMA L:

- **LC**, *"settore apicale della piana proglaciale o "piana pedemontana", addossata ai rilievi (montagna, apparati morenici e terrazzi antichi), chiamata anche alta pianura ghiaiosa. È formata dalla coalescenza dei conoidi alluvionali, a morfologia sub-pianeggiante o leggermente convessa, costituiti da sedimenti fluvioglaciali grossolani non alterati";*
  - **LC1**, *"estese superfici a morfologia sub-pianeggiante, solcate da evidenti tracce di paleoidrografia a canali intrecciati e talvolta dolcemente ondulate in prossimità dei principali solchi vallivi. Sono costituite dai depositi di conoide e rappresentano gli ambienti più diffusi dell'alta pianura ghiaiosa. Comprendono le superfici ondulate o sub-pianeggianti di transizione ai principali sistemi fluviali, lievemente ribassate e delimitate da orli di terrazzi convergenti o raccordate in lieve pendenza nella direzione dei solchi vallivi". A Cambiagio è rappresentata dall' unità tipologica di suolo SAM1;*
  - **LC2**, *"Superfici caratterizzate da sedimenti a granulometria medio-fine, comprendenti: 1) Aree pianeggianti costituite da depositi di interconoide, prive di significativi dislivelli morfologici rispetto a quelle circostanti (LC1), con una spinta alterazione in posto dei materiali d'origine (forse porzioni residuali di terrazzi più antichi "annegate" nei sedimenti würmiani); 2) Aree ondulate situate alla base dei rilievi caratterizzate da depositi colluviali, o parti distali delle conoidi dove i flussi idrici giungevano con una ridotta capacità di trasporto". A Cambiagio è rappresentata dall' unità tipologica di suolo RSO1;*

#### SISTEMA T:

- **TA**, *"Lembi residui di piane fluvioglaciali pre-würmiane costituenti superfici terrazzate sulla pianura, distinti in terrazzi superiori, attribuiti ad epoche glaciali più antiche del riss (mindel e precedenti), e terrazzi inferiori rissiani, entrambi costituiti da sedimenti grossolani molto alterati, ricoperti da coltri eoliche e/o colluviali"*
  - **TA1**, *"Terrazzi ben conservati e solo marginalmente in erosione, a morfologia subpianeggiante o dolcemente ondolata. La pendenza è generalmente nulla o bassa (range modale delle pendenze =2%, range estremo 1÷10%)"; a Cambiagio è rappresentata dalle unità tipologiche di suolo PDN1, CNA1, CDO1 e RUG1*

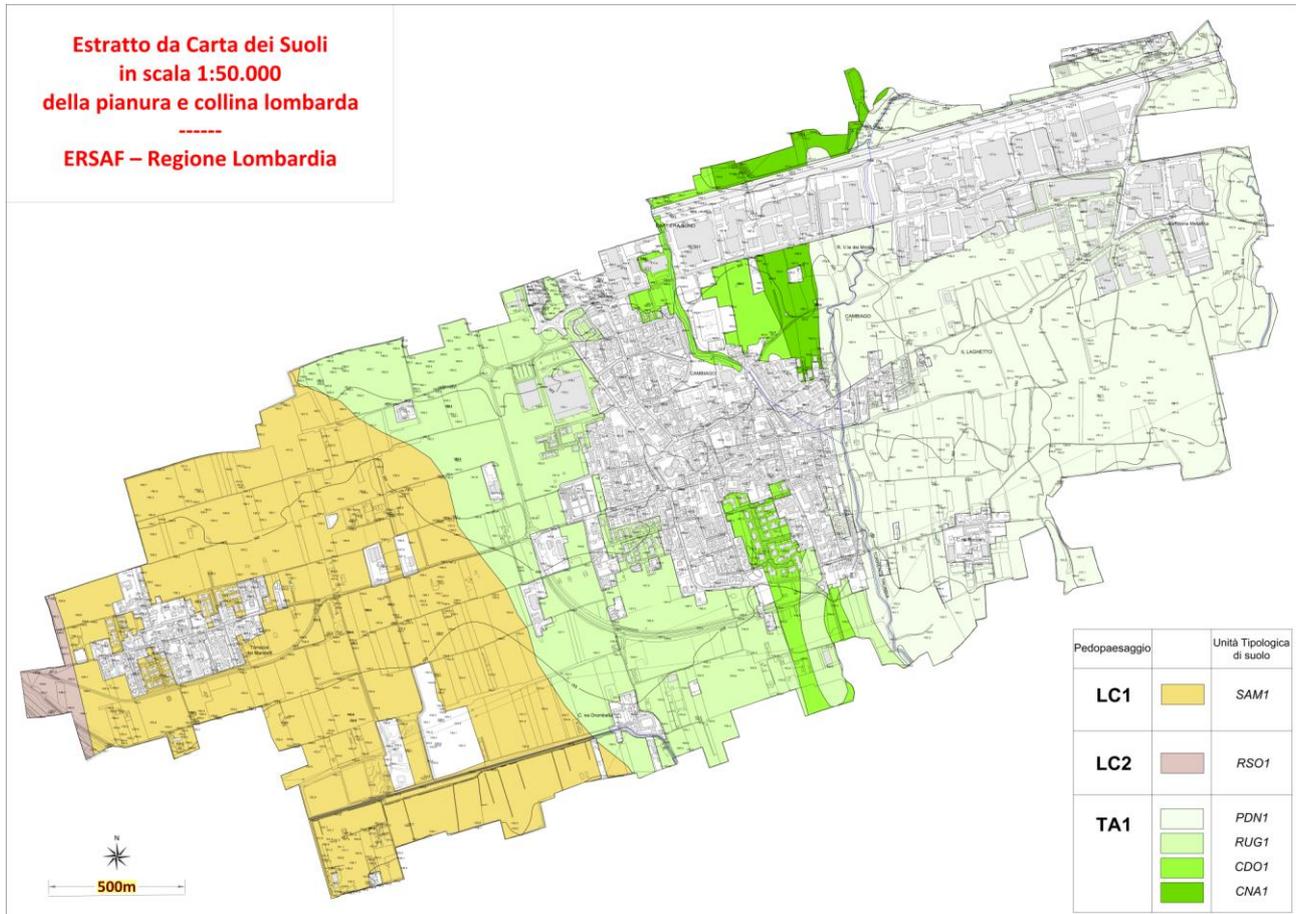


Fig. 9 - Carta pedologica (estratto da Tav. 1, fuori scala).



Nel dettaglio le unità tipologiche rappresentate in Fig. 9 Fig. 9 - Carta pedologica (estratto da Tav. 1, fuori scala).risultano essere le seguenti:

PEDO-PAESAGGIO	UNITÀ TIPOLOGICA DI SUOLO	DESCRIZIONE
LC1	SAM1	<p>Il pedopaesaggio è quello della superficie rappresentativa dell'alta pianura ghiaiosa a morfologia subpianeggiante e con evidenti tracce di paleoidrografia a canali intrecciati, con quota media di 179 m. s.l.m. e pendenza media del 0,3%, con substrati sabbiosi limosi con ghiaia, calcarei.</p> <p>I suoli SAM1 sono molto profondi, su substrato sabbioso con ghiaia abbondante, calcareo, con scheletro scarso fino a 80 cm, abbondante al di sotto, a tessitura media o moderatamente grossolana, con reazione subacida, saturazione da media ad alta, AWC moderata, sono suoli non calcarei, con drenaggio buono e permeabilità moderata.</p>
LC2	RSO1	<p>Il pedopaesaggio è quello della superficie rappresentativa dell'alta pianura ghiaiosa su superfici antiche prive di dislivelli morfologici significativi in continuità con quelle modali, con quota media di 177 m. slm e pendenza media del 0,4%, con suoli sviluppatasi su depositi colluviali o alluvio colluviali nelle fasce alla base dei versanti su substrati ghiaiosi a matrice sabbioso-limosa, non calcarei. L'uso del suolo prevalente è il prato permanente asciutto.</p> <p>I suoli RSO1 sono molto profondi su ghiaie a matrice sabbioso limosa, non calcaree e mediamente alterate, con coperture fini di origine colluviale (60-120 cm) nelle fasce alla base dei versanti, scheletro comune fino a 100 cm, abbondante al di sotto, con tessitura media in superficie, media o moderatamente grossolana in profondità, reazione subacida, in genere neutra oltre 1 metro, saturazione bassa o molto bassa in superficie, bassa o media in profondità, AWC alta, con drenaggio buono e permeabilità moderata.</p>
TA1	PDN1	<p>Il pedopaesaggio è quello dei pianalti mindeliani delle zone di Lomagna e Verderio, su substrati limoso ghiaiosi con sabbia, non calcarei e inoltre sulla superficie modale del terrazzo di Trezzo, con morfologia più o meno ondulata, con quota media di 225 m. slm e pendenza media del 0,8%. Sono tipici dei terrazzi fluvioglaciali antichi e sono caratterizzati dalla presenza di potenti coperture di materiali fini (limi eolici). L'uso del suolo prevalente è il seminativo. I suoli PDN1 sono moderatamente profondi limitati da fragipan, scheletro scarso, tessitura media, con reazione neutra in superficie e subacida in profondità, saturazione bassa, CSC media, AWC alta, con drenaggio da mediocre a lento e permeabilità bassa.</p>
	CNA1	<p>Il pedopaesaggio di appartenenza è quello dei terrazzi subpianeggianti che costituiscono antiche superfici isolate nella pianura. Sono stati riconosciuti sui terrazzi più antichi, mindeliani e si ritrovano nella porzione sud orientale, maggiormente erosa ed incisa dello stesso terrazzo di Trezzo con quota media di 185 m. slm e pendenza media del 0,5%. Sono aree tipiche dei terrazzi fluvioglaciali antichi, accomunate dalla</p>



	<p>presenza di potenti coperture di materiali fini (limi eolici), con più cicli pedogenetici che hanno dato origine ad orizzonti argillici abbinati a orizzonti sbiancati (glossici) e induriti (fragipan). L'utilizzazione del suolo è il seminativo avvicendato con dominanza del mais.</p> <p>I suoli CNA1 sono moderatamente profondi limitati da fragipan, scheletro assente o scarso in profondità, tessitura media, reazione subacida, saturazione media, bassa in profondità, AWC alta, drenaggio mediocre e permeabilità moderatamente bassa.</p>
<b>CDO1</b>	<p>È localizzata nel pedopaesaggio degli anfiteatri morenici dell'alta pianura, dove rappresenta le porzioni di terrazzo intermedie rissiane, rilevate rispetto al livello fondamentale della pianura, con quota media di 208 m. s.l.m. e pendenza media pari al 0,4%. È posta nella porzione settentrionale del terrazzo intermedio prossimo a Monza con morfologia subpianeggiante, regolare, e ha substrato costituito da ciottoli e ghiaie mediamente alterate. L'uso del suolo prevalente è il seminativo avvicendato non irriguo.</p> <p>I suoli CDO1 sono moderatamente profondi limitati da orizzonti a tessitura contrastante, scheletro comune fino a 50 cm abbondante al di sotto, con tessitura media, talvolta moderatamente fine in profondità, reazione subacida o acida, saturazione molto bassa, AWC moderata, drenaggio buono e permeabilità moderata.</p>
<b>RUG1</b>	<p>Il pedopaesaggio è quello delle superfici terrazzate, rilevate rispetto al livello fondamentale della pianura a rappresentare antiche superfici risparmiate dall'erosione. Tale unità si trova sulle superfici meglio conservate, modali, dei terrazzi rissiani, comprese le porzioni prossimali e centrali dei terrazzi intermedi della pianura milanese a morfologia subpianeggiante con quota media di 203 m. s.l.m. e pendenza media del 0,4%, con substrato ciottoloso a matrice sabbioso-limosa, di origine fluvioglaciale, mediamente alterati (possono presentare clasti molto alterati a partire da circa un metro di profondità).</p> <p>I suoli RUG1 sono molto profondi, con scheletro assente, abbondante nel substrato, a tessitura media, reazione subacida, talvolta neutra in profondità, saturazione bassa, AWC molto alta; sono suoli non calcarei con drenaggio buono e permeabilità moderatamente bassa.</p>

Alle unità tipologiche SAM1, RSO1 e CDO1 (a permeabilità moderata) è associabile un K di  $10^{-4}$  cm/s; alle unità tipologiche CNA1 e RUG1 (a permeabilità moderatamente bassa) è associabile un K di  $10^{-5}$  cm/s; all'unità tipologica PDN1 (a permeabilità bassa) è associabile un K di  $10^{-7}$  cm/s.



#### 4.4 Aspetti geotecnici

A titolo esemplificativo sono stati sintetizzati i risultati di alcune prove penetrometriche dinamiche realizzate in punti significativi del territorio (Fig. 10. Carta geologico-tecnica per la definizione del fenomeno degli Occhi Pollini (Tav. 2, fuori scala). Fig. 10). L'analisi è stata eseguita a partire dalla suddivisione del territorio in Unità Geomorfologiche. Si sottolinea comunque che i dati sintetizzati non esauriscono la significativa variabilità dei dati geotecnici rilevabili dalle indagini geognostiche specifiche e necessarie per una corretta progettazione strutturale:

##### - UNITA' DEI TERRAZZI ANTICHI

###### Livello 1

Raggiunge la profondità di 3.6 m. Tale livello ha comportamento granulare e presenta resistenza all'avanzamento variabile da 8 a 11 colpi/30 cm. È costituito da depositi limoso-sabbiosi con ghiaia subordinata; lo stato di addensamento è medio.

###### Livello 2

Tale livello si spinge fino a profondità di 8.7 m. È caratterizzato da valori di resistenza all'avanzamento variabili da 4 a 7 colpi/30 cm. È dotato di comportamento geotecnico preminentemente incoerente e risulta costituito da limi sabbiosi poco addensati.

###### Livello 3

Costituisce il livello basale. La resistenza penetrometrica cresce in genere con la profondità a partire da valori di 25 colpi/30 cm. Il livello è costituito da sabbie e ghiaie con addensamento elevato.

Utilizzando le correlazioni ritenute più adeguate alla natura dei terreni investigati, sono stati definiti per i livelli stratigrafici descritti i seguenti parametri geotecnici:

Livello	$\gamma$ g/cm <sup>3</sup>	DR%	$\phi$	E kg/cm <sup>2</sup>
1	1.78	45	30°	80
2	1.73	30	28°	90
3	1.94	65	35°	360

**- UNITA' DEI TERRAZZI INTERMEDI****Livello 1**

Raggiunge la profondità di 4.0 m. Tale livello ha comportamento granulare e presenta resistenza all'avanzamento variabile da 5 a 6 colpi/30 cm. È costituito da depositi limoso-sabbiosi con ghiaia subordinata; lo stato di addensamento è moderato.

**Livello 2**

Tale livello si spinge fino a profondità di 10.0 m. È caratterizzato da valori di resistenza all'avanzamento variabili da 9 a 11 colpi/30 cm. È dotato di comportamento geotecnico preminentemente incoerente e risulta costituito da limi sabbiosi mediamente addensati.

**Livello 3**

Costituisce il livello basale. La resistenza penetrometrica cresce in genere con la profondità a partire da valori di 22 colpi/30 cm. Il livello è costituito da sabbie e ghiaie in matrice limosa con addensamento elevato.

Utilizzando le correlazioni ritenute più adeguate alla natura dei terreni investigati, sono stati definiti per i livelli stratigrafici descritti i seguenti parametri geotecnici:

Livello	$\gamma$ g/cm <sup>3</sup>	DR%	$\phi$	E kg/cm <sup>2</sup>
1	1.83	40	27°	90
2	1.73	30	26°	60
3	1.99	50	30°	140

**- UNITA' DI ALTA PIANURA****Livello 1**

Raggiunge la profondità di 2.4 m. Tale livello ha comportamento granulare e presenta resistenza all'avanzamento variabile da 2 a 11 colpi/30 cm. È costituito da depositi limoso-sabbiosi con ghiaia subordinata; lo stato di addensamento è moderato.

**Livello 2**

Tale livello si spinge fino a profondità di 3.3 m. È caratterizzato da valori di resistenza all'avanzamento variabili da 18 a 29 colpi/30 cm. È dotato di comportamento geotecnico preminentemente incoerente e risulta costituito da sabbie debolmente limose ben addensate.

**Livello 3**

Costituisce il livello basale. La resistenza penetrometrica cresce in genere con la profondità a partire da valori di 45 colpi/30 cm. Il livello è costituito da ghiaie e sabbie in matrice debolmente limosa con addensamento elevato.



Utilizzando le correlazioni ritenute più adeguate alla natura dei terreni investigati, sono stati definiti per i livelli stratigrafici descritti i seguenti parametri geotecnici:

Livello	$\gamma$ g/cm <sup>3</sup>	DR%	$\varphi$	E kg/cm <sup>2</sup>
1	1.80	34	27°	56
2	1.90	63	37	192
3	1.99	90	40°	400

dove:

- $\gamma$  peso di volume efficace del terreno;
- DR% è la Densità Relativa (Gibbs e Holtz);
- $\varphi$  è l'angolo di attrito interno efficace (Schmertmann);
- E è il modulo elastico (Fardis e Veneziano)

È importante evidenziare che le schematizzazioni sopra riportate sono da intendersi esclusivamente a titolo prettamente indicativo. Le prove penetrometriche evidenziano infatti una significativa variabilità in termini di valori di resistenza alla penetrazione anche considerando prove vicine tra loro.

È inoltre fondamentale ricordare che la presenza di "occhi pollini" diffusi sul territorio comunale che determinano una importante incognita nel definire parametri geotecnici che possano essere estesi e validati per tutto il territorio comunale.

#### 4.4.1 Problematica "Occhi Pollini"

Il territorio di Cambiagio è interessato da un problema geotecnico peculiare dell'area nord-est della Provincia di Milano e dell'area brianzola in genere: nei conglomerati e nei depositi non cementati sono presenti cavità di dimensioni variabili che possono portare a sprofondamenti del terreno e a cedimenti e lesioni degli edifici sovrastanti.

Il fenomeno, noto a livello locale con il termine di "occhi pollini", può essere distinto in realtà in tre diverse tipologie principali che hanno caratteristiche leggermente diverse. La prima tipologia è costituita da cavità presenti in conglomerati (ceppo s.l.), la seconda è data da cavità, anche di diversi metri cubi di volume, interamente comprese in depositi non cementati, mentre l'ultima è costituita da gallerie in genere superficiali.

Tra gli operatori del settore e la gente locale è inoltre invalso l'uso di identificare con il termine "occhi pollini" qualunque situazione in cui vi siano, nel sottosuolo, sedimenti molto soffici e con scadenti caratteristiche geotecniche. Tipicamente, rientrano in questa categoria terreni con risposta  $N_{(30)} < 3$  alle prove penetrometriche dinamiche, mentre negli occhi pollini veri e propri, che portano allo sviluppo di cavità vuote, si può assistere all'affondamento libero delle aste.



La variabilità di condizioni in cui gli occhi pollini possono presentarsi, legata anche alla complessità della costituzione del sottosuolo, è notevole. In particolare è stata riscontrata una predisposizione alla genesi degli "occhi pollini" in luoghi o aree in cui si è avuto un cambiamento nella circolazione idrica sotterranea, sia per abbassamenti/innalzamenti della falda, sia per immissione di acqua in sottosuolo, ad esempio tramite pozzi perdenti.

È importante sottolineare che, una volta innescato, il fenomeno può avere un'evoluzione molto rapida con formazione improvvisa di pozzi di crollo.

L'ampio spettro di contesti in cui gli occhi pollini possono generarsi fa sì che sia difficile determinare, a priori, dove essi siano presenti. Si possono individuare solo zone in cui è possibile che siano presenti occhi pollini ma non indicare il sito esatto.

L'individuazione tramite indagini geotecniche non è facile; le prove penetrometriche sono eseguite in genere con una maglia troppo ampia per individuare e descrivere con precisione il fenomeno; si tenga presente, infatti, che anche occhi pollini molto piccoli possono potenzialmente ingrandirsi una volta che è stata costruita l'opera e causare danni notevoli. Inoltre la possibilità che le cavità siano parzialmente o totalmente riempite di materiale di crollo o sedimenti derivanti dalla circolazione idrica sotterranea può rendere difficile il riconoscimento delle cavità stesse solo dall'analisi delle prove penetrometriche.

Si segnala che il Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale della Città Metropolitana di Milano non analizza nel dettaglio il fenomeno degli Occhi Pollini mentre il Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale della limitrofa Provincia di Monza e Brianza ha analizzato il fenomeno classificando il territorio di competenza in diverse Classi di suscettività agli Occhi Pollini. Nello specifico, come riportato nel riquadro della *Tav. 2 "Carta di Inquadramento Geologico-Tecnica"* del presente PGT, il territorio della Provincia di Monza e Brianza confinante con il Comune di Cambiago presenta un grado di suscettività agli Occhi Pollini che varia da Moderato a Molto alto ad Alto spostandosi da SW a NE.

Per cercare di mettere ordine nelle informazioni geognostiche disponibili si sono indicate nella **Tav. 2 – "Carta di Inquadramento Geologico-Tecnica"** (Fig. 10), alcune tra le prove disponibili evidenziando la presenza o meno di intervalli interessati dal fenomeno degli "occhi pollini".

Dalla tavola è possibile verificare come i profili delle prove possono cambiare sensibilmente anche tra quelle eseguite a distanze tra loro contenute. L'estrema variabilità degli occhi pollini in termini di profondità, dimensioni e sviluppo areale può quindi portare a sottostimare o sovrastimare il problema.



Si consiglia quindi in ogni caso di verificare puntualmente l'opportunità di disperdere le acque nel terreno e la profondità di dispersione per evitare l'insorgenza o l'aggravamento di eventuali cavità.

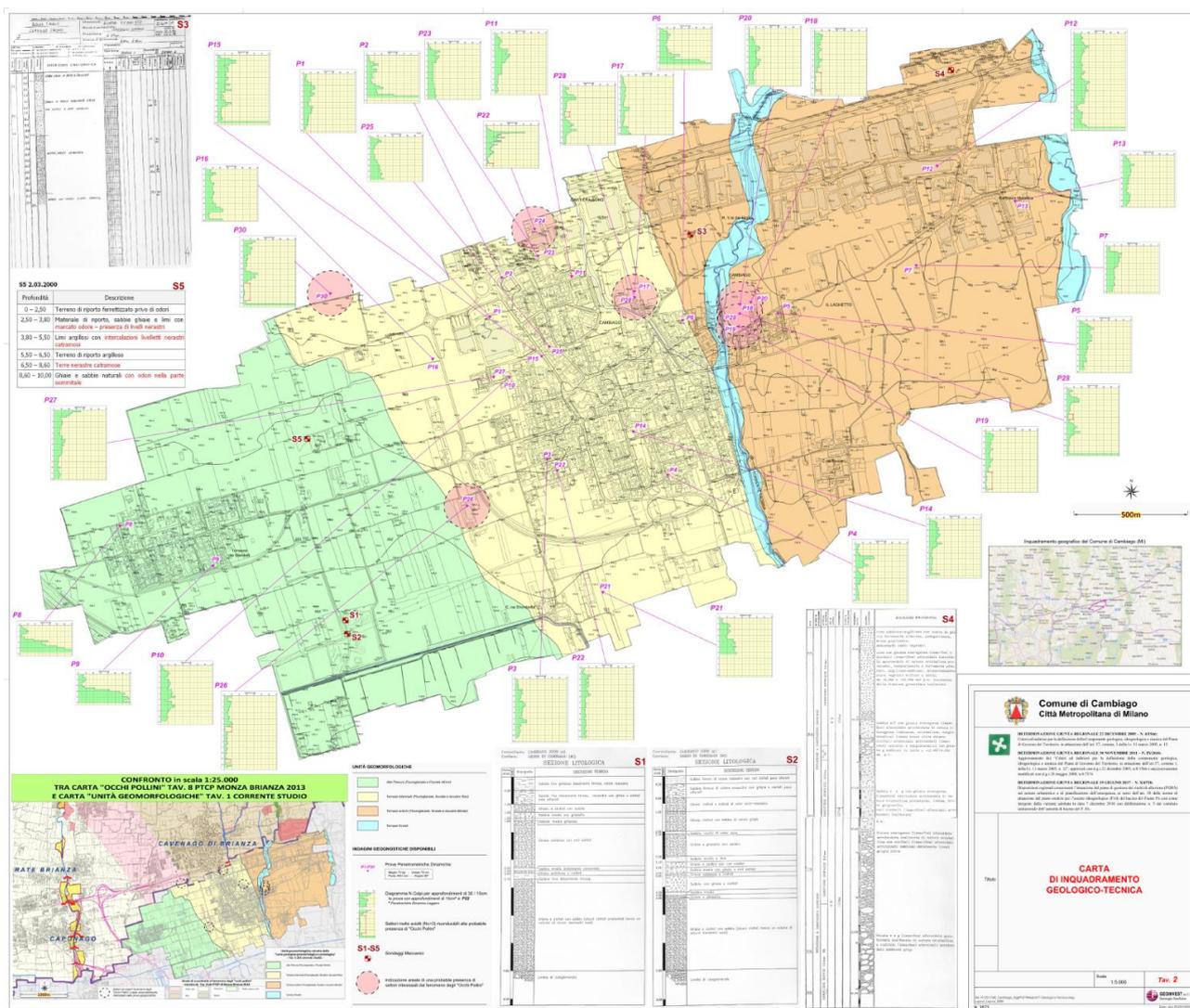


Fig. 10. Carta geologico-tecnica per la definizione del fenomeno degli Occhi Pollini (Tav. 2, fuori scala).



5 ASSETTO IDROGEOLOGICO

5.1 La struttura idrogeologica a grande scala

La ricostruzione della struttura idrogeologica ha la finalità di individuare la geometria e la litologia dei differenti corpi acquiferi, cioè di quei sedimenti da cui, per le loro caratteristiche di permeabilità e spessore, sono estratte ed utilizzate le acque nella pianura.

Per la definizione a grande scala degli orizzonti acquiferi si rimanda alla pubblicazione di riferimento “Geologia degli Acquiferi Padani della Regione Lombardia”, edita da Regione Lombardia-Eni. Tale studio, basato sull’applicazione della stratigrafia sequenziale allo studio dei depositi alluvionali della Pianura Padana, ha permesso di riconoscere quattro unità idrostratigrafiche definite da barriere di permeabilità ad estensione regionale (Gruppi Acquiferi A-B-C-D, in Fig. 11).

Il Gruppo Acquifero A è attualmente sfruttato in modo intensivo, ancorché interessato da fenomeni di inquinamento; i Gruppi Acquiferi B e C sono sfruttati nelle aree di margine del bacino. Il Gruppo Acquifero D, isolato rispetto alla superficie per gran parte della sua estensione, è sfruttato solo localmente (si veda la sezione idrostratigrafica che inizia il suo sviluppo poco ad Ovest del Comune di Cambiago riportata in Fig. 12).

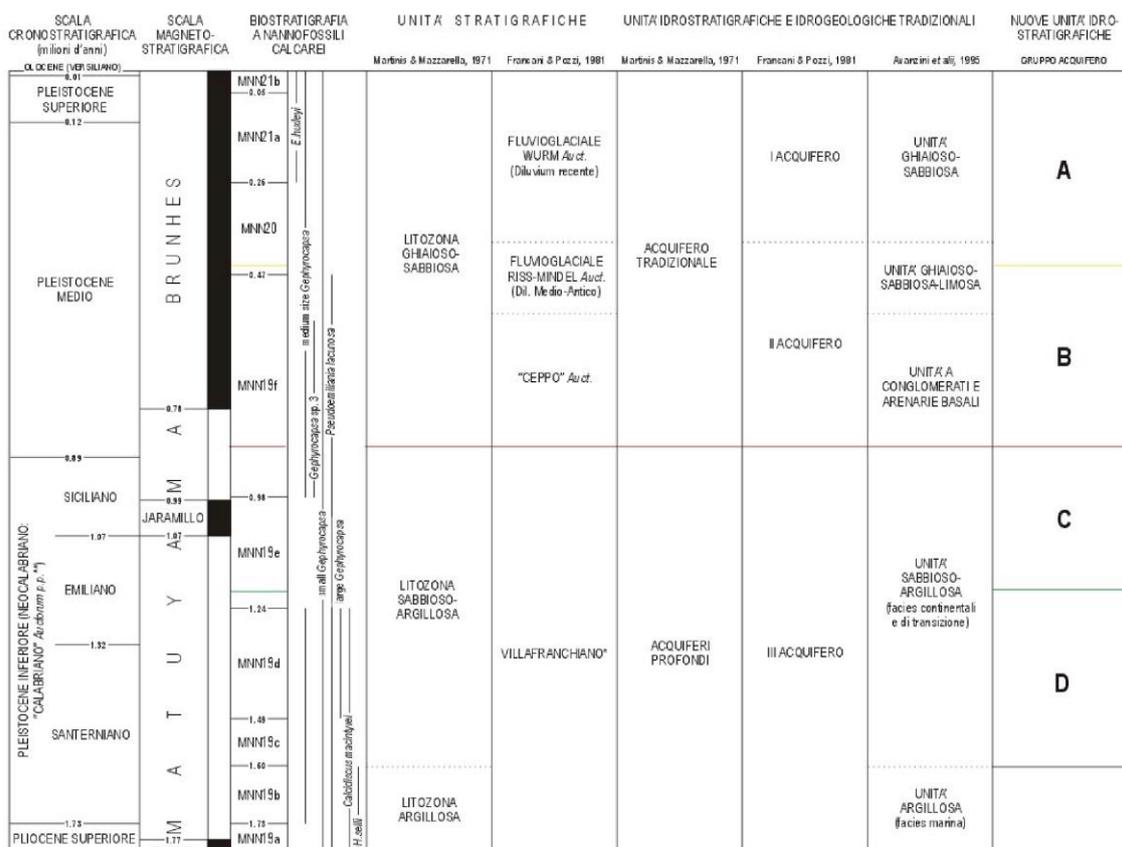


Fig. 11. Schema dei rapporti stratigrafici degli acquiferi in Lombardia.

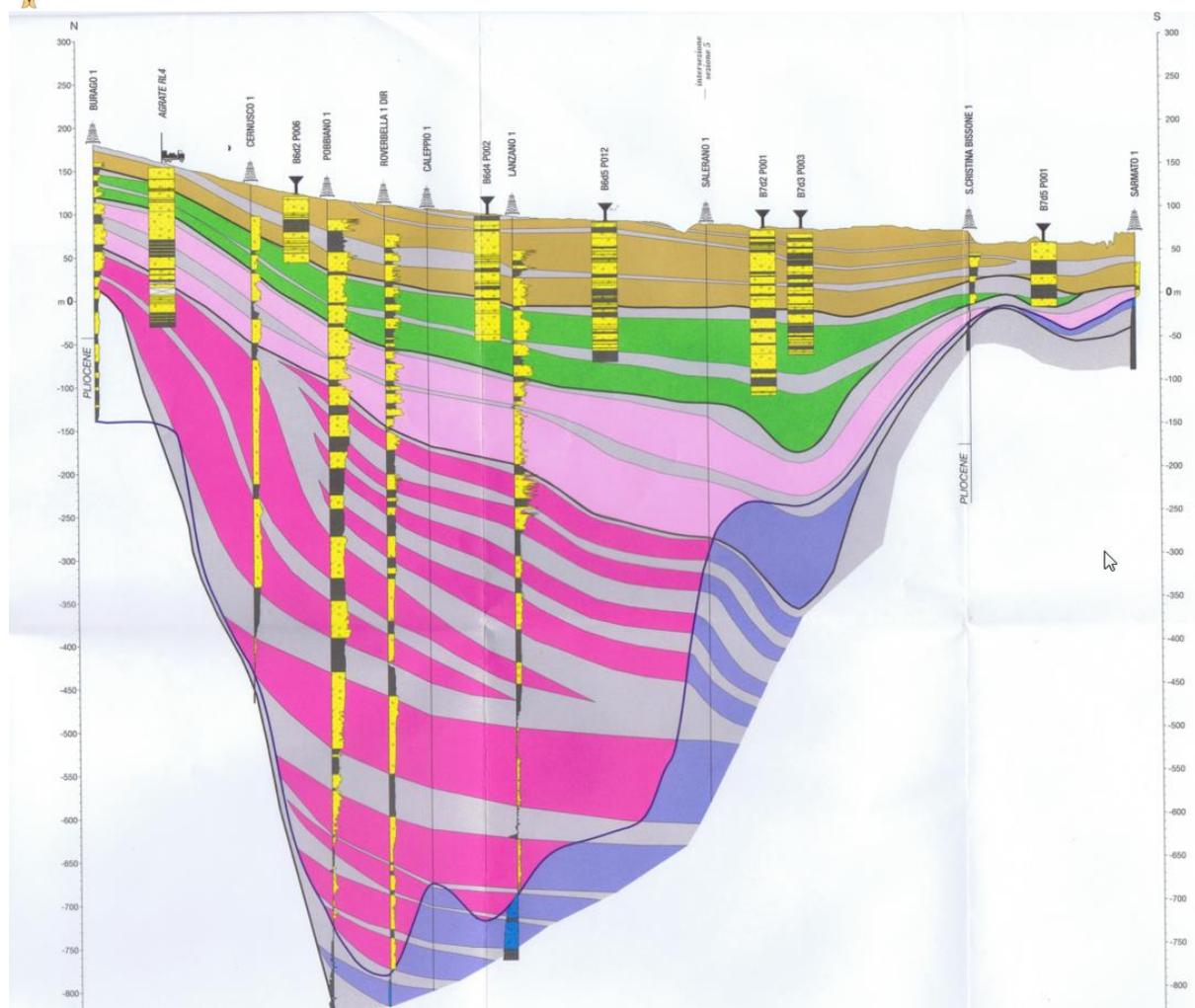


Fig. 12. Sezione idrogeologica a scala di bacino (da pubblicazione Regione Lombardia - Eni).

## 5.2 Idrogeologia locale e sezioni interpretative

Nel sottosuolo dell'area esaminata è possibile distinguere due unità idrogeologiche principali, in cui sono presenti acquiferi sfruttati dai pozzi per acqua.

Dalla superficie in profondità, si distingue una **prima unità ghiaioso-sabbiosa** caratterizzata da un'alternanza di ghiaie e sabbie, spesso cementate soprattutto nella porzione meno profonda (Ceppo), e da rare intercalazioni argillose. Si tratta del cosiddetto "acquifero tradizionale", contenente la falda libera, molto produttivo per l'elevata permeabilità dei depositi che lo costituiscono, di origine alluvionale e fluvioglaciale, sedimentato in ambienti ad alta energia. La permeabilità di tale acquifero aumenta soprattutto dove il Ceppo lascia il posto alle ghiaie e alle sabbie sciolte.

Il limite con la sottostante litozona, a pendenza in generale più forte della superficie topografica, è caratterizzato dalla presenza di avvallamenti, spesso dovuti ad antiche incisioni fluviali. La presenza di tali incisioni (paleovalvi), in genere a debole estensione trasversale, determina un aumento della portata naturale della falda, sia per l'aumento dello spessore dell'acquifero sia per la maggior permeabilità dei depositi che hanno riempito le fasce incise. Altre irregolarità



locali, nel contatto fra le due litozone rispetto all'andamento generale, potrebbero essere attribuite a movimenti differenziali del substrato, di probabile origine neotettonica.

Al contrario una netta diminuzione della trasmissività si ha quando il tetto della litozona inferiore, meno permeabile, si avvicina alla superficie: ciò avviene spesso in corrispondenza dei terrazzi ferrettizzati sia per la possibile conservazione di alti morfologico-strutturali, sia per erosione differenziale dei depositi argillosi nelle aree circostanti.

La **seconda litozona** segue in profondità, in corrispondenza dei depositi di transizione attribuiti al "Villafranchiano". È costituita da argille e limi con livelli e lenti sabbiose e/o ghiaiose. Vi possono essere presenti anche livelli torbosi, che indicano ambienti di sedimentazioni di tipo palustre, e fossili.

I livelli permeabili all'interno di questa seconda unità sono localmente intercomunicanti e l'acquifero presente è del tipo in pressione, con produttività in genere limitata. A volte l'acquifero profondo è collegato con l'acquifero superficiale, a causa di discontinuità e variazione in spessore dei livelli argillosi di separazione, tanto da poter essere considerati nell'insieme un unico acquifero multistrato. D'altro canto, a scala locale, possono esistere all'interno dello stesso acquifero superficiale livelli di materiali fini capaci di creare suddivisioni dell'acquifero, con la formazione di falde sospese.

Si sono riportate due sezioni idrogeologiche interpretative del sottosuolo del territorio esaminato, delle quali una avente direzione longitudinale mentre l'altra trasversale.

Nell'elaborazione del profilo interpretativo si sono esaminati i dati delle stratigrafie dei pozzi ad utilizzo idropotabile e/o industriale forniti dal Consorzio Acqua Potabile (CAP).

Come evidenziato in precedenza, dall'alto verso il basso, si distinguono due litozone formate da sedimenti caratterizzati da una certa uniformità litologica e granulometrica. Sono presenti banchi conglomeratici di notevole spessore, soprattutto nel settore centrale, in corrispondenza della litozona più superficiale. Qui si trova l'acquifero sfruttato dai pozzi per acqua ("acquifero tradizionale"), contenente la falda libera, molto produttivo sia per l'elevata permeabilità dei depositi che lo costituiscono sia perché viene alimentato direttamente, tramite l'infiltrazione delle acque meteoriche. Sono presenti anche livelli torbosi, che indicano ambienti di sedimentazioni di tipo palustre, e fossili, testimoni di una sedimentazione probabilmente di tipo marino e più raramente palustre.

I livelli torbosi si ritrovano comunque a notevole profondità, superiori a 60-70 metri e soprattutto nella porzione centro-meridionale rappresentato nelle sezioni.

L'acquifero presente in questa unità è del tipo in pressione, con produttività in genere limitata. A volte l'acquifero profondo è collegato con l'acquifero superficiale, tanto che possono essere considerati nell'insieme un unico acquifero multistrato.

Per esempio la presenza di paleovalvei molto incisi può mettere in comunicazione i due acquiferi: l'acquifero superficiale alimenta così l'acquifero in pressione.

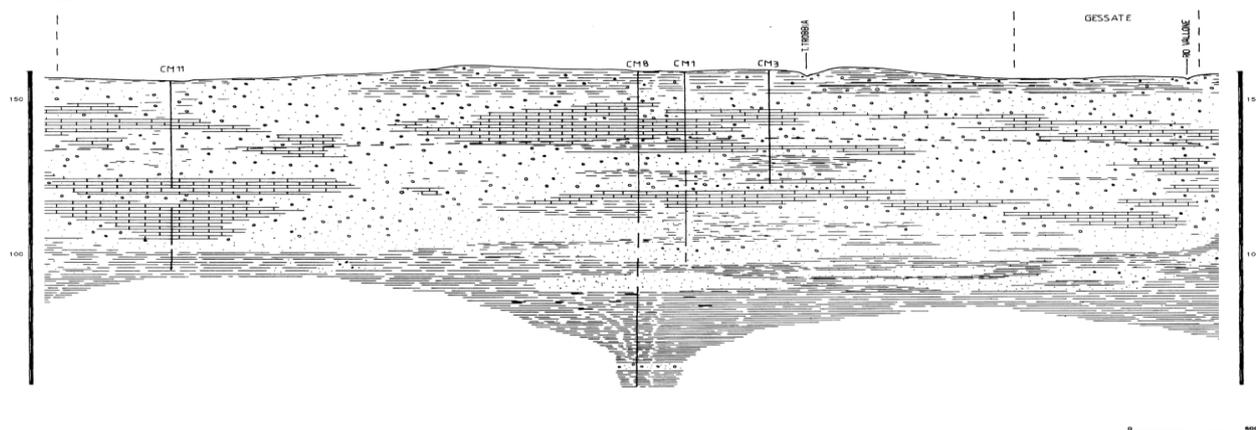


Fig. 13. Sezione idrogeologica W-E (fuori scala).

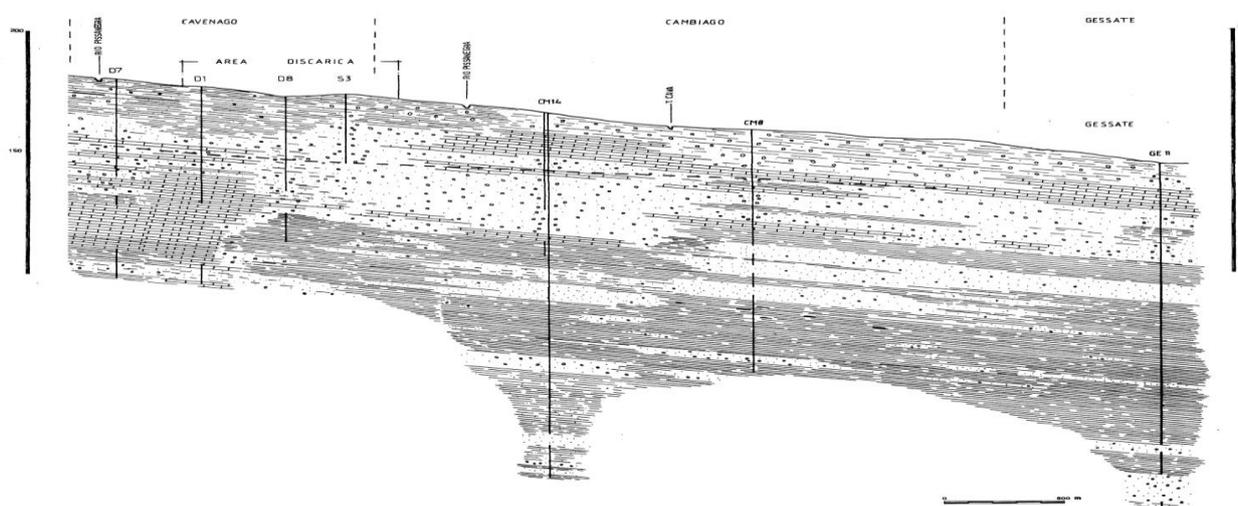


Fig. 14. Sezione idrogeologica N-S (fuori scala).

Sabbie, ghiaie e ciottoli che caratterizzano la prima litozona risultano avere, un'elevata permeabilità e trasmissività in virtù della granulometria grossolana, cosicché la maggior parte dei pozzi attinge l'acqua da esse.

Questi depositi permettono l'infiltrazione idrica sia dal letto dei corsi d'acqua sia dalle restanti superfici libere, in gran parte irrigue, aumentando in modo cospicuo la riserva idrica sotterranea ma anche, di conseguenza, le probabilità di un suo inquinamento. Nella litozona inferiore risultano prevalere limi e argille, al cui interno sono presenti lenti di sabbie a volte argillose.

### 5.3 Piezometria

Sono utilizzati anche i dati della "Rete di rilevamento regionale dei corpi idrici sotterranei" gestita per la Città Metropolitana di Milano dal Consorzio Acqua Potabile, che effettua misurazioni mensili su una rete di 182 pozzi.

Dall'esame della carta delle isopiezometriche elaborata, si nota come l'andamento del flusso idrico sia diretto da nord verso sud, in accordo con la distribuzione regionale. Le linee isopiezometriche mostrano un'escursione tra i valori di 140m s.l.m. a nord e 133m s.l.m. a sud.



La cadente piezometrica nell'area esaminata generalmente si attesta su valori attorno allo 0.5%, mentre nel settore meridionale la pendenza della falda diminuisce e il gradiente raggiunge valori pari a 0.3%. Tale diminuzione di gradiente può essere imputabile all'azione avvenante operata dalle acque di irrigazione provenienti dal canale Villoresi, nei mesi compresi tra maggio e settembre e da una progressiva diminuzione di granulometria, e quindi di permeabilità, dell'acquifero procedendo verso sud.

#### 5.4 Soggiacenza

La carta redatta riporta le aree di ugual soggiacenza; essa rappresenta un'elaborazione della precedente carta delle isopiezometriche, tenendo in considerazione anche le variazioni puntuali di quota.

Vi sono rappresentate tre classi di soggiacenza, una ogni cinque metri. La soggiacenza tende a diminuire muovendosi da nord verso sud, a causa della diminuzione del gradiente idraulico; tale diminuzione è inoltre riscontrabile al passaggio tra il terrazzo mindeliano e quello rissino, e fra quest'ultimo e il livello fondamentale della pianura. In questi casi, la diminuzione di soggiacenza è dovuta, oltre che alla variazione altitudinale, anche ad una più intensa alimentazione locale della falda dalla superficie dotata di maggiore capacità di infiltrazione.

In merito alle variazioni della falda, in Fig. 15 si riportano i dati disponibili per la falda profonda nel settore Nord e Sud del territorio comunale.

Falda profonda		
Soggiacenza (m da p.c.)		
Anno 2017	Minima	Massima
Nord	31	36
Sud	17	23

Fig. 15. Variazioni della soggiacenza nel territorio di Cambiagio (fonte C.A.P.).

#### 5.4.1 Idrochimica

In Fig. 16 sono riassunti i valori medi ponderati dei principali parametri chimici delle acque distribuite da BrianzAcque.

CONCENTRAZIONI MEDIE PONDERATE - CAMBIAGIO (ANNI 2015, 2016, 2017, 2018-primi semestre)																								
Anno di riferimento	pH	Conducibilità [µS/cm]	Residuo secco a 180° [mg/l]	Durezza Totale [°f]	Bicarbonato (HCO3) [mg/l]	Calcio (Ca) [mg/l]	Magnesio (Mg) [mg/l]	Sodio (Na) [mg/l]	Potassio (K) [mg/l]	Cloruri (Cl) [mg/l]	Fluoruri (F) [mg/l]	Nitrati (NO3) [mg/l]	Solfati (SO4) [mg/l]	Ammonio (NH4) [mg/l]	Nitriti (NO2) [mg/l]	Arsenico (As) [µg/l]	Cromo (Cr) [µg/l]	Manganese (Mn) [µg/l]	Microinquinanti tot [µg/l]	Solventi Clorurati tot [µg/l]	Tricloro + Tetracloroetilene [µg/l]	Escherichia Coli [UFC/100ml]	Enterococchi [UFC/100ml]	Batteri Coliformi a 37°C [UFC/100ml]
<b>limiti DL 31/01</b>	<b>6,5-9,5</b>	<b>2500</b>	<b>1500</b>	<b>50</b>				<b>200</b>		<b>250</b>	<b>1,5</b>	<b>50</b>	<b>250</b>	<b>0,5</b>	<b>0,5</b>	<b>10</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>0,5</b>	<b>30</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
2015	7.45	576	416	33	390	99	21	6	1	14	<0,3	37	27	<0,1	<0,03	1	<5	<5	0.05	4	2	0	0	0
2016	7.59	530	383	28	373	81	19	6	1	13	<0,3	32	23	<0,1	<0,25	1	<5	<5	0.04	2	2	0	0	0
2017	7.61	502	362	27	373	78	19	6	<1	12	<0,3	25	24	<0,10	<0,03	<1	<5	<5	<0,02	3	<1	0	0	0
2018	7.60	514	370	28	308	76	21	6	<1	11	<0,3	26	23	<0,1	<0,02	<1	<5	6	0.02	4	<1	0	0	0
27/03/2019	7.90	578	418	33		93	24	7	<1	12	<0,3	37	26	<0,1	<0,02	<1	<5	24	0.07					
22/01/2020	7.80	575	416	31	439	90	21	6	1	13	<0,3	37	27	<0,1	<0,03	<1	<5	6	0.08					

Fig. 16. Caratteristiche chimiche e chimico-fisiche distribuite in Comune Cambiagio.



### 5.5 Pozzi pubblici sul territorio comunale

Nel territorio comunale di Cambiago sono presenti n. 5 pozzi pubblici attivi, e n. 27 pozzi privati la cui ubicazione è riportata in **Tav. 3** (estratto in Fig. 18). Le profondità relative ai pozzi pubblici sono riassunte nella tabella seguente ed in appendice sono riportate le stratigrafie disponibili dei pozzi.

Cod. SIF Pozzo	Ubicazione	Quota (m s.l.m.)	Profondità (m)	Stato
150440001	VIA CESARE BATTISTI - SCUOLE	158,3	58,0	Attivo
150440002	VIA VITTORIO VENETO 23	159,8	100,0	Attivo
150440003	V.LE DELLE INDUSTRIE	171,0	160,0	Attivo
150440011	F.NE TORRAZZA VIA MAGELLANO 1	157,3	60,0	Attivo
150440013	V.LE DELL'INDUSTRIA	166,5	100,0	Attivo

### 5.6 Vulnerabilità

La vulnerabilità rappresenta la facilità con cui un acquifero può essere raggiunto da un inquinante introdotto sulla superficie del suolo. Maggiore è la vulnerabilità di un acquifero, più facilmente esso potrà essere contaminato da un carico inquinante rilasciato dalla superficie. La vulnerabilità intrinseca, in particolare, considera essenzialmente le caratteristiche litostrutturali, idrogeologiche e idrodinamiche del sottosuolo e degli acquiferi. I metodi di valutazione della vulnerabilità intrinseca degli acquiferi sono molteplici (DRASTIC, Aller et Al., 1987; GOD - Foster e Hirata 1987; SINTACS, Civita 1988; VOC, De Luca e Verga 1988). Essi si differenziano in base al grado di approfondimento delle fasi in cui si attua il processo di contaminazione di un acquifero (veicolazione del contaminante attraverso la zona non satura, e veicolazione e dispersione dello stesso nell'acquifero), attraverso l'utilizzo di parametri idonei a caratterizzarle.

Le metodologie proposte negli ultimi anni si basano su metodi differenti di valutazioni dei fattori della vulnerabilità, affrontando l'argomento con approcci ed impostazioni teoriche diversi. Se si eccettua il ricorso a modelli matematici, che però vengono usualmente applicati per l'analisi di dettaglio di singoli fenomeni di contaminazione, i metodi di valutazione della vulnerabilità di un acquifero si dividono fondamentalmente in tre categorie: metodi di zonazione per aree omogenee, metodi parametrici e metodi numerici. Nello specifico, al fine di indicare alcuni indici di vulnerabilità del territorio comunale, si è utilizzato il metodo parametrico a punteggio semplice definito GOD di Foster e Hirata.



### 5.6.1 Descrizione del metodo GOD

Il metodo GOD (acronimo di Groundwater occurrence, Overall lithology of aquifer, Depth to groundwater table or strike) è stato proposto da Foster e Hirata nel 1987. Tale metodo per la valutazione della vulnerabilità intrinseca di un acquifero considera tre fattori:

- **G** = tipologia della falda (libera, confinata, semiconfinata);
- **O** = tipo di acquifero, ed in particolare caratteristiche litologiche e grado di consolidazione delle rocce della zona non satura (per gli acquiferi non confinati) e dei livelli confinanti a tetto (per gli acquiferi confinati);
- **D** = soggiacenza della falda a superficie libera nel caso di acquifero non confinato o tetto dell'acquifero per gli acquiferi confinati.

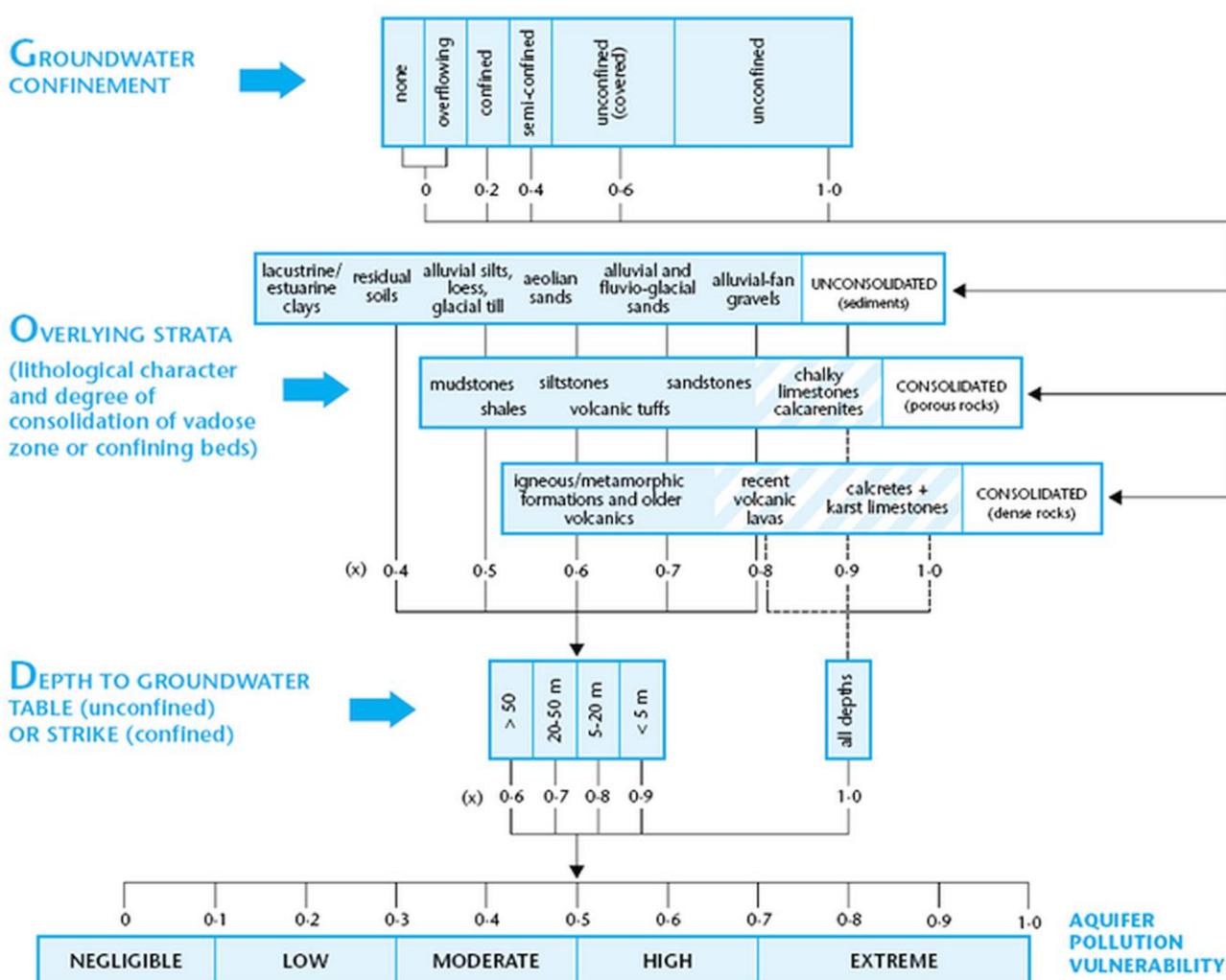


Fig. 17. Schema dei punteggi del metodo GOD.

Per quanto concerne il grado di confinamento (G), è possibile scegliere tra sei classi alle quali vengono attribuiti punteggi variabili tra 0 e 1. Alle caratteristiche litologiche (O) e allo stato di consolidazione delle rocce della zona non satura, per gli acquiferi non confinati, o degli strati confinanti, per gli acquiferi in pressione, compete un punteggio variabile tra 0,4



e 1. Alla soggiacenza della falda (D) a superficie libera nel caso di acquifero non confinato e alla profondità del tetto dell'acquifero, per gli acquiferi confinati, può essere assegnato un punteggio compreso tra 0,4 e 1.

La vulnerabilità intrinseca è valutata come il prodotto dei tre indici numerici corrispondenti ai parametri suddetti:

$$\text{Indice GOD} = G \cdot O \cdot D$$

L'Indice GOD è compreso tra 0 e 1 e corrisponde a cinque gradi di vulnerabilità individuati dagli autori, a cui si aggiunge la classe vulnerabilità inesistente o nulla in caso si sia in mancanza di acquifero (Fig. 17).

### 5.6.2 Applicazione del metodo GOD al territorio comunale

In funzione delle caratteristiche litologiche delle unità geologiche presenti nell'area, sono stati definiti due raggruppamenti:

- Depositi alluvionali di fondovalle (Unità Terrazzi Fluviali Recenti)
- Depositi fluvioglaciali (q1, q2e a2)

Tuttavia, nello specifico caso di Cambiagio, occorre tenere in considerazione anche il fenomeno degli "Occhi Pollini" che, localmente e purtroppo senza particolari segnali premonitori, può modificare il peso degli indici per quanto riguarda le aree interessate dai "Depositi Fluvioglaciali".

	G	O	D	G*O*D	Vulnerabilità Intrinseca
<b>Depositi alluvionali di fondovalle</b>	0.8	0.7	0.7	0.392	Moderata
<b>Depositi fluvioglaciali</b>	0.7(0.8)	0.7(0.9)	0.7(1)	0.343(0.68)	Moderata (Alta)

In tabella, per ognuno dei raggruppamenti di cui sopra e in funzione del grado di protezione, litologia e soggiacenza della falda, sono stati applicati i coefficienti G, O e D e calcolati i relativi indici GOD, da cui si è ricavato il grado di Vulnerabilità Intrinseca. Tra parentesi è indicato il caso in cui si verificassero gli occhi pollini, che per necessità di attribuzione del metodo sono valutati in merito al parametro O tra i sedimenti non consolidati e quelli sottoposti a fenomeni carsici.

L'elaborazione ha restituito per il territorio comunale una sola classe, corrispondente al grado di Vulnerabilità Intrinseca MODERATA, con possibilità (geograficamente e temporalmente imprevedibile) di diventare ALTA nei settori interessati da un grado di suscettività al fenomeno degli occhi pollini Alta e Molto Alta.

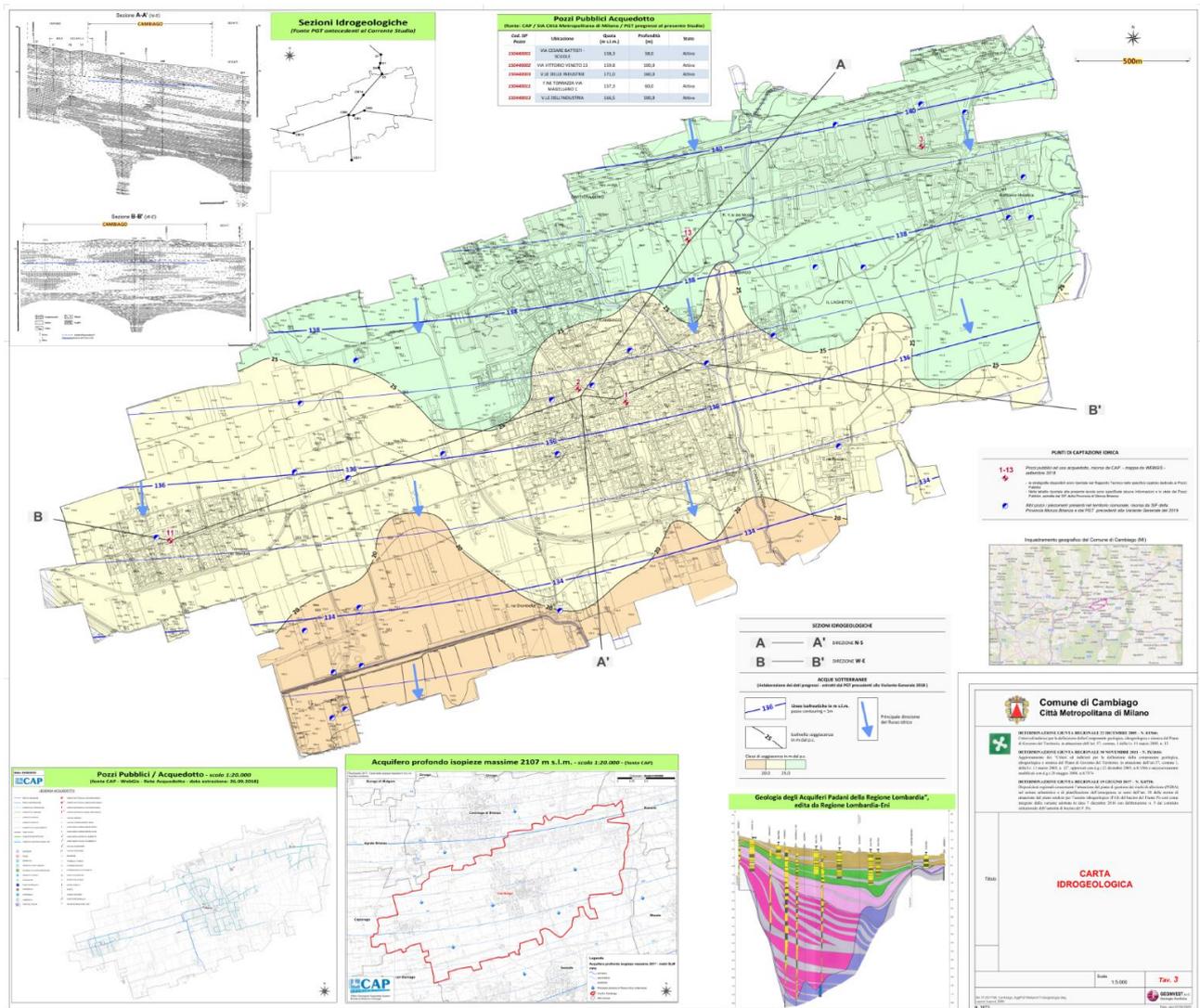


Fig. 18. Carta idrogeologica (Tav. 3, fuori scala).



## 6 ASSETTO IDROGRAFICO E IDRAULICO

### 6.1 Idrografia

Il territorio del comune di Cambiago può essere suddiviso in cinque bacini idrografici principali:

**A) Bacino della pianura di Cambiago est – Torrazza dei Mandelli:** comprendente il settore occidentale dell'area, è delimitato ad ovest dell'orlo del terrazzo intermedio e a sud dal canale Villoresi. È caratterizzato dall'assenza di corsi d'acqua; la funzione di smaltimento del surplus idrico viene pertanto assicurata dall'intero fondovalle, a buona permeabilità superficiale, della pianura wurmiana, verso la quale defluiscono le acque di ruscellamento provenienti dai circostanti terrazzi antichi e intermedi.

Gli eventuali problemi idrologici di quest'ambito sono pertanto legati, essenzialmente, all'ostruzione delle vie preferenziali di deflusso incanalato con espansioni urbane o con infrastrutture trasversali che riducano le superfici disponibili per l'infiltrazione delle acque o che ostacolino il loro scorrimento in superficie. Nell'ambito del territorio comunale, non sono comunque segnalati problemi rilevanti relativi a quest'ambito territoriale.

**B) Bacino del torrente Cava:** interessa una porzione limitata del territorio comunale compresa tra il limite settentrionale dell'abitato e l'autostrada MI-VE. Ad ovest dell'abitato confluisce nel T. Trobbia.

**C) Bacino dei torrenti Pissanegra-Trobbia:** comprendente la parte centrale e preponderante dell'intera superficie comunale posta sul terrazzo intermedio (Riss). Afferente al Fiume Molgora, raccoglie, a est di Cambiago, le acque del torrente Cava. È suddiviso in tre sottobacini, di cui il principale e più esteso gravita direttamente sul Trobbia (originato dalla confluenza del t. Pissanegra col t. Cava) mentre gli altri due scaricano sul primo attraverso due rogge minori a carattere temporaneo. Caratteristica dei suoli di queste aree è una minore permeabilità e, di conseguenza, una maggiore tendenza al ristagno superficiale delle acque meteoriche ove non ne sia opportunamente agevolato il deflusso.

A questo scopo sarebbe auspicabile la riattivazione e manutenzione del sistema di drenaggio superficiale (rogge, fossi e canaletti di scolo) in molti punti carente o del tutto mancante. Marcati fenomeni di ristagno si manifestano in modo evidente a nord della cascina Rocca.

**D) Bacino del Rio Vallone,** interessa la porzione orientale del pianalto. Le acque defluiscono direttamente verso il Rio Vallone soltanto nella ridotta porzione di territorio prossima alla scarpata morfologica che delimita la valle.

**E) Bacino irriguo del canale Villoresi,** ricopre l'esigua fascia compresa tra il canale stesso e il confine meridionale del territorio comunale. Questi terreni costituiscono l'unica zona irrigua sul territorio comunale servita da una fitta rete di acquedotti secondari, a cui possiamo però aggiungere una fascia di 500 metri a Nord del canale dove è possibile ricorrere ad irrigazioni di soccorso attraverso il pompaggio dell'acqua distribuita a pioggia.

Nel passato i deflussi superficiali verso i principali assi vallivi e verso le incisioni minori ed i corsi d'acqua venivano assicurati da una fitta rete di fossi di scolo delle acque, prevalentemente costituita da affossature temporanee



realizzate in concomitanza con le lavorazioni agricole dei suoli. Le trasformazioni subite negli ultimi anni dalle strutture aziendali e gli elementi di frammentazione e discontinuità introdotti nel tessuto agricolo dalle espansioni urbane e da alcune nuove infrastrutture viarie, hanno determinato una situazione complessiva di disordine e di abbandono di questa rete di fossi agricoli di scolo, accrescendo i problemi di smaltimento idrico sopra ricordati. Attualmente i deflussi superficiali avvengono in modo generalmente libero, orientandosi secondo la complessa morfologia delle superfici ondulate dei terrazzi, solcati dalle tracce di paleoalvei tuttora evidenziabili. Per una valutazione complessiva delle problematiche geoambientali che interessano quest'area è fondamentale ricordare l'aspetto qualitativo delle acque di superficie che l'attraversano, con i conseguenti rischi legati ai fenomeni di infiltrazione verso le falde e di inquinamento ambientale diffuso, a maggior ragione se si considerano connessi con l'uso irriguo di gran parte di queste acque.

### 6.1.1 Reticolo Idrografico Minore

Il Comune di Cambiagio, nell'ambito della presente variante, ha predisposto l'aggiornamento del precedente studio del Reticolo Idrico Minore redatto da IDRA Patrimonio. In Fig. 19 e in Fig. 20 sono riportati gli estratti delle cartografie del RIM aggiornate al 2019. Si rimanda a tale documento per tutto quanto attiene la definizione e il riconoscimento del reticolo idrico a livello comunale nonché per la definizione delle aree bagnate dei corsi d'acqua e relative fasce di rispetto.

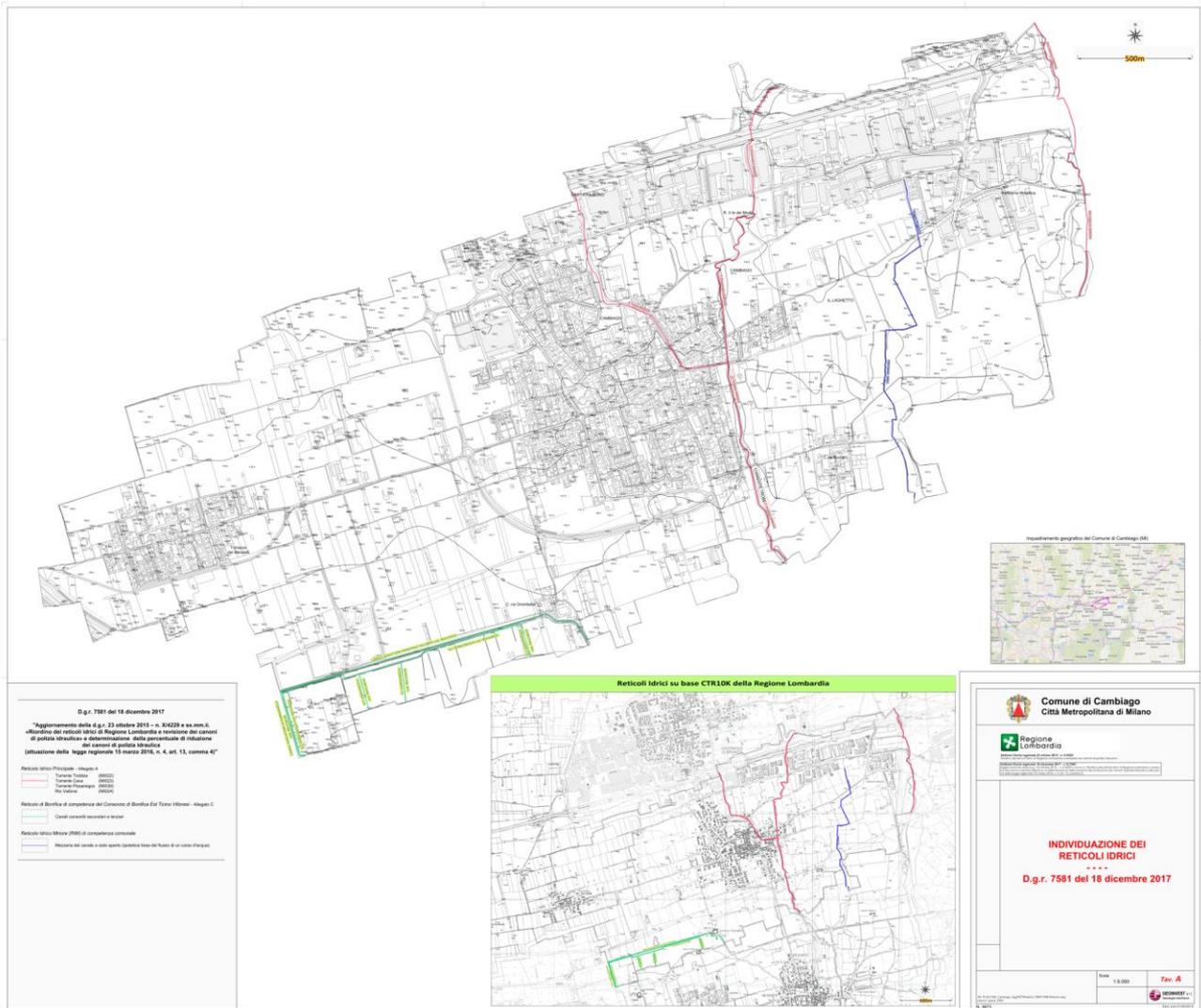


Fig. 19. Estratto fuori scala della Tav. A (reticolo idrico) dello Studio del RIM.

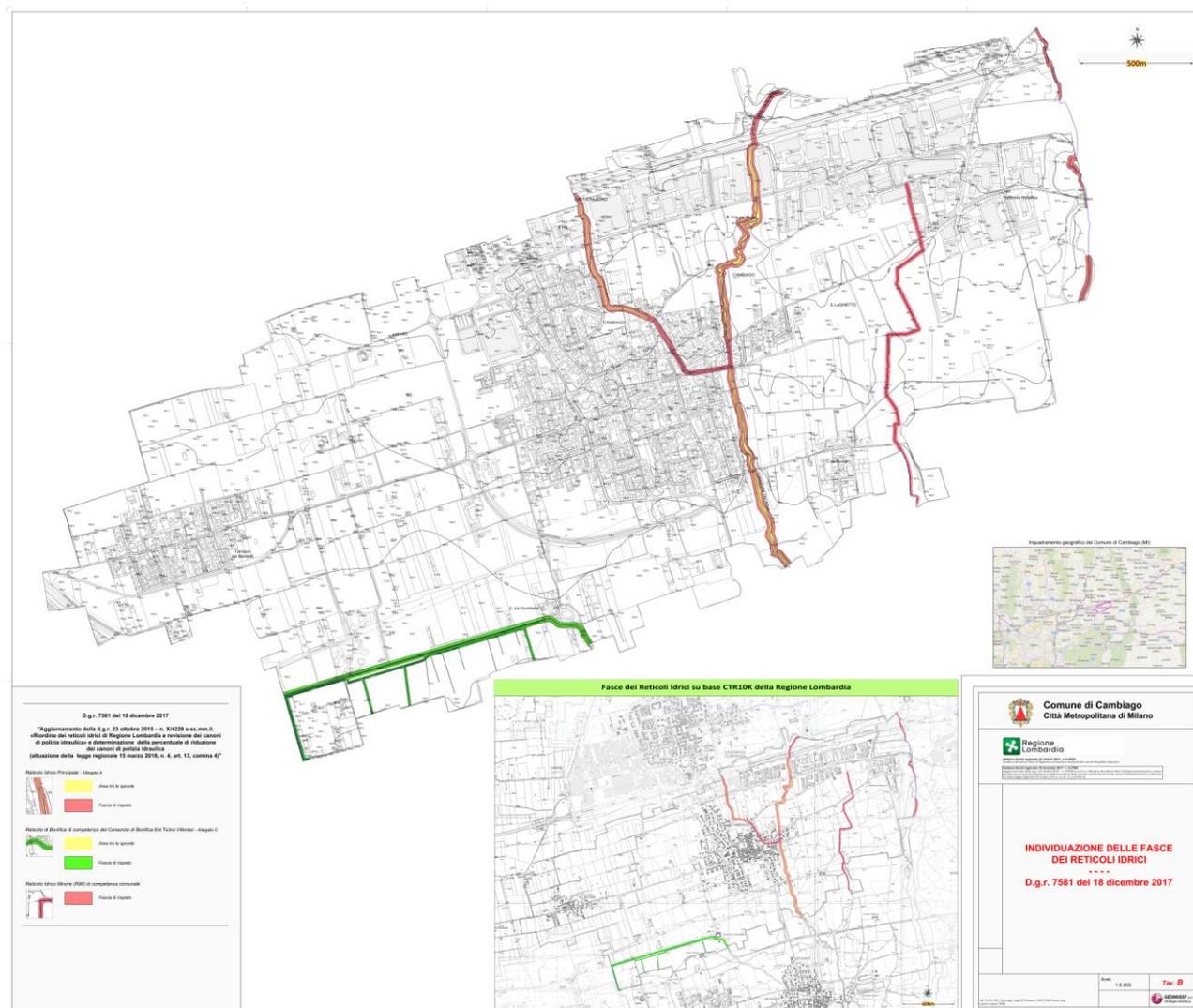


Fig. 20. Estratto fuori scala della Tav. B (fasce) dello Studio del RIM.

## 6.2 Elementi idraulici

Nella **Tav. 4 "Assetto Idrografico-Idraulico"** (Fig. 22) sono stati rappresentati i tratti di reticolo e gli elementi che possono presentare un rischio idraulico:

- opere di attraversamento potenzialmente interferenti con il Torrente Pissanegra, il Torrente Cava, il Torrente Trobbia ed il Rio Vallone (ponti e passerelle pedonali);
- rete fognaria (Fig. 21); le analisi dettagliate circa il rischio connesso al sistema fognario sono state inserite nel "Documento semplificato del rischio idraulico comunale".



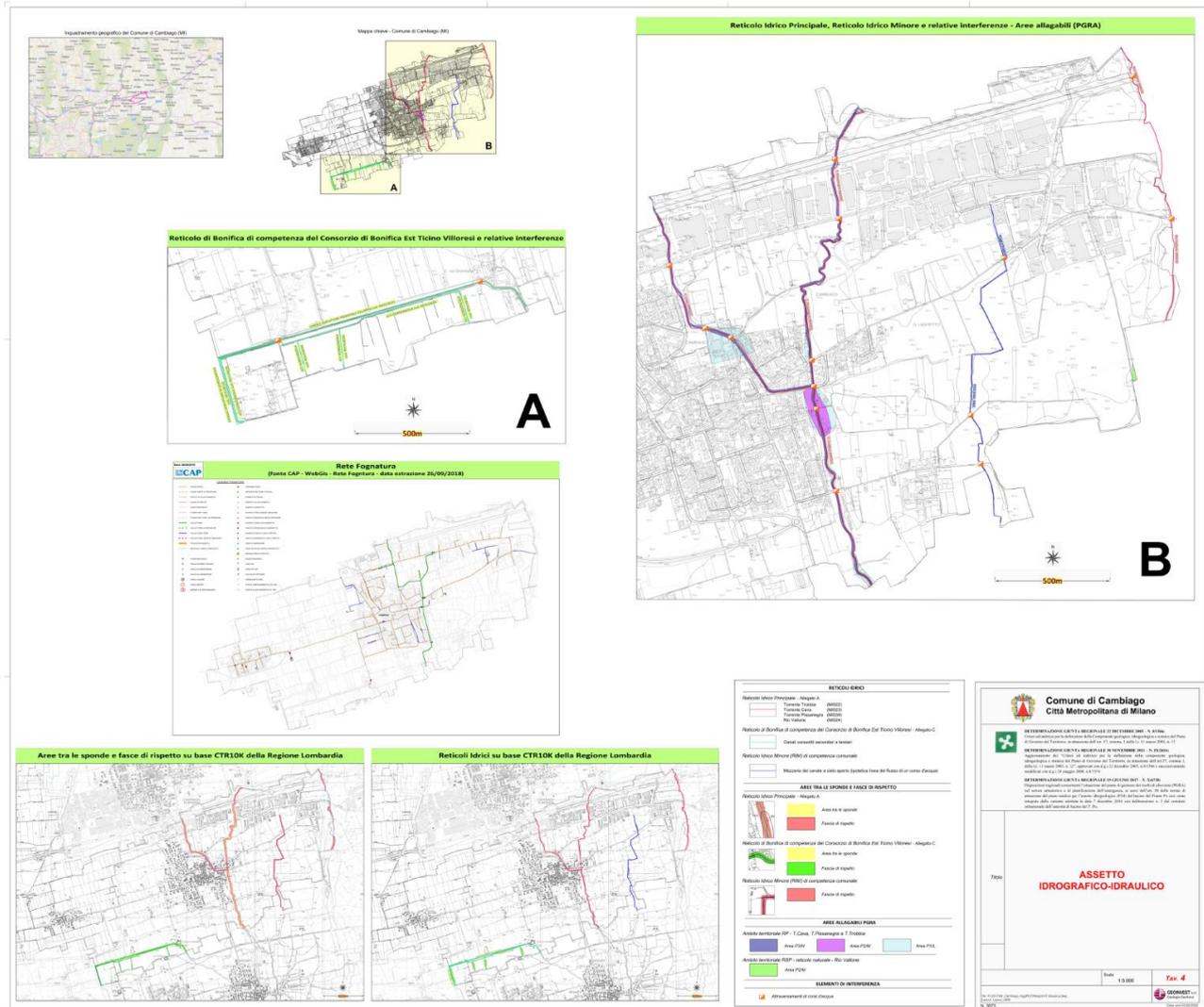


Fig. 22. Carta dell'assetto idrografico-idraulico (Tav. 4, fuori scala).



### 6.3 Attuazione PGRA

In funzione della d.g.r. del 19/06/2017 n. X/6738 (revisione mappe 2019), inerente le *“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’Assetti 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”*, le amministrazioni e gli enti pubblici *“devono prendere 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”*.

Le disposizioni di cui sopra dettano indirizzi e limitazioni d’uso del suolo, e comportano la necessità, per i Comuni interessati dalle aree allagabili del PGRA, di procedere obbligatoriamente ad una verifica di coerenza tra i contenuti del proprio strumento urbanistico (PGT) e il PGRA e, ove necessario, di procedere con l’adeguamento del PGT. Parimenti è necessario procedere con una verifica di coerenza tra il Piano di Emergenza Comunale (PEC) vigente e il PGRA e, ove necessario, procedere con l’aggiornamento del PEC.

Ai fini dell’applicazione delle presenti disposizioni si è reso necessario individuare, attraverso la sovrapposizione tra il nuovo quadro conoscitivo derivante dal PGRA e quello proprio dello strumento urbanistico comunale vigente:

- 1) le aree allagabili del territorio per le quali vigono e sono confermate norme, disposizioni, indirizzi, direttive che ne regolamentano l’uso e garantiscono adeguatamente la tutela di persone e beni in relazione a possibili fenomeni alluvionali;
- 2) le aree allagabili di nuova introduzione o oggetto di modifica, per le quali valgono le presenti disposizioni.

Nell’Allegato 2 della norma, per ciascun Comune lombardo, è riportata l’indicazione della presenza o meno di porzioni di territorio ricadenti entro le fasce fluviali del PAI vigenti e/o entro le nuove aree allagabili, in riferimento ai seguenti ambiti territoriali:

- Reticolo principale di pianura e di fondovalle (RP);
- Reticolo secondario collinare e montano (RSCM);
- Reticolo secondario di pianura naturale e artificiale (RSP);
- Aree costiere lacuali (ACL)



In Fig. 23 e Fig. 24 è mostrata la situazione del Comune di Cambiagio, in relazione a Pericolosità e Rischio, come presenti sul Geoportale Regionale.

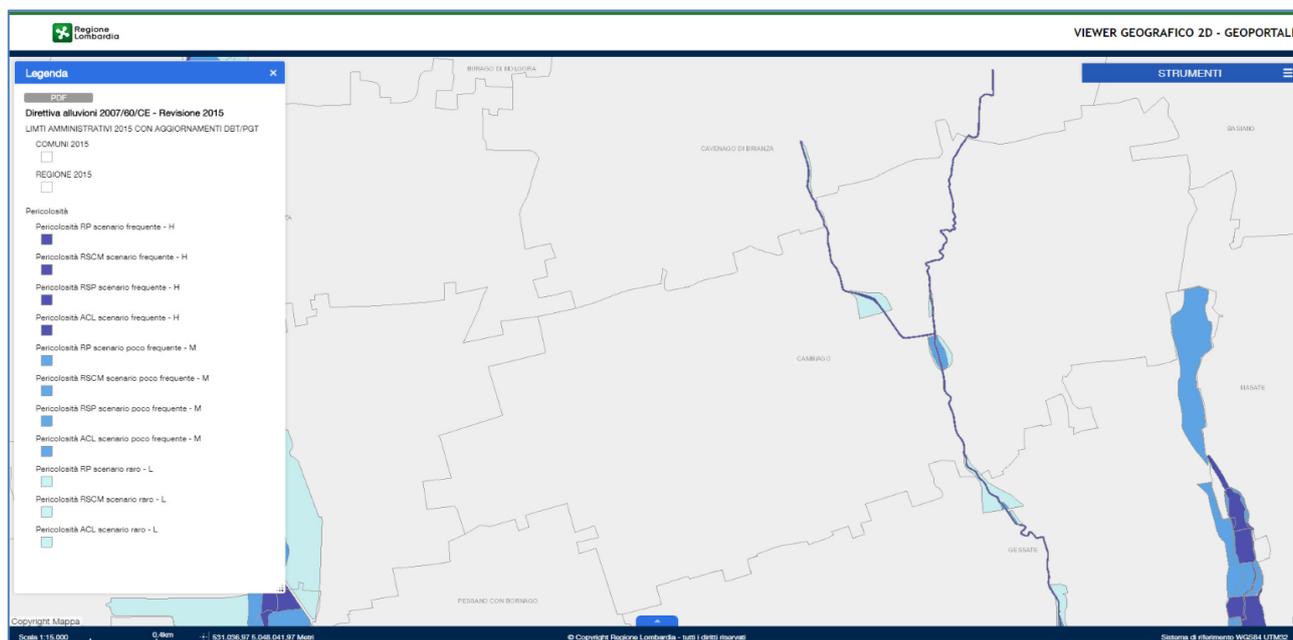


Fig. 23. Estratto del Geoportale di Regione Lombardia - Tema Pericolosità PGRA.



Fig. 24. Estratto del Geoportale di Regione Lombardia - Tema Rischio PGRA.



Dall’osservazione degli estratti si verifica che il Comune di Cambiagio è interessato dal PGRA per l’area che costeggia i Torrenti Cava, Pissanegra, Trobbia (ambito RP) e solo marginalmente il Vallone (ambito RSP).

COMUNE	PROVINCIA	CODICE ISTAT	AMBITO RP		AMBITO RSCM			AMBITO RSP				AMBITO ACL	
			COMUNI CON AREE ALLAGABILI IN AMBITO RP	COMUNI CON FASCE FLUVIALI PAI VIGENTI	COMUNI CON AREE ALLAGABILI IN AMBITO RSCM	COMUNI TENUTI ALL'AGGIORNAMENTO DELL'ELABORATO 2 DEL PAI DA D.G.R. VII/7365/2001	AMBITO RSCM AREE ALLAGABILI DERIVANTI DA STUDI DI SOTTOBACINO IDROGRAFICO, EVENTI ALLUVIONALI RECENTI O SEGNALATE DA COMUNI (PARAGRAFO 3.2 DELLE DISPOSIZIONI)	AREE ALLAGABILI CORRISPONDENTI ALLE AREE A RISCHIO IDROGEOLOGICO MOLTO ELEVATO DI TIPO IDRULICO GIÀ PRESENTI NEL PAI (NORME TITOLO IV)	COMUNI APPARTENENTI NELL'AMBITO RSP (NON TENUTI ALL'AGGIORNAMENTO DELL'ELABORATO 2 DEL PAI DA D.G.R. VII/7365/2001)	COMUNI CON AREE ALLAGABILI IN AMBITO RSP	AREE ALLAGABILI TRATTE DAI PGT DEI COMUNI (S - CARA DI SINTESI, P - CARTA PAI)	SEGNALAZIONI DI AREE ALLAGABILI DA CONSORZI DI BONIFICA	AREE ALLAGABILI DA STUDI SOVRACOMUNALI
CAMBIAGIO	MI	15044	X					X					

Fig. 25. Estratto dell'All. 2.

In funzione dell’All. 2 della d.g.r. del 19/06/2017 n. X/6738 (Fig. 25) e dei dati presenti nel Geoportale di Regione Lombardia le aree allagabili presenti nelle mappe del PGRA per l’ambito territoriale **RP** corrispondono a:

- Torrenti Cava, Pissanegra, Trobbia
  - Scenario frequente - H
  - Scenario poco frequente - M
  - Scenario raro – L

Le aree allagabili presenti nelle mappe del PGRA per l’ambito territoriale **RSP** sono rappresentate da lembi del:

- Rio Vallone
  - Eb Grado di Pericolosità P2/M

Tutto ciò osservato, come richiesto al paragrafo 5 dell’All. A e in accordo alle indicazioni dell’Allegato 5 della Deliberazione, specificatamente per la sola area interessata dal PGRA si è predisposta la nuova **Carta PAI-PGRA** (Fig. 26) (Tav. 5) e i relativi shape file opportunamente codificati.

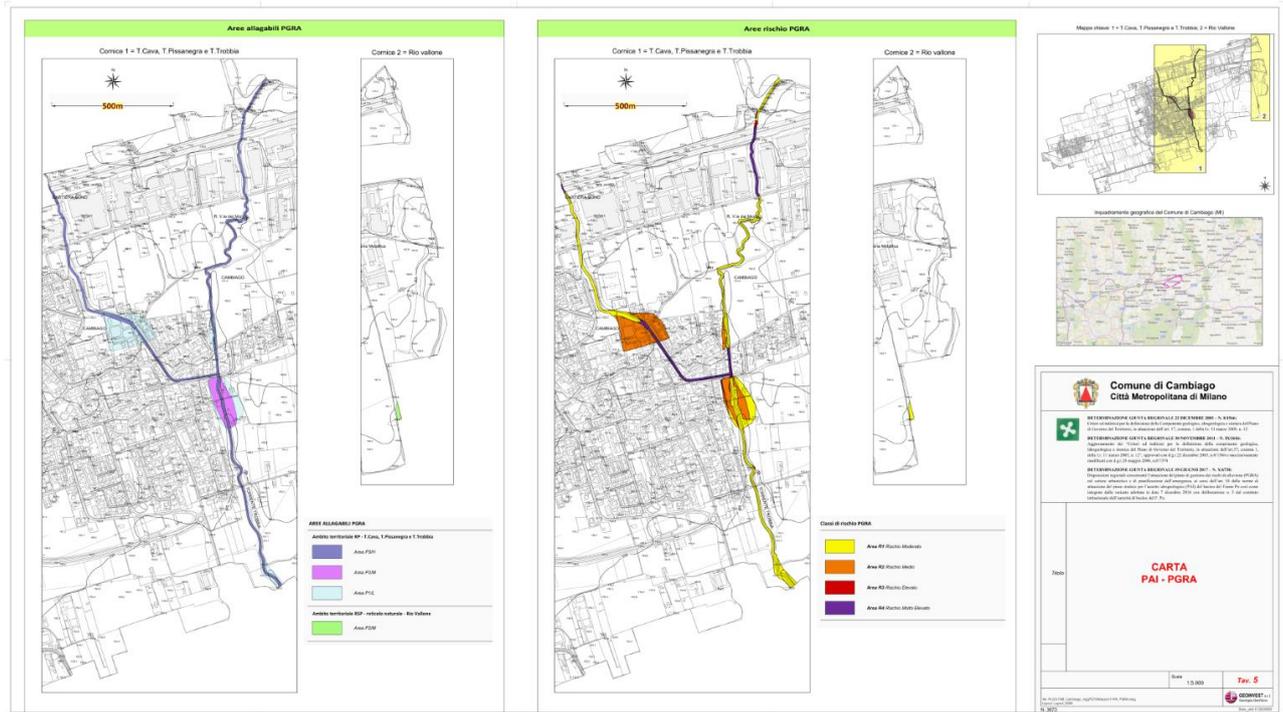


Fig. 26. Carta PAI-PGRA (ai sensi del par. 5, All. A della d.g.r. 16 giugno 2017, n. 6738 e ss.mm.ii.), Tav.5 fuori scala.



## 7 CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE

### 7.1 La normativa sismica

#### 7.1.1 Evoluzione normativa, pre 2003

L'individuazione delle zone sismiche, in Italia, è avvenuta agli inizi del 1900 attraverso lo strumento del Regio Decreto, emanato a seguito dei terremoti distruttivi di Reggio Calabria e Messina del 28 dicembre 1908.

Dal 1927 le località colpite sono state distinte in due categorie, in relazione al loro grado di sismicità ed alla loro costituzione geologica. Pertanto, la mappa sismica in Italia non era altro che la mappa dei territori colpiti dai forti terremoti avvenuti dopo il 1908, mentre tutti i territori colpiti prima di tale data - la maggior parte delle zone sismiche d'Italia - non erano classificati come sismici e, conseguentemente, non vi era alcun obbligo di costruire nel rispetto della normativa antisismica. La lista originariamente consisteva, quindi, nei comuni della Sicilia e della Calabria gravemente danneggiati dal terremoto del 1908, che veniva modificata dopo ogni evento sismico aggiungendovi semplicemente i nuovi comuni danneggiati.

La legislazione antisismica vigente è essenzialmente basata sull'apparato normativo costituito dalla **legge 2 febbraio 1974, n. 64**, recante *"Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche"*, che ha integralmente sostituito la legge 25 novembre 1962, n. 1684, nonché della legge 5 novembre del 1971, n. 1086, recante *"Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso e a struttura metallica"*.

È quindi solamente nel 1974, attraverso la legge n. 64, è stato stabilito il quadro di riferimento per le modalità di classificazione sismica del territorio nazionale, oltre che di redazione delle norme tecniche. Tale legge ha delegato il Ministro dei lavori pubblici:

- emanazione di norme tecniche per le costruzioni sia pubbliche che private, da effettuarsi con decreto ministeriale, di concerto con il Ministro per l'interno, sentito il Consiglio superiore dei lavori pubblici, e con la collaborazione del Consiglio nazionale delle ricerche (CNR);
- aggiornamento della classificazione sismica attraverso appositi decreti ministeriali.

Si ricorda che il carattere distintivo di tale legge è stata la possibilità di aggiornare le norme sismiche ogniqualvolta fosse giustificato dall'evolversi delle conoscenze dei fenomeni sismici, mentre, per la classificazione sismica si è operato, come per il passato, attraverso l'inserimento di nuovi comuni colpiti dai nuovi terremoti.

Successivamente, gli studi di carattere sismologico effettuati all'indomani del terremoto del Friuli Venezia Giulia del 1976 e di quello in Irpinia del 1980, svolti all'interno del Progetto finalizzato *"Geodinamica"* del CNR, hanno portato ad un notevole aumento delle conoscenze sulla sismicità del territorio nazionale ed hanno consentito la formulazione di una proposta di classificazione sismica presentata dal CNR al Governo, che è stata tradotta in una serie di **decreti del Ministero dei lavori pubblici approvati tra il 1980 ed il 1984**, che hanno costituito, pertanto, la classificazione sismica



italiana fino all'emanazione dell'ordinanza n. 3274 del 20 marzo 2003. La proposta del CNR, per la prima volta in Italia, è stata basata su indagini di tipo probabilistico della sismicità italiana e la classificazione sismica ha preso in considerazione tre categorie sismiche.

Relativamente, invece, alle **norme tecniche**, già con il **DM del 3 marzo 1975**, sono state emanate le prime disposizioni successivamente integrate da una serie di successivi decreti, tra cui si ricordano il DM 12 febbraio 1982, a sua volta sostituito dal **DM 16 gennaio 1996**, come modificato dal DM 4 marzo 1996, che ha provveduto ad integrare il DM del 3 marzo 1975 con alcune indicazioni contenute in alcune circolari ministeriali.

Su tale impianto normativo si è inserito il nuovo processo di distribuzione delle competenze fra Stato, regioni ed enti locali, attuato con le cd "leggi Bassanini" del 15 marzo 1997, n. 59. Conseguentemente, la competenza per l'**individuazione delle zone sismiche**, la formazione e l'**aggiornamento** degli elenchi delle medesime zone che, fino al 1998 era attribuita al Ministro dei lavori pubblici, è stata trasferita, con il **decreto legislativo n. 112 del 1998** - art. 94, comma 2, lett. a) - **alle Regioni**, mentre spetta allo **Stato** quella di definire i relativi **criteri generali** per l'individuazione delle zone sismiche e le **norme tecniche per le costruzioni** nelle medesime zone - art. 93, comma 1, lett. g).

Si ricorda, ancora, che tale residua competenza statale è rimasta incardinata nel Ministero dei Lavori Pubblici fino all'approvazione del decreto legislativo n. 300 del 1999, che l'ha assegnata alla neo istituita Agenzia di protezione civile e nuovamente attribuita al Dipartimento della protezione civile con il decreto legge n. 343 del 2001, convertito con modificazioni dalla legge n. 401 del 2001 che ha soppresso l'Agenzia, peraltro mai entrata nella piena operatività.

Inoltre, in conseguenza del riordino normativo della materia edilizia, le disposizioni antisismiche previste dalla legge n. 64 del 1974 sono confluite, con alcune modifiche, nel **DPR 6 giugno 2001, n. 380**, Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia, il cui Capo IV reca "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche", con disposizioni specifiche relative alle norme per le costruzioni in zone sismiche, alla relativa vigilanza, nonché alle modalità di repressione delle violazioni.

Il DPR n. 380, come modificato ed integrato dal decreto legislativo 27 dicembre 2002, n. 301, ha stabilito che tutte le costruzioni di rilievo per la pubblica incolumità, se realizzate in zone sismiche, devono essere conformi, oltre che alle disposizioni tecniche applicabili ad ogni tipo di costruzione edificata su tutto il territorio nazionale, anche a specifiche norme tecniche, la cui emanazione è affidata al Ministro dei lavori pubblici, di concerto con il Ministro dell'interno e sentito il Consiglio superiore dei lavori pubblici, il CNR, nonché la Conferenza unificata (art. 83). Negli articoli successivi sono state poi dettati i criteri generali cui dovranno uniformarsi le norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche.

### 7.1.2 La nuova normativa sismica a livello nazionale

Immediatamente dopo il terremoto del 31 ottobre 2002 che ha colpito i territori al confine fra il Molise e la Puglia, è emanata l'**Ordinanza del 20 marzo 2003, n. 3274 del Presidente del consiglio dei Ministri**, pubblicato sulla G.U. n. 105, S.O. n. 72 del 08/05/2003 "*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio*



nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica", al fine di fornire una risposta immediata alla necessità di aggiornamento della classificazione sismica e delle norme antisismiche.

Alla luce dell'ordinanza n. 3274 e, a differenza di quanto previsto dalla normativa precedente, **tutto il territorio nazionale è stato classificato come sismico e suddiviso in 4 zone**, caratterizzate da pericolosità sismica decrescente; tali zone sono individuate da 4 classi di accelerazione massima del suolo con probabilità di accadimento del 10% in 50 anni.

Zona 1	È la zona più pericolosa. Possono verificarsi fortissimi terremoti
Zona 2	In questa zona possono verificarsi forti terremoti
Zona 3	In questa zona possono verificarsi forti terremoti ma rari
Zona 4	È la zona meno pericolosa. I terremoti sono rari

A ciascuna zona è attribuito un valore dell'azione sismica utile per la progettazione, espresso in termini di accelerazione massima su roccia (zona 1=0.35 g, zona 2=0.25 g, zona 3=0.15 g, zona 4=0.05 g).

Le prime tre zone della nuova classificazione corrispondono, dal punto di vista degli adempimenti previsti dalla legge n. 64 del 1974, alle zone di sismicità alta, media e bassa, mentre per la zona 4, di nuova introduzione, viene data facoltà alle regioni di imporre l'obbligo della progettazione antisismica. Il collegamento tra la classificazione e le norme tecniche risulta, pertanto, molto stretto.

Oltre ai criteri per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone, con l'ordinanza sono state, infatti, approvate le seguenti norme tecniche (contenute negli allegati 2, 3 e 4 dell'ordinanza, di cui fanno parte integrante) che riguardano, per la prima volta, la quasi totalità di tipologie di costruzioni: edifici, ponti ed opere di fondazione e di sostegno dei terreni.

L'art. 2, comma 2, dell'ordinanza n. 3274 prevede l'applicazione delle norme tecniche previgenti per le seguenti opere:

- opere i cui lavori siano già iniziati;
- opere pubbliche già appaltate o i cui progetti siano stati già approvati alla data della presente ordinanza;
- opere di completamento degli interventi di ricostruzione in corso.

Viene altresì previsto, in tutti i restanti casi, la possibilità di continuare ad applicare le norme tecniche previgenti per non oltre 18 mesi, termine più volte prorogato da una serie di successive ordinanze, di cui l'ultima – la n. 3467 del 2005 – ne ha differito l'applicabilità al **23 ottobre 2005**, data di **entrata in vigore** della nuova disciplina antisismica introdotta dal **DM 14 settembre 2005**.

Con l'ordinanza n. 3274 lo Stato ha provveduto a fissare i criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche, dando mandato alle **regioni**, in armonia con il dettato dell'art. 112 del decreto legislativo n. 112 del 1998, per l'**individuazione delle zone sismiche**.



Alle regioni, compete, quindi, la predisposizione dell'elenco dei comuni classificati rispettivamente in zona 1, 2, 3 e 4. Per procedere a tale identificazione le regioni potevano elaborare in proprio una mappa di pericolosità sismica regionale, oppure utilizzare quella fornita dallo Stato per tutto il territorio nazionale e allegata ai criteri per l'individuazione delle zone sismiche nella veste dell'elenco di tutti i comuni italiani con la loro classificazione sismica.

Con il **DM 14 settembre 2005** sono state quindi approvate le **Norme tecniche per le costruzioni**, allo scopo di riunire in un unico testo la disciplina tecnica relativa alla progettazione ed all'esecuzione delle costruzioni e di realizzarne nel contempo l'omogeneizzazione e la razionalizzazione.

Il testo, composto da un'introduzione e dodici capitoli, rappresenta una messa a punto completa della complessa normativa in materia di costruzioni, relativa alla progettazione strutturale degli edifici ed alle principali opere di ingegneria civile, accanto alle caratteristiche dei materiali e dei prodotti utilizzati, e consiste, inoltre, in un ampio aggiornamento del quadro legislativo nazionale in campo strutturale, basato sulle leggi fondamentali n. 1086 del 1971 e n. 64 del 1974.

Da ultimo occorre accennare che l'entrata in vigore del DM 14 settembre 2005 ha determinato la piena operatività della nuova classificazione sismica, comportando la necessità dell'applicazione dell'**art. 104 del T.U. in materia edilizia, n. 380 del 2001**, relativo alle *"Costruzioni in corso in zone sismiche di nuova classificazione"*. In base a tale articolo, coloro che in una zona sismica di nuova classificazione avevano iniziato una costruzione prima dell'entrata in vigore del provvedimento di classificazione, erano tenuti a farne denuncia, entro quindici giorni dall'entrata in vigore del provvedimento stesso, al competente ufficio tecnico della regione.

Le novità introdotte con l'ordinanza sono state pienamente recepite e ulteriormente affinate, grazie anche agli studi svolti dai centri di competenza (Ingv, Reluis, Eucentre). Un aggiornamento dello studio di pericolosità di riferimento nazionale (Gruppo di Lavoro, 2004), previsto dall'opcm 3274/03, è stato adottato con l'**Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3519** del 28 aprile **2006** e ha previsto la suddivisione delle zone sismiche in relazione all'accelerazione di picco su terreno rigido:

Zona sismica	Accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (ag)
1	$ag > 0.25$
2	$0.15 < ag \leq 0.25$
3	$0.05 < ag \leq 0.15$
4	$ag \leq 0.05$

Nel rispetto degli indirizzi e criteri stabiliti a livello nazionale, alcune Regioni hanno classificato il territorio nelle quattro zone proposte, altre Regioni hanno classificato diversamente il proprio territorio, ad esempio adottando solo tre zone (zona 1, 2 e 3) e introducendo, in alcuni casi, delle sottozone per meglio adattare le norme alle caratteristiche di sismicità. Qualunque sia stata la scelta regionale, a ciascuna zona o sottozona è attribuito un valore di pericolosità di base, espressa in termini di accelerazione massima su suolo rigido (ag). Tale valore di pericolosità di base non ha però



influenza sulla progettazione. Dal 1 luglio 2009, con un anno di anticipo rispetto a quanto in previsione anche a causa del terremoto che ha colpito l'Abruzzo nell'Aprile 2009, entra in vigore il **decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 14.01.2008**, anche conosciuto come **NTC2008** (*Norme Tecniche delle Costruzioni del 2008*); tali norme d'altronde erano completamente operative in quanto a Febbraio 2009 è stata pubblicata sulla gazzetta ufficiale la **Circolare del Ministero delle Infrastrutture n.617 del 2 febbraio 2009** recante le istruzioni per l'applicazione delle nuove norme. Tali norme hanno colmato le lacune presenti nel Testo Unico del 2005 e non solo si sono allineate con gli Eurocodici, ma si pongono tra le più avanzate a livello mondiale.

I dodici capitoli che le compongono, confermando la natura prestazionale delle norme già parzialmente anticipata nel T.U. del 2005, hanno comportato una sensibile variazione della filosofia delle verifiche ed hanno introdotto il concetto di pericolosità sismica locale: è stata abbandonata la concezione del territorio italiano diviso in zone sismiche ed è stata formulata una completa zonizzazione mediante adozione di un reticolo i cui vertici sono dotati di caratteristiche puntuali di pericolosità sismica.

Ricapitolando, le Norme Tecniche per le Costruzioni (Decreto Ministeriale del 14 gennaio 2008), hanno modificato il ruolo che la classificazione sismica aveva ai fini progettuali: per ciascuna zona – e quindi territorio comunale – dove precedentemente veniva fornito un valore di accelerazione di picco e quindi di spettro di risposta elastico da utilizzare per il calcolo delle azioni sismiche.

Dal 1 luglio 2009 con l'entrata in vigore delle Norme Tecniche per le Costruzioni del 2008, per ogni costruzione ci si doveva invece riferire ad una accelerazione di riferimento "propria" individuata sulla base delle coordinate geografiche dell'area di progetto e in funzione della vita nominale dell'opera. Un valore di pericolosità di base, dunque, definito per ogni punto del territorio nazionale, su una maglia quadrata di 5 km di lato, indipendentemente dai confini amministrativi comunali.

La classificazione sismica (zona sismica di appartenenza del comune) rimane utile solo per la gestione della pianificazione e per il controllo del territorio da parte degli enti preposti (Regione, Genio civile, ecc.).

Infine, il 20 febbraio 2018 in Gazzetta Ufficiale sono state pubblicate le nuove **Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2018)**, approvate con Decreto del Ministero delle Infrastrutture il 17/01/2018. Le nuove norme, composte da un decreto (tre articoli e un allegato di 12 capitoli) e una circolare esplicativa, entrano in vigore il 22/03/2018.

Per ciò che riguarda in particolare la componente geologica, si segnala la riformulazione delle categorie di sottosuolo, che vede eliminate le classi S1 e S2 e meglio definite le altre classi, chiarendo che la priorità è quella dello studio della Risposta Sismica Locale eliminando la possibilità di una classificazione diretta sulla base del valore del NSPT e della resistenza non drenata. È stata lasciata però al progettista la facoltà di determinare la velocità di propagazione delle onde di taglio nel terreno utilizzando correlazioni empiriche (a scelta del progettista e consolidate nella letteratura scientifica) con i risultati di prove in sito.

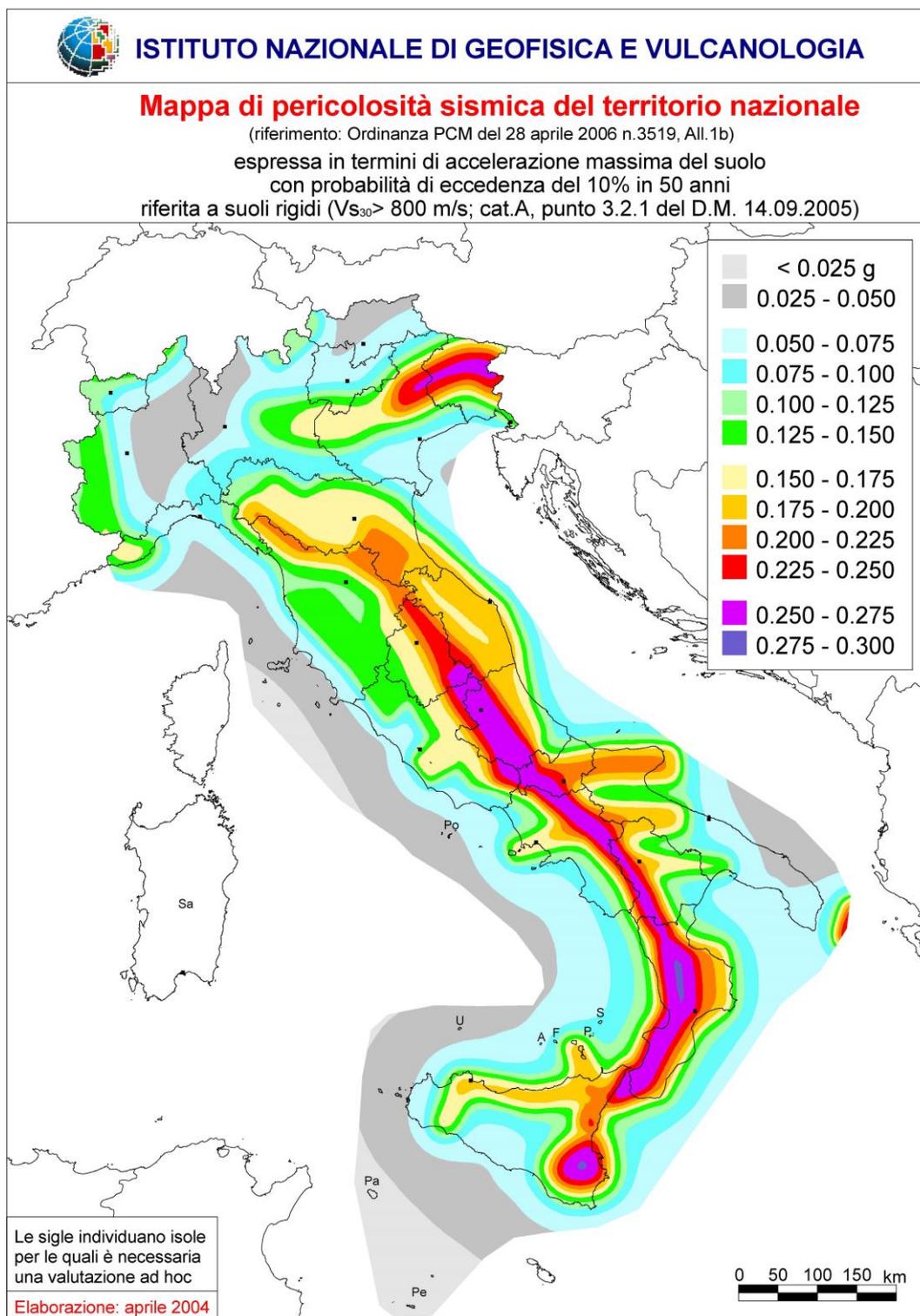


Fig. 27 - Mappa di Pericolosità Sismica del territorio nazionale (OPCM 3519/2006).



### 7.1.3 Normativa sismica a livello regionale

In relazione all'Ordinanza n. 3274/2003, Regione Lombardia ha emanato la d.g.r. 7 novembre 2003, n. 7/14964, che ha preso atto della classificazione fornita in prima applicazione dalla citata Ordinanza. Successivamente, con **d.g.r. 11/07/2014 – n.10/2129**, la Regione Lombardia definisce una nuova classificazione sismica riportata nella Fig. 28 seguente

Mappa di classificazione sismica dei comuni lombardi

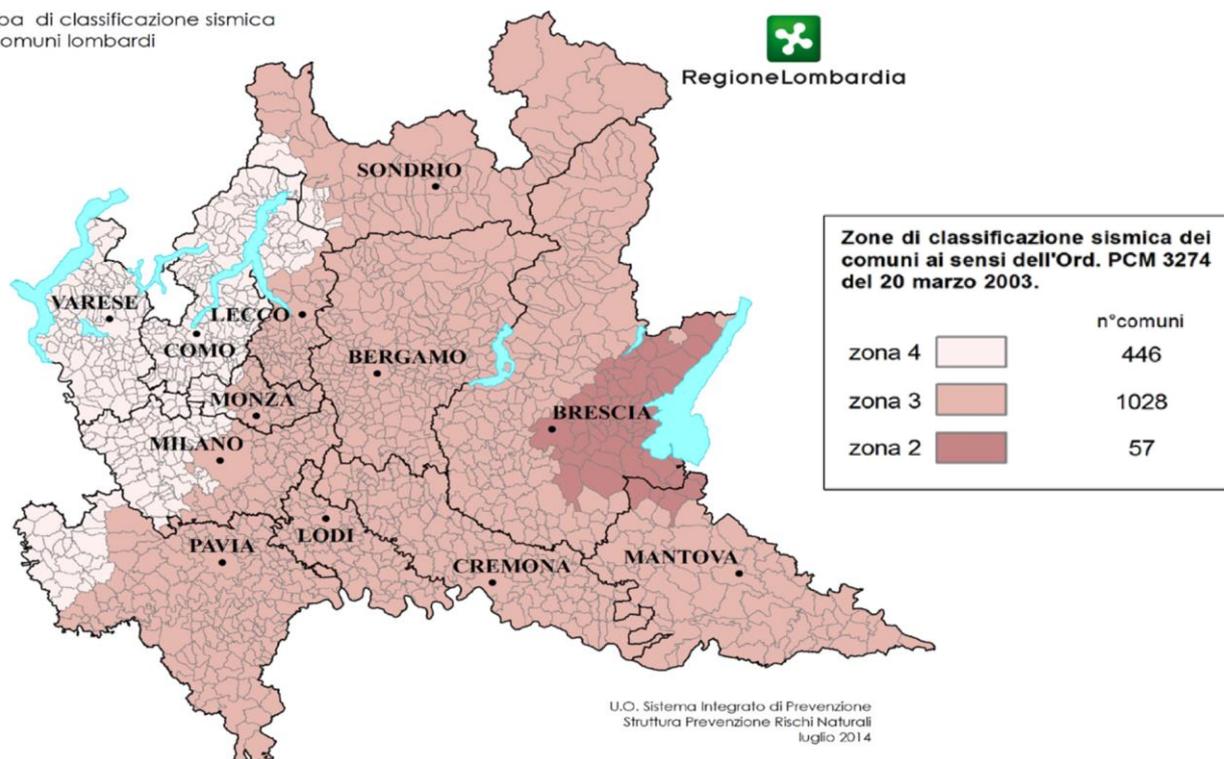


Fig. 28. Classificazione sismica dei comuni lombardi (d.g.r. 2129/2014).

A seguire, la d.g.r. 10/10/2014 – n.10/2489 – “Differimento del termine di entrata in vigore della nuova classificazione sismica del territorio approvata con d.g.r. 21 Luglio 2014, n. 2129 “Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia” (l.r. 1/2000, art.3, comma 108, lettera d)” deliberò di:

- differire al 14 ottobre 2015 il termine dell'entrata in vigore della d.g.r. 21 luglio 2014, n.2129;
- disporre che nelle more dell'entrata in vigore della nuova classificazione sismica, nei Comuni che saranno riclassificati dalla Zona 4 alla Zona 3 e dalla Zona 3 alla Zona 2, tutti i progetti delle strutture riguardanti nuove costruzioni – pubbliche e private – siano redatti in linea con le norme tecniche vigenti, rispettivamente, nelle Zone 3 e 2.

Più recentemente la Giunta Regionale ha approvato la **d.g.r. n. X/5001 del 30 marzo 2016**, che indica le linee di indirizzo e coordinamento per l'esercizio delle funzioni trasferite ai comuni in materia sismica, ai sensi degli artt. 3, comma 1, e 13, comma 1, della l.r. **33/2015**.



La nuova zonazione sismica e la l.r. 33/2015 sono entrambe efficaci dal 10 aprile 2016.

In particolare, la l.r. 33/2015 aggiorna la normativa sulle costruzioni in zona sismica adeguandola al D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380 (Testo Unico in materia Edilizia).

Le nuove norme si applicano ai lavori di cui all'art. 93, comma 1, del D.P.R. 380/2001 ("costruzioni, riparazioni e sopraelevazioni"), relativi a opere pubbliche o private localizzate nelle zone dichiarate sismiche, comprese le varianti influenti sulla struttura che introducano modifiche tali da rendere l'opera stessa, in tutto o in parte, strutturalmente diversa dall'originale o che siano in grado di incidere sul comportamento sismico complessivo della stessa.

Le novità immediate introdotte dalla l.r. 33/2015 e dalla d.g.r. 5001/2016 sono:

- trasferimento ai comuni delle competenze in materia di opere o costruzioni e vigilanza in zone sismiche, per le opere ricadenti sul loro territorio
- per i comuni in zona sismica 2 (alta sismicità): obbligo dell'autorizzazione preventiva all'avvio dei lavori
- per i comuni in zona 3 e 4 (sismicità bassa e molto bassa): obbligo del deposito della documentazione relativa al progetto prima dell'avvio dei lavori
- attività di controllo sistematico degli interventi relativi a opere o edifici pubblici o, in genere, edifici destinati a servizi pubblici essenziali, ovvero progetti relativi ad opere comunque di particolare rilevanza sociale o destinate allo svolgimento di attività, che possono risultare, in caso di evento sismico, pericolose per la collettività
- attività di controllo su tutti gli altri tipi di edifici in tutte le zone sismiche.

In termini di adeguamento della componente sismica del PGT occorre fare riferimento a:

- **d.g.r. 22 dicembre 2005 – n. 8/1566** (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)
- **d.g.r. 30 novembre 2011 – n.9/2616** (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, comma 1, della l.r. 11 marzo 2005, n.12", approvati con d.g.r. 22 dicembre 2005, n. 8/1566 e successivamente modificati con d.g.r. 28 maggio 2008, n. 8/7374)

La direttiva **d.g.r. 30 novembre 2011 – n.9/2616** era stata redatta in conformità al **D.M. 14 gennaio 2008 "Norme tecniche per le costruzioni"** da cui furono riprese le indicazioni relative all'azione sismica.



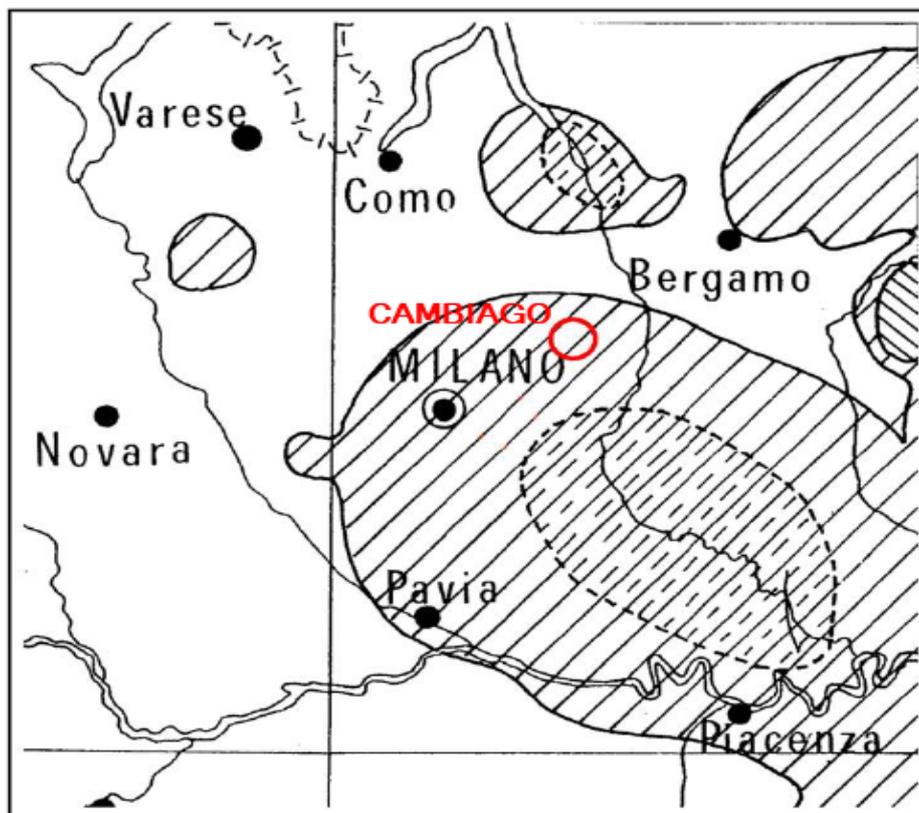
## 7.2 Attività sismica ed elementi neotettonici e strutturali, con cenni sulla sismicità del territorio

L'area comunale e quella provinciale nel suo complesso risultano caratterizzate da eventi sismici piuttosto sporadici e di intensità massima rilevata dell'ordine del VI° della scala Mercalli, come riscontrabile dai seguenti riferimenti bibliografici:

- *"Carta sismica d'Italia per il periodo 1893 - 1965 con le aree di massima intensità"* alla scala 1:1.000.000 a cura di E. Iaccarino per il Comitato Nazionale Energia Nucleare - Gruppo Attività Minerarie; Boschi E., Favali P., Scalera G. & Smeriglio G. (1995) - Fig. 29;
- *Massima intensità macrosismica risentita in Italia*. Carta scala 1:1.500.000, Istituto Nazionale di Geofisica - Fig. 30;
- Carta degli Ipocentri (Gasperini et al.) - Fig. 31;
- Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani 2015 - Database Macrosismico Italiano 2015 (INGV) - Fig. 32 e Fig. 33.

Altre analisi (es. Molin D., Stucchi M. & Valensise G., 1996 - *Carta delle massime intensità macrosismiche osservate nei comuni della Regione Lombardia*. "Sicurezza - 96" - Milano Fiera, 26-30/11/96 - Fig. 34) includono il territorio comunale di Cambiago tra le aree in cui l'intensità massima dei sismi non ha superato in passato il VI° della scala MCS, dove gli effetti massimi attesi consistono in forti scuotimenti e possibilità di danni occasionali di lieve entità.

I maggiori terremoti lombardi si sono sviluppati nella zona bresciana, mentre nell'area milanese gli eventi tellurici hanno sviluppato una magnitudo poco rilevante ed hanno risentito indirettamente dell'attività sismica dei comparti sismogenetici confinanti (aree appenniniche e zona bresciana in particolare).



LEGENDA



Aree che sono state interessate da eventi sismici con intensità massima rilevata pari al VI° grado della Scala Mercalli.



Aree che sono state interessate da eventi sismici con intensità massima rilevata pari al VI° - VII° grado della Scala Mercalli.

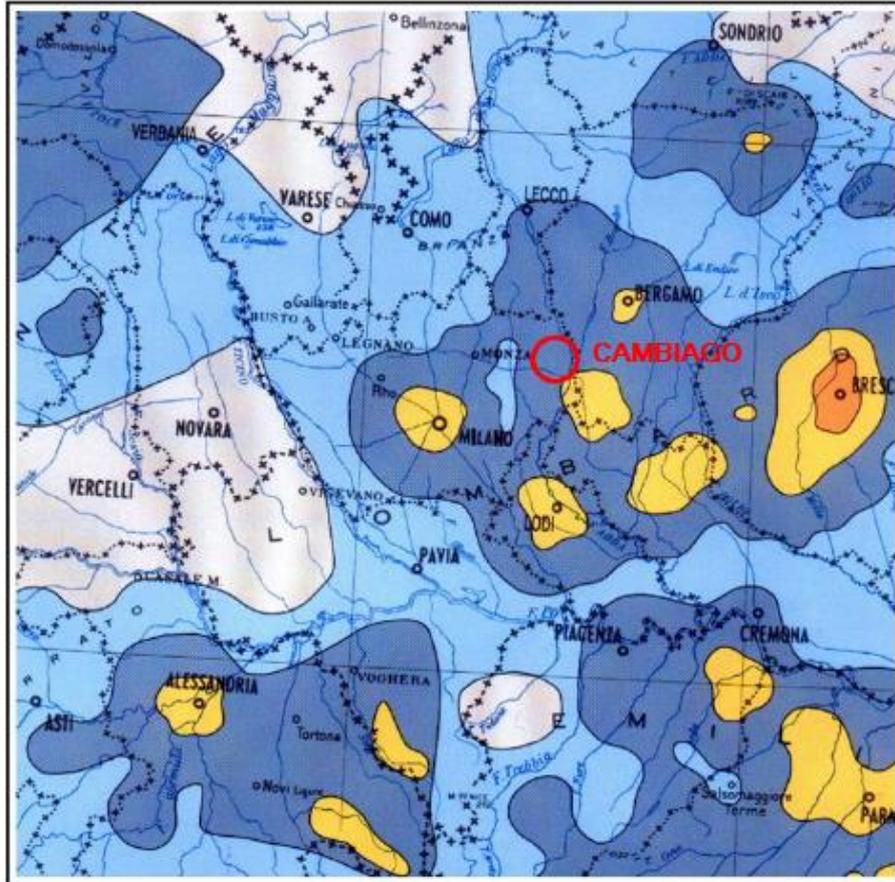


Aree che sono state interessate da eventi sismici con intensità massima rilevata pari al VII° grado della Scala Mercalli.

UBICAZIONE DELL'AREA DI INTERESSE



Fig. 29. Estratto della Carta Sismica d'Italia, periodo 1893-1965, con Aree di Massima Intensità.

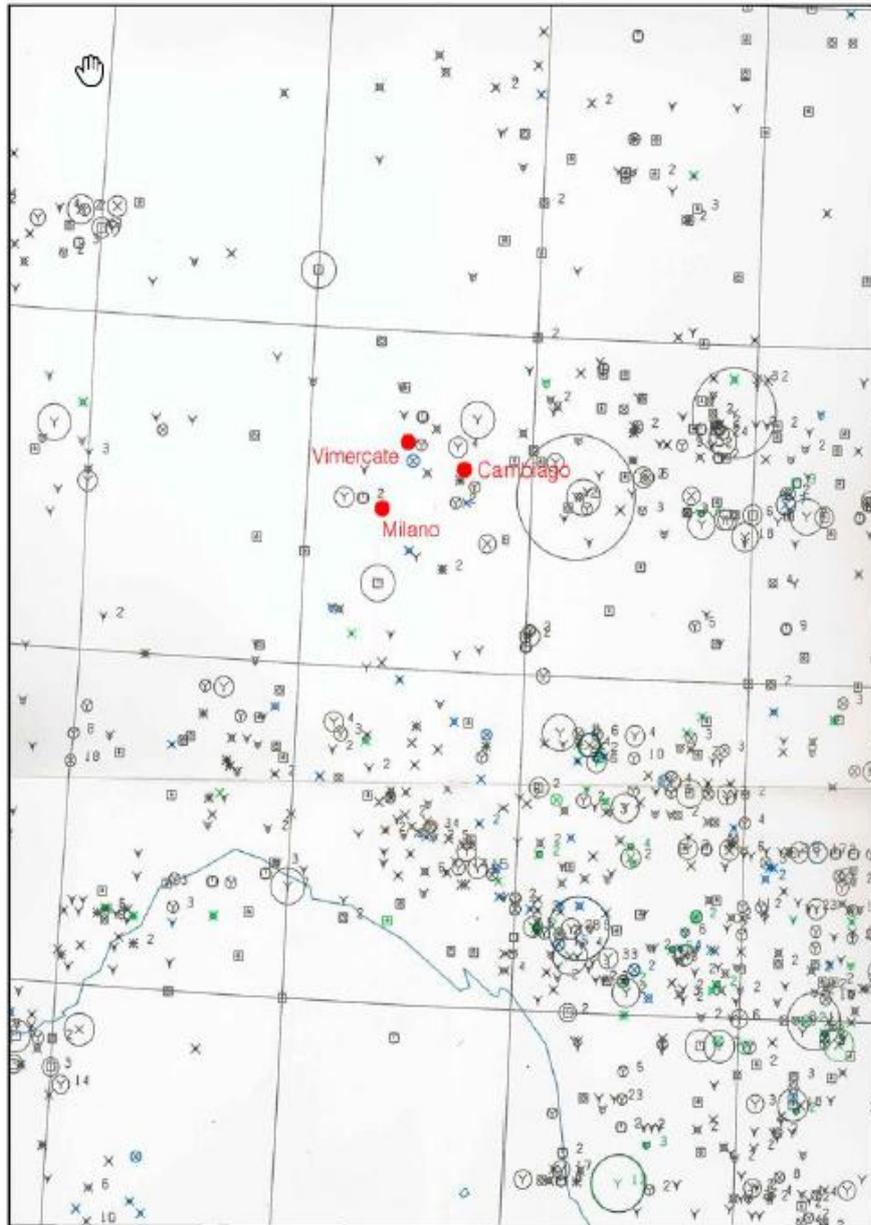


LEGENDA

Intensità espresse in scala M.C.S.

-  Inferiore al VI grado  
*Less than VI degree*
-  VI grado  
*VI degree*
-  VII grado  
*VII degree*
-  VIII grado  
*VIII degree*
-  IX grado  
*IX degree*

Fig. 30. Estratto della Carta della Massima Intensità risentita in Italia.



**Legenda**

— Gli epicentri sono rappresentati per mezzo di cerchi il cui raggio è definito dal raggio della sfera del volume focale calcolato secondo la relazione di Bath e Duda (1984).

— La profondità (h) del fuoco è indicata per mezzo di diversi colori:

■	h ≤ 5 Km
■	5 ≤ h ≤ 25 Km
■	o eventi per cui non si hanno informazioni
■	25 ≤ h ≤ 60 Km
■	h ≥ 60 Km

Nel caso di terremoti che si sono ripetuti nello stesso luogo in periodi di tempo diversi può capitare che i diversi periodi sismici abbiano interessato diverse classi di profondità. Per evitare ambiguità e confusioni grafiche si è stabilito di rappresentare il focolaio sismico con il colore e il raggio che competono al terremoto a cui corrisponde la massima intensità; si hanno poi cerchi concentrici con raggi che decrescono di 0,5 mm con colori corrispondenti alle altre classi di profondità interessate. Il numero totale di eventi che nel catalogo interessano lo stesso focolaio sismico viene indicato a lato del simbolo centrale.

Il colore del simbolo centrale è ancora quello che compete all'evento di massima intensità della sequenza di terremoti coincidenti, e il simbolo centrale è scelto in relazione alla classe di attendibilità della localizzazione epicentrale.

In particolare i simboli utilizzati sono i seguenti:

- \* attendibilità della localizzazione inferiore a 10 Km
- X attendibilità della localizzazione inferiore a 25 Km
- Y attendibilità della localizzazione inferiore a 50 Km
- attendibilità della localizzazione superiore a 50 Km

Fig. 31. Estratto della Carta degli Epicentri (Gasparini et al.)



ID_Evento	Comune	Provincia	Massima Intensità risentita	Numero di terremoti risentiti
IT_12492	Aicurzio	MB	3	1
IT_12519	Arcore	MB	4	2
IT_12559	Basiano	MI	2-3	3
IT_12567	Bellinzago Lombardo	MI	3-4	2
IT_12569	Bellusco	MB	NF	2
IT_12573	Bernareggio	MB	NF	3
IT_12641	Biassono	MB	5	3
IT_14381	Boltiere	BG	NF	2
IT_13633	Bornago	MI	3-4	1
IT_14391	Bottanuco	BG	6	3
IT_14413	Brembate	BG	5	4
IT_12728	Brugherio	MB	3	2
IT_12743	Burago di Molgora	MB	NF	1
IT_12749	Busnago	MB	3	2
IT_12755	Bussero	MI	3	4
IT_14495	Calusco d'Adda	BG	6	5
IT_12765	Cambiagio	MI	F	6
IT_12770	Camparada	MB	NF	1
IT_14511	Canonica d'Adda	BG	4-5	3
IT_14525	Capriate San Gervasio	BG	6	2
IT_11326	Caravaggio	LC	2	1
IT_12800	Carnate	MB	NF	2
IT_12819	Carugate	MI	NF	2
IT_14576	Casirate d'Adda	BG	NF	2
IT_12896	Cassano d'Adda	MI	6-7	4
IT_12907	Cassina de' Pecchi	MI	NF	2
IT_12938	Cavenago di Brianza	MB	3-4	3
IT_10989	Cernusco Lombardone	LC	NF	2
IT_12952	Cernusco sul Naviglio	MI	6	8
IT_13008	Comazzo	LO	NF	2
IT_13054	Cornate d'Adda	MB	3-4	3
IT_13077	Correzzana	MB	NF	1
IT_14798	Fara Gera d'Adda	BG	5	3
IT_14803	Filago	BG	6	5
IT_13160	Gessate	MI	5	3
IT_13173	Gorgonzola	MI	4	11
IT_13188	Grezzago	MI	2-3	2
IT_12900	Gropello d'Adda	MI	4	1
IT_13204	Inzago	MI	3-4	3
IT_13248	Lesmo	MB	3	2
IT_13275	Liscate	MI	7-8	3
IT_13279	Lissone	MB	3-4	3

Fig. 32. Estrazione dei terremoti in un raggio di 15 km da Cambiagio, fonte Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani 2015 - Database Macrosismico Italiano 2015 (INGV) (pag. 1/2).



ID_Evento	Comune	Provincia	Massima Intensità risentita	Numero di terremoti risentiti
IT_11328	Lomagna	LC	3	4
IT_11590	Loreto	LC	3	1
IT_13340	Macherio	MB	D	3
IT_14946	Madone	BG	NF	1
IT_13372	Masate	MI	3	4
IT_14963	Medolago	BG	2-3	3
IT_13421	Melzo	MI	4-5	5
IT_11401	Merate	LC	4-5	10
IT_13430	Mezzago	MB	3	2
IT_13492	Monza	MB	7-8	29
IT_13565	Ornago	MB	NF	3
IT_10988	Osnago	LC	3	1
IT_11592	Osnago	LC	NF	1
IT_11601	Paderno d'Adda	LC	3	3
IT_10993	Paravino	LC	F	2
IT_13635	Pessano con Bornago (Pessano)	MI	3-4	2
IT_13662	Pioltello	MI	4	4
IT_15138	Pontirolo Nuovo	BG	NF	1
IT_13669	Pozzo d'Adda	MI	4-5	2
IT_13673	Pozzuolo Martesana	MI	3-4	3
IT_19126	Rivolta d'Adda	CR	5	4
IT_11673	Robbiate	LC	NF	1
IT_13720	Ronco Briantino	MB	3	2
IT_13867	Segrate	MI	F	1
IT_13891	Sesto San Giovanni	MI	5	10
IT_13904	Settala	MI	6	2
IT_15367	Solza	BG	6	2
IT_13939	Sovico	MB	4	2
IT_15407	Suisio	BG	6	3
IT_13942	Sulbiate (Sulbiate Inferiore)	MB	NF	2
IT_13674	Trecella	MI	4	1
IT_13964	Trezzano Rosa	MI	NF	1
IT_13970	Trezzo sull'Adda	MI	NF	2
IT_14028	Usmate Velate (Usmate)	MB	3	1
IT_14053	Vaprio d'Adda	MI	4-5	7
IT_14062	Vedano al Lambro	MB	NF	1
IT_11894	Verderio (Inferiore)	LC	3	3
IT_14096	Vignate	MI	NF	4
IT_14108	Villasanta	MB	NF	3
IT_14123	Vimercate	MB	5	9
IT_14132	Vimodrone	MI	2-3	2

Fig. 33. Estrazione dei terremoti in un raggio di 15 km da Cambiagio, fonte Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani 2015 - Database Macrosismico Italiano 2015 (INGV)(pag. 2/2).

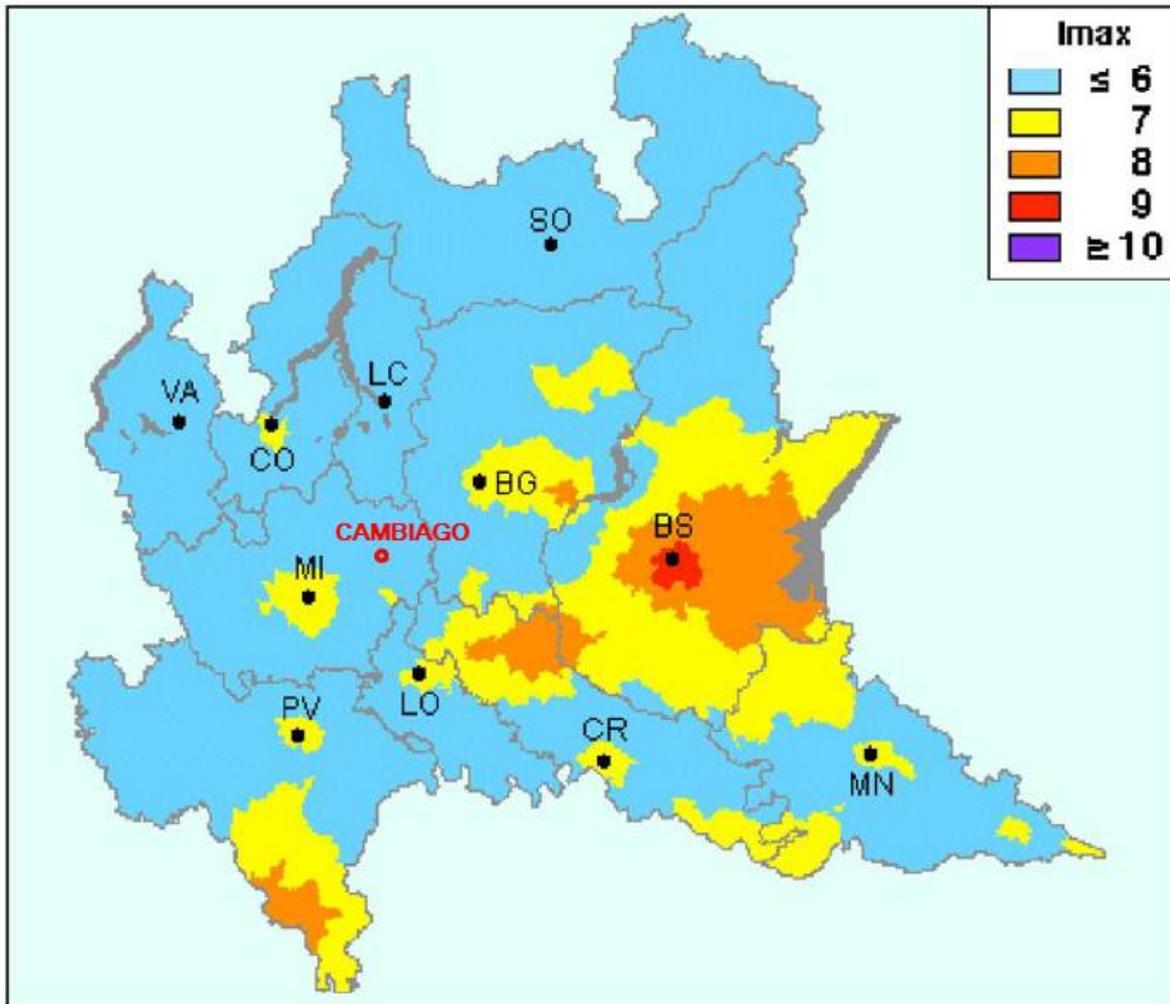


Fig. 34. Carta della Massime Intensità Macrosismiche osservate nei Comuni della Regione (Molin et al.).

Per quel che attiene all'aspetto sismotettonico, la zona in studio ricade in un ambito caratterizzato (M.S. Barbano et al., 1982) da uno spessore crostale dell'ordine dei 25÷30 Km e da una sismicità bassa. Infatti in tale porzione della Lombardia l'attività sismica è da considerarsi ovunque scarsa.

Tutto ciò trova giustificazione, dal punto di vista geologico, nella collocazione del territorio in esame all'interno di una vasta area caratterizzata da un notevole spessore di depositi alluvionali, che è stata interessata in passato da fenomeni di sollevamento modesti e pressoché continui nel Pliocene e in parte nel Pleistocene inferiore, a cui sono succeduti deboli sollevamenti (Fig. 35).

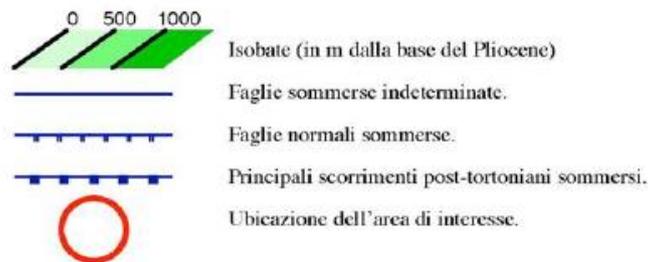
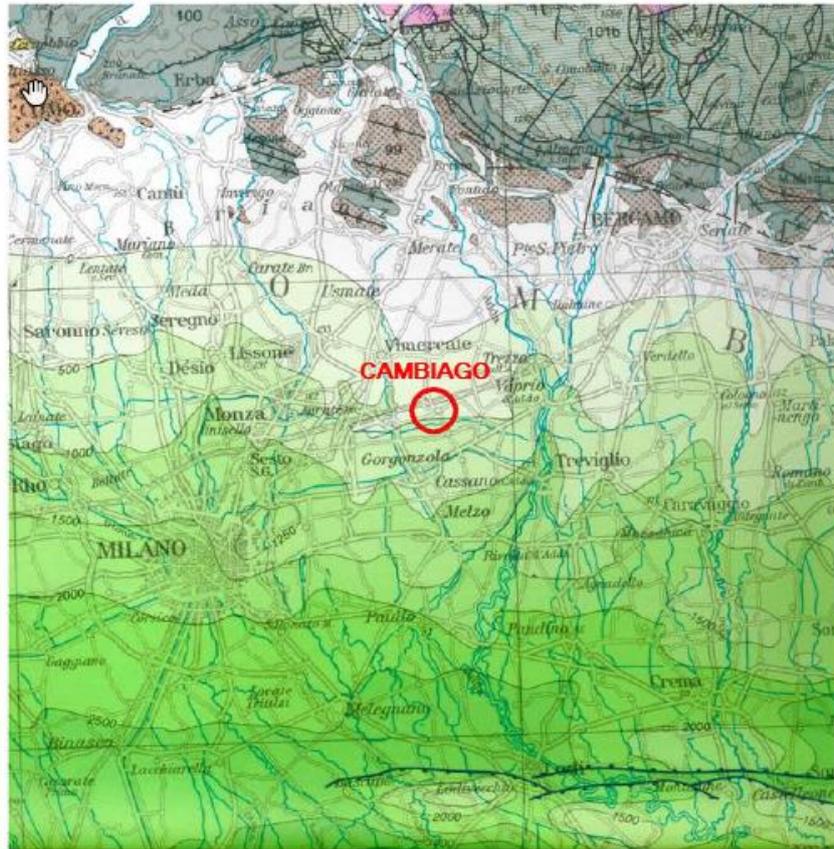
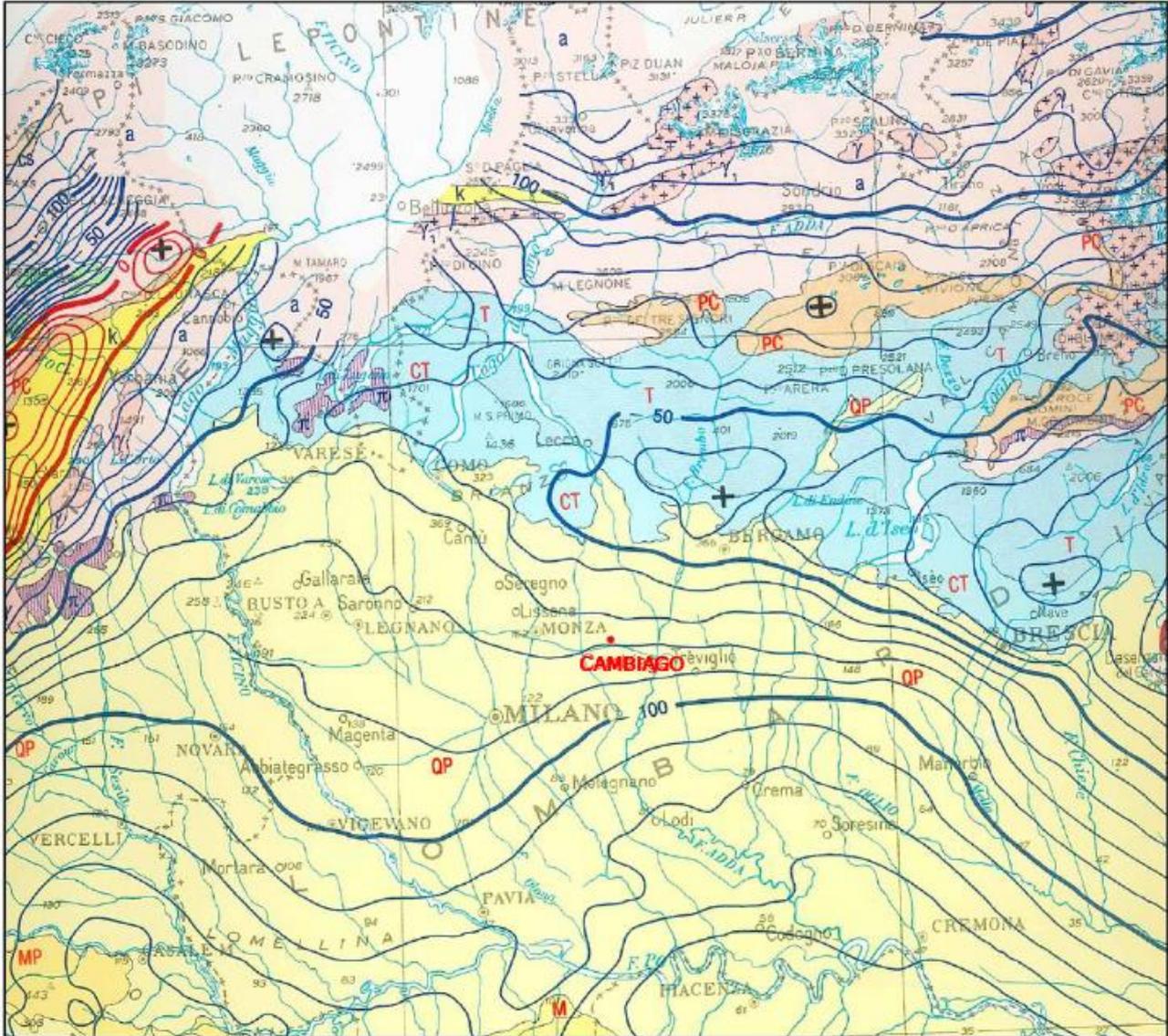


Fig. 35. Estratto del Modello Strutturale d'Italia (Barberi et al.).

Va inoltre fatto notare che l'area su cui ricade il territorio comunale, pur trovandosi a distanza piuttosto modesta rispetto a strutture sepolte della pianura o del pedemonte (Fig. 36), alcune delle quali si ritiene non abbiano ancora raggiunto un assetto tettonico definitivo, non risulta comunque direttamente interessata da alcuna di esse come osservabile anche dall'assenza di fenomeni morfologici particolari.



# Carta Gravimetrica

**ISOANOMALE DI BOUGUER**  
(Equidistanza: 10 mgal)

DENSITÀ DI MISURA { 1 staz./km<sup>2</sup> in pianura;  
0,7 staz./km<sup>2</sup> in aree appenniniche e del mare Adriatico;  
0,1 staz./km<sup>2</sup> in aree alpine e del mare Tirreno;

+ 100 Anomale gravimetriche positive  
- 50 Anomale gravimetriche negative  
+ Massimi gravimetrici  
- Minimi gravimetrici

QUOTA DI RIFERIMENTO: livello del mare.  
GRAVITÀ NORMALE =  $978,049 (1 + 0,0052884 \sin^2 \varphi - 0,0000059 \sin^2 2 \varphi)$  mgal.

Fig. 36. Estratto della carta Gravimetrica d'Italia (Servizio Geologico d'Italia).



## 7.3 La Pericolosità Sismica Locale

### 7.3.1 Premessa

Il Comune di Cambiagio, sulla base del D.M. del 5 marzo 1984 ("Dichiarazione di sismicità di alcune zone della Regione Lombardia"), riguardante l'aggiornamento delle zone sismiche della regione, non rientrava tra i comuni lombardi classificati come sismici e quindi assoggettati (ai sensi della L. n° 64/74) alla specifica normativa nazionale emanata in merito alle norme tecniche relative alle costruzioni sismiche (D.M. 3 marzo 1975, D.M. 3 giugno 1981, D.M. 19 giugno 1984, D.M. 29 gennaio 1985, D.M. 26 gennaio 1986 e D.M. 16 gennaio 1996).

In funzione dell'Ordinanza 3274/2003 e conseguente d.g.r. n. 7/14964 di recepimento, il Comune di Cambiagio ricadeva in zona sismica 4, definita come "bassa sismicità".

A seguito dell'aggiornamento normativo della Regione Lombardia introdotto con la d.g.r. 2129/2014 il territorio **Comunale di Cambiagio** è stato riclassificato e ricompreso nella **zona 3**.

ELENCO DEI COMUNI CON INDICAZIONE DELLE RELATIVE ZONE SISMICHE E DELL'ACCELERAZIONE MASSIMA (AGMAX) PRESENTE ALL'INTERNO DEL TERRITORIO COMUNALE (O.P.C.M. 3519/06 E DECRETO MIN. INFRASTRUTTURE 14/01/08)

ISTAT	Provincia	Comune	Zona Sismica	AgMax
03015044	MI	CAMBIAGO	3	0,07673

L'area d'interesse, è classificata a rischio sismico medio-basso (**zona 3**). L'accelerazione orizzontale prevista su suolo rigido ( $V_s > 800$  m/s) è di  $A_{gmax} = 0,07673g$ .

Come contemplato dalla citata d.g.r. n.9/2616 del 30/11/2011, si è quindi provveduto ad analizzare le problematiche inerenti la sismicità locale ed a predisporre la Carta della Pericolosità Sismica Locale, con alcuni approfondimenti di secondo livello in aree selezionate.

### 7.3.2 Analisi e valutazione degli effetti di sito finalizzati alla definizione dell'aspetto sismico nei Piani di Governo del Territorio (d.g.r. 30 novembre 2011, n.9/2616)

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione e sono funzione delle caratteristiche morfologiche e stratigrafiche che determinano la risposta sismica locale.

La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa  $a_g$  in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente  $S_e(T)$ , con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza  $P_{VR}$ , nel periodo di riferimento  $V_R$ . In alternativa è ammesso l'uso di accelerogrammi, purché correttamente commisurati alla pericolosità sismica locale dell'area della costruzione.

Effetti di sito o di amplificazione sismica locale: interessano tutti i terreni che mostrano un comportamento stabile nei confronti delle sollecitazioni sismiche attese; tali effetti sono rappresentati dall'insieme delle modifiche in ampiezza,



durata e contenuto in frequenza che un moto sismico (terremoto di riferimento), relativo ad una formazione rocciosa di base (bedrock), può subire, durante l'attraversamento degli strati di terreno sovrastanti il bedrock, a causa dell'interazione delle onde sismiche con le particolari condizioni locali.

Tali effetti si distinguono in due gruppi che possono essere contemporaneamente presenti nello stesso sito:

- **gli effetti di amplificazione topografica** si verificano quando le condizioni locali sono rappresentate da morfologie superficiali più o meno articolate e da irregolarità topografiche in generale; tali condizioni favoriscono la focalizzazione delle onde sismiche in prossimità della cresta del rilievo a seguito di fenomeni di riflessione sulla superficie libera e di interazione fra il campo d'onda incidente e quello diffratto; se l'irregolarità topografica è rappresentata da substrato roccioso (bedrock) si verifica un puro effetto di amplificazione topografica, mentre nel caso di rilievi costituiti da materiali non rocciosi l'effetto amplificatorio e la risultante dell'interazione (difficilmente separabile) tra l'effetto topografico e quello litologico;
- **gli effetti di amplificazione litologica** si verificano quando le condizioni locali sono rappresentate da morfologie sepolte (bacini sedimentari, chiusure laterali, corpi lenticolari, eteropie ed interdigitazioni, gradini di faglia ecc.) e da particolari profili stratigrafici costituiti da litologie con determinate proprietà meccaniche; tali condizioni possono generare esaltazione locale delle azioni sismiche trasmesse dal terreno, fenomeni di risonanza fra onda sismica incidente e modi di vibrare del terreno e fenomeni di doppia risonanza fra periodo fondamentale del moto sismico incidente e modi di vibrare del terreno e della sovrastruttura.

Gli effetti di instabilità: interessano tutti i terreni che mostrano un comportamento instabile o potenzialmente instabile nei confronti delle sollecitazioni sismiche attese e sono rappresentati in generale da fenomeni di instabilità consistenti in veri e propri collassi e talora movimenti di grandi masse di terreno incompatibili con la stabilità delle strutture; tali instabilità sono rappresentate da fenomeni diversi a seconda delle condizioni presenti nel sito.

Nel caso di versanti in equilibrio precario (in materiale sciolto in roccia) si possono avere fenomeni di riattivazione o neoformazione di movimenti franosi (crolli, scivolamenti rotazionali e/o traslazionali e colamenti), per cui il sisma rappresenta un fattore d'innesco del movimento sia direttamente a causa dell'accelerazione esercitata sul suolo sia indirettamente a causa dell'aumento delle pressioni interstiziali.

Nel caso di aree interessate da particolari strutture geologiche sepolte e/o affioranti in superficie tipo contatti stratigrafici o tettonici quali faglie sismogenetiche si possono verificare movimenti relativi verticali e orizzontali tra diversi settori areali che conducono a scorrimenti e cedimenti differenziali interessanti le sovrastrutture.

Nel caso di terreni particolarmente scadenti dal punto di vista delle proprietà fisico-meccaniche si possono verificare fenomeni di scivolamento e rottura connessi a deformazioni permanenti del suolo; per terreni granulari sopra falda sono possibili cedimenti a causa di fenomeni di densificazione ed addensamento del materiale, mentre per terreni granulari fini (sabbiosi) saturi di acqua sono possibili fluimenti e colamenti parziali o generalizzati a causa dei fenomeni di liquefazione.



Nel caso di siti interessati da carsismo sotterraneo o da particolari strutture vacuolari presenti nel sottosuolo si possono verificare fenomeni di subsidenza più o meno accentuati in relazione al crollo parziale o totale di cavità sotterranee.

### 7.3.2.1 Stati limite e relative probabilità di superamento

Nei confronti delle azioni sismiche, sia gli Stati limite di esercizio (SLE) che gli Stati limite ultimi (SLU) sono individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti.

Gli Stati limite di esercizio (SLE) comprendono:

- **Stato Limite di Operatività (SLO):** a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e le apparecchiature rilevanti in relazione alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi;
- **Stato Limite di Danno (SLD):** a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidità nei confronti delle azioni verticali e orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

Gli Stati limite ultimi (SLU) comprendono:

- **Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV):** a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidità nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidità per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;
- **Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC):** a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.

Le probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR, cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente in ciascuno degli stati limite considerati, sono riportate nella tabella seguente:

Tab. 3.2.I – Probabilità di superamento  $P_{V_R}$  in funzione dello stato limite considerato

Stati Limite	$P_{V_R}$ : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento $V_R$	
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%



### 7.3.2.2 *Categorie di sottosuolo*

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, l'effetto della risposta sismica locale si valuta mediante specifiche analisi (modalità indicate nel § 7.11.3 – NTC2018). In alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie di seguito definite, si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio,  $V_s$ . I valori dei parametri meccanici necessari per le analisi di risposta sismica locale o delle velocità  $V_s$  per l'approccio semplificato costituiscono parte integrante della caratterizzazione geotecnica dei terreni compresi nel volume significativo (§ 6.2.2 – NTC 2018).

I valori di  $V_s$  sono ottenuti mediante specifiche prove oppure, con giustificata motivazione e limitatamente all'approccio semplificato, sono valutati tramite relazioni empiriche di comprovata affidabilità con i risultati di altre prove in sito, quali ad esempio le prove penetrometriche dinamiche per i terreni a grana grossa e le prove penetrometriche statiche per i terreni a grana fine.

La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio,  $V_{s,eq}$  (in m/s), definita dall'espressione:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{s,i}}} \quad [3.2.1]$$

dove  $h_i$  e  $V_i$  indicano lo spessore (in m) e la velocità delle onde di taglio dello strato  $i$ -esimo,  $N$  il numero di strati e  $H$  la profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da  $V_s$  non inferiore a 800 m/s.

Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione.

Per depositi con profondità  $H$  del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio  $V_{s,eq}$  è definita dal parametro  $V_{s,30}$ , ottenuto ponendo  $H=30$  m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.



Le categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato sono:

**Tab. 3.2.II** – *Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.</i>
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>

Per queste cinque categorie di sottosuolo, le azioni sismiche sono definibili come descritto al § 3.2.3 delle norme. Per qualsiasi condizione di sottosuolo non classificabile nelle categorie precedenti, è necessario predisporre specifiche analisi di risposta locale per la definizione delle azioni sismiche.

### 7.3.2.3 Condizioni topografiche

Per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale. Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione:

**Tab. 3.2.III** – *Categorie topografiche*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Le categorie topografiche si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m.



### 7.3.2.4 Procedure per l'analisi della sismicità del territorio e la redazione della carta della pericolosità sismica locale

La metodologia utilizzata si fonda sull'analisi di indagini dirette e prove sperimentali effettuate su alcune aree campione della Regione Lombardia, i cui risultati sono contenuti in uno «Studio-Pilota» redatto dal Politecnico di Milano - Dip. di Ingegneria Strutturale, reso disponibile sul SIT regionale.

Tale metodologia prevede tre livelli di approfondimento, di seguito sintetizzati:

**1° Livello:** riconoscimento delle aree passibili di amplificazione sismica sulla base sia di osservazioni geologiche (cartografia di inquadramento), sia di dati esistenti. Questo livello, obbligatorio per tutti i Comuni, prevede la redazione della Carta della pericolosità sismica locale, nella quale deve essere riportata la perimetrazione areale delle diverse situazioni tipo.

**2° Livello:** caratterizzazione semi-quantitativa degli effetti di amplificazione attesi nelle aree perimetrate nella carta di pericolosità sismica locale, che fornisce la stima della risposta sismica dei terreni in termini di valore di Fattore di Amplificazione (Fa).

Fa di soglia				
Intervallo	Suolo B	Suolo C	Suolo D	Suolo E
0.1-0.5 s	1.4	1.8	2.2	2.0
0.5-1.5 s	1.7	2.4	4.2	3.1

L'applicazione del 2° livello consente l'individuazione delle aree in cui la normativa nazionale risulta insufficiente a salvaguardare dagli effetti di amplificazione sismica locale (Fa calcolato superiore a Fa di soglia comunali forniti dal Politecnico di Milano).

Per queste aree si dovrà procedere alle indagini ed agli approfondimenti di 3° livello o, in alternativa, utilizzare lo spettro di norma caratteristico della categoria di suolo superiore e, con il seguente schema:

- anziché lo spettro della categoria di suolo B si utilizzerà quello della categoria di suolo C; nel caso in cui la soglia non fosse ancora sufficiente si utilizzerà lo spettro della categoria di suolo D;
- anziché lo spettro della categoria di suolo C si utilizzerà quello della categoria di suolo D;
- anziché lo spettro della categoria di suolo E si utilizzerà quello della categoria di suolo D.

**Il secondo livello è obbligatorio per i Comuni ricadenti nelle zone sismiche 2 e 3**, nelle aree PSL, individuate attraverso il 1° livello, suscettibili di amplificazioni sismiche morfologiche e litologiche (zone Z3 e Z4 della Tabella 1 dell'Allegato 5) e interferenti con l'urbanizzato c/o con le aree di espansione urbanistica.

Per le aree a pericolosità sismica locale caratterizzate da effetti di instabilità, cedimenti e/o liquefazione e per le zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico meccaniche molto diverse (zone Z1, Z2 e Z5 della Tabella 1 dell'Allegato



5) non è prevista l'applicazione degli studi di 2° livello, ma il passaggio diretto a quelli di 3° livello, come specificato al punto successivo.

**3° Livello:** definizione degli effetti di amplificazioni tramite indagini e analisi più approfondite. Al fine di poter effettuare le analisi di 3° livello Regione Lombardia ha predisposto due banche dati, rese disponibili sul SIT regionale.

Tale livello si applica in fase progettuale nei seguenti casi:

- quando, a seguito dell'applicazione del 2° livello, si dimostra l'inadeguatezza della normativa sismica nazionale all'interno degli scenari PSL caratterizzati da effetti di amplificazioni morfologiche e litologiche (zone Z3 e Z4 della Tabella 1 dell'Allegato 5);
- in presenza di aree caratterizzate da effetti di instabilità, cedimenti c/o liquefazione e zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico meccaniche molto diverse (zone Z1, Z2 e Z5).

Il 3° livello è obbligatorio nel caso in cui si stiano progettando costruzioni il cui uso prevede affollamenti significativi, industrie con attività pericolose per l'ambiente, reti viarie e ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza e costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, sociali essenziali.

Gli approfondimenti di 2° e 3° livello non devono essere eseguiti in quelle aree che, per situazioni geologiche, geomorfologiche e ambientali o perché sottoposte a vincolo da particolari normative, siano considerate inedificabili, fermo restando tutti gli obblighi derivanti dall'applicazione di altra normativa specifica.

Tale sovrapposizione non comporta quindi un automatico cambio di classe di fattibilità ma fornisce indicazioni su dove poter utilizzare, in fase di progettazione, lo spettro di risposta elastico previsto dalla normativa, oppure dove sia necessario realizzare preventivamente gli studi di 3° livello, fermo restando la possibilità di utilizzare i parametri di progetto previsti dalla normativa nazionale per la zona sismica superiore.

#### 7.3.2.5 Sintesi delle procedure

La tabella sotto riportata illustra in modo sintetico e esemplificativo, i percorsi da seguire, gli adempimenti e le tempistiche in funzione della zona sismica di appartenenza e del livello di approfondimento richiesto:

	Livelli di approfondimento e fasi di applicazione		
	1^ livello fase pianificatoria	2^ livello fase pianificatoria	3^ livello fase progettuale
Zona sismica 2-3	obbligatorio	Nelle zone PSL Z3 e Z4 se interferenti con urbanizzato e urbanizzabile, ad esclusione delle aree già inedificabili	- Nelle aree indagate con il 2^ livello quando $F_a$ calcolato > valore soglia comunale; - Nelle zone PSL Z1e Z2.



### 7.3.3 Valutazione della Pericolosità Sismica Locale del Comune di Cambiago - (1° Livello)

La normativa regionale, prevede per tutti i Comuni, la redazione della Carta della Pericolosità Sismica Locale (PSL). Nella carta deve essere riportata la perimetrazione areale degli scenari di pericolosità secondo quanto stabilito dalla normativa regionale.

Dal punto di vista geologico il territorio comunale di Cambiago è caratterizzato dalla presenza di depositi prevalentemente ghiaioso-sabbiosi di origine fluvio-glaciale. La successione ghiaioso-sabbiosa è ricoperta al tetto, da una coltre di depositi sabbiosi.

Dall'esame della **Tav. 6** (Fig. 37) si possono evidenziare i seguenti aspetti:

- gran parte del territorio comunale è classificato con la sigla **Z4d** "Zona con presenza di argille residuali e terre rosse di origine eluvio-colluviale";
- il settore occidentale del territorio comunale è classificato con la sigla **Z4a** "Zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi";
- le aree oggetto di riempimenti (ex cave) sono cartografate come zone **Z2a**.

Come si può osservare dalla tabella sotto riportata, i possibili effetti per la categoria **Z4a** sono essenzialmente limitati a possibili amplificazioni litologiche, mentre per la categoria **Z2a** sono prevedibili cedimenti e/o liquefazioni.

Sigla	SCENARIO PERICOLOSITA' 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 saturi 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

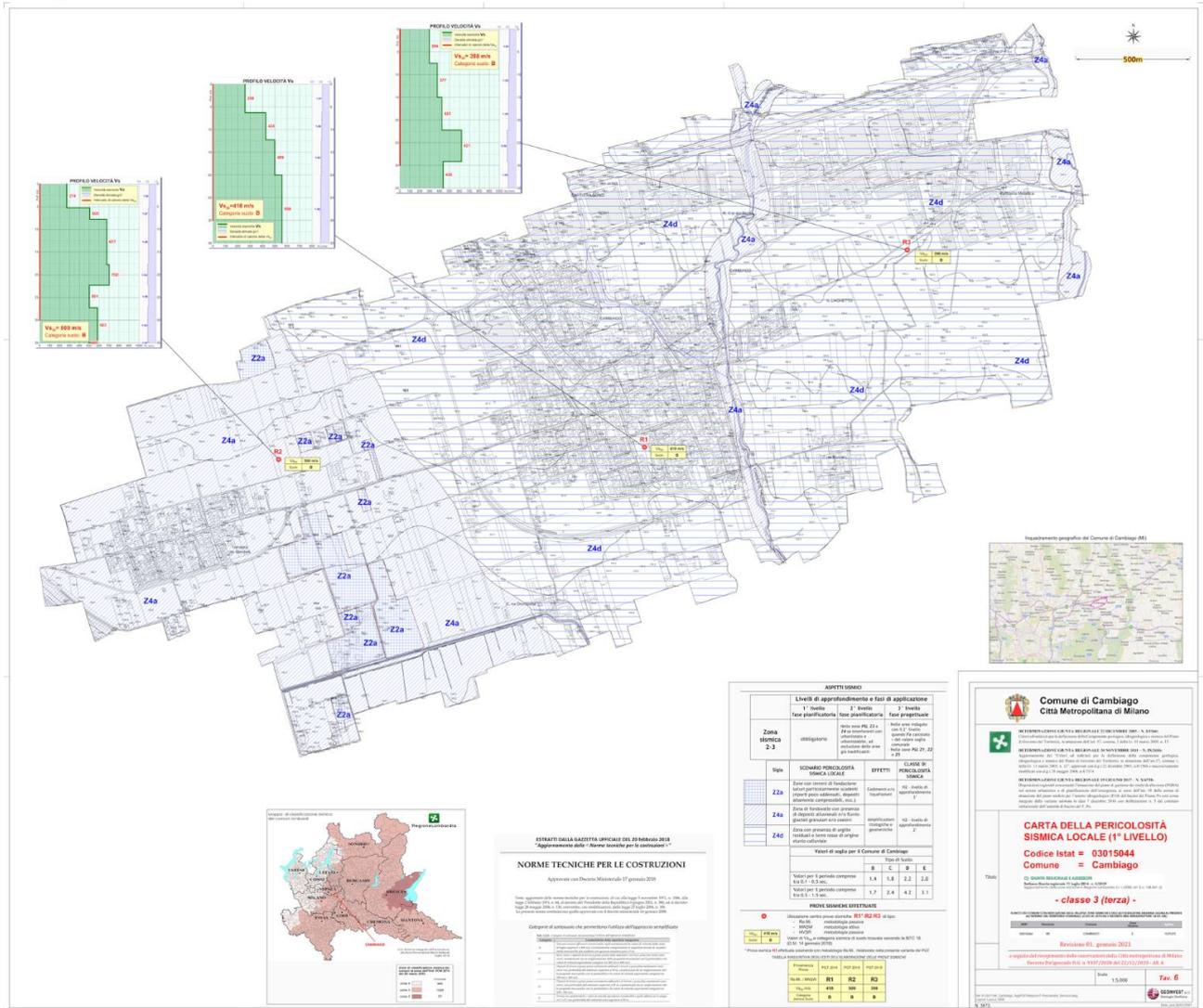


Fig. 37. Carta della Pericolosità Sismica Locale (Tav. 6, fuori scala).

### 7.3.4 Caratterizzazione semi-quantitativa degli effetti di amplificazione attesi (Fa) – (2° Livello)

L'analisi di 2° livello prevede un approccio di tipo semi-quantitativo e fornisce una stima del valore del **Fattore di amplificazione (Fa)** dell'area. 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;
- l'intervallo tra 0.5-1.5 s si riferisce a strutture più alte più flessibili.



La procedura semplificata richiede la conoscenza dei seguenti parametri:

- litologia prevalente dei materiali presenti nel sito;
- stratigrafia del sito;
- andamento della  $V_s$  con la profondità fino a valori pari o superiori a 800 m/s;
- spessore e velocità di ciascun strato.

Sulla base di intervalli indicativi di alcuni parametri geotecnici, quali curva granulometrica, parametri indice, numero di colpi delle prove SPT, si individua la litologia prevalente presente nel sito e per questa si sceglie la relativa scheda di valutazione di riferimento.

Attualmente sono disponibili:

- una scheda per le litologie prevalentemente ghiaiose;
- due schede per le litologie prevalentemente limoso-argillose (tipo 1 e tipo 2);
- due schede per le litologie prevalentemente limoso-sabbiose (tipo 1 e tipo 2);
- una scheda per le litologie sabbiose.

Una volta individuata la scheda di riferimento è necessario verificarne la validità in base all'andamento dei valori di  $V_s$  con la profondità; in particolare si dovrà verificare l'andamento della  $V_s$  con la profondità partendo dalla scheda tipo 1, nel caso in cui non fosse verificata la validità per valori di  $V_s$  inferiori ai 800 m/s si passerà all'utilizzo della scheda tipo 2. Nel caso di presenza di alternanze litologiche, che non presentano inversioni di velocità con la profondità, si potranno utilizzare le schede a disposizione solo se l'andamento dei valori di  $V_s$  con la profondità, nel caso da esaminare, risulta compatibile con le schede proposte. All'interno della scheda di valutazione si seleziona, in funzione della profondità e della velocità  $V_s$  dello strato superficiale, la curva più appropriata (indicate con il numero e il colore di riferimento) per la valutazione del valore di  $F_a$  nell'intervallo 0.1-0.5 s (curva 1, curva 2 e curva 3 e relative formule) e nell'intervallo 0.5-1.5 s (unica curva e relativa formula), in base al valore del periodo proprio del sito  $T$ .

Il periodo proprio del sito  $T$  necessario per l'utilizzo della scheda di valutazione è calcolato considerando tutta la stratigrafia fino alla profondità in cui il valore della velocità  $V_s$  è uguale o superiore a 800 m/s.

#### **7.3.4.1 Indagini geofisiche per la ricostruzione del profilo $V_s$**

Per una valutazione delle tipologie dei terreni di fondazione come definito dal D.M 17/01/2018 "Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»" sono state realizzate una serie di misure sismiche passive (Re.Mi. e HVSR, es. Fig. 38) e attive (MASW, es. Fig. 39), i cui esiti e ubicazioni sono evidenziati nelle figure seguenti (da Fig. 40 a Fig. 44)

Le diverse tipologie geofisiche di misura sono state integrate al fine di ricostruire modelli sismici più robusti e verificati, estesi a profondità importanti superiori ai 30 metri richiesti per il calcolo del parametro  $V_{s30}$ .



*Fig. 38. Esecuzione della prova HVSr sul sito d'indagine R3.*



*Fig. 39. Stendimento sismico per la prova ReMi/MASW sul sito d'indagine R2.*

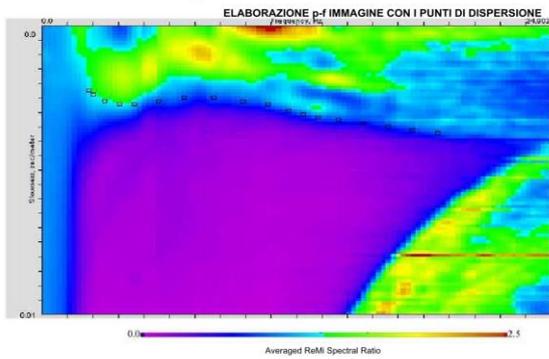


Prova Re.Mi. – R1

PROVA MASW - Spettro medio



PROVA REMI - Spettro medio



Ubicazione prova

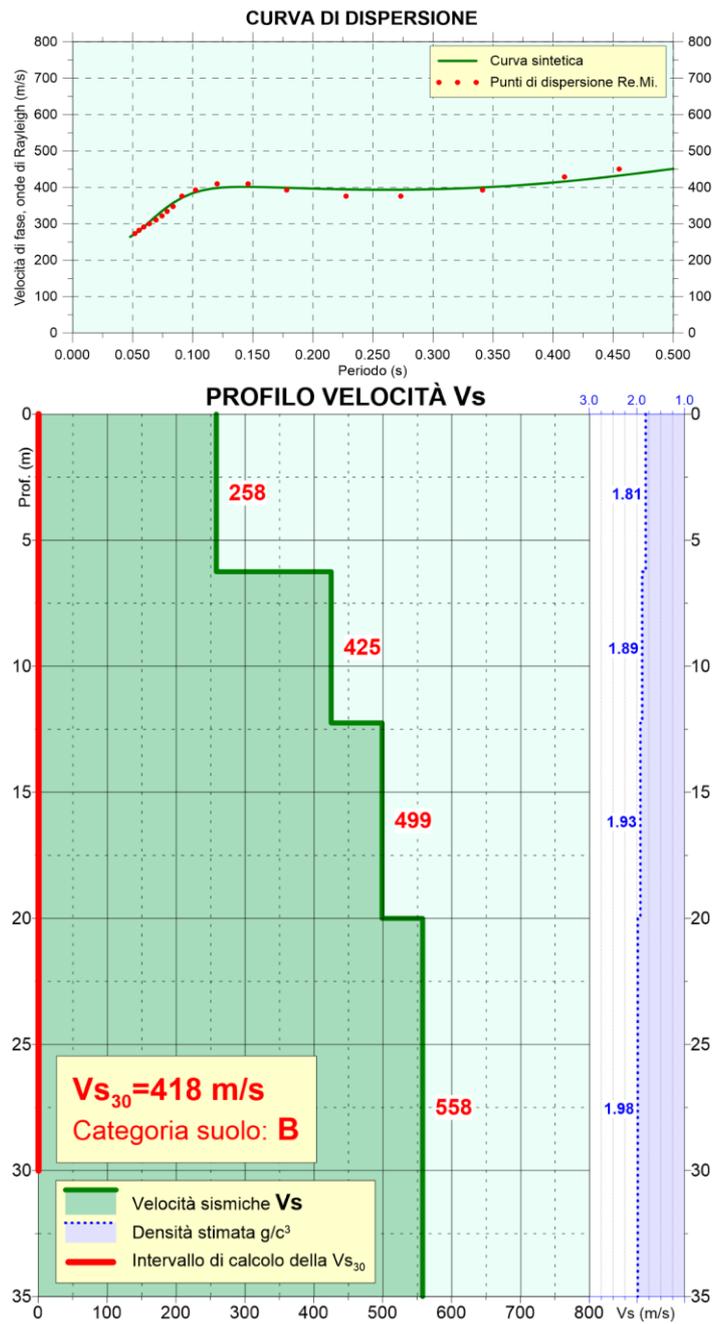
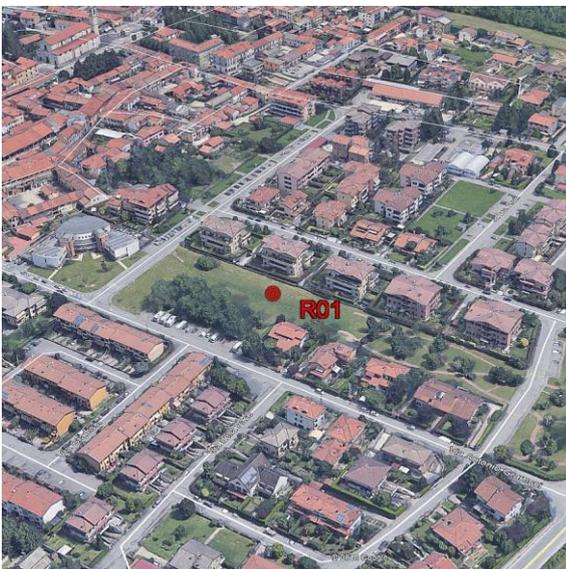
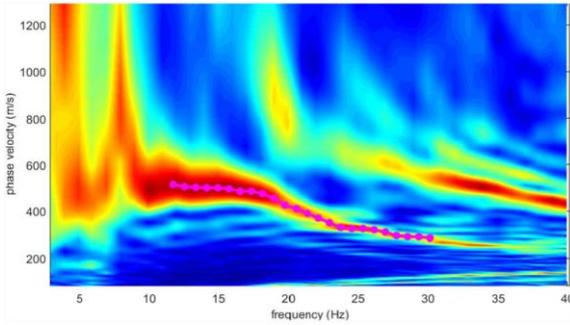


Fig. 40. Scheda prova sismica ReMi R1.

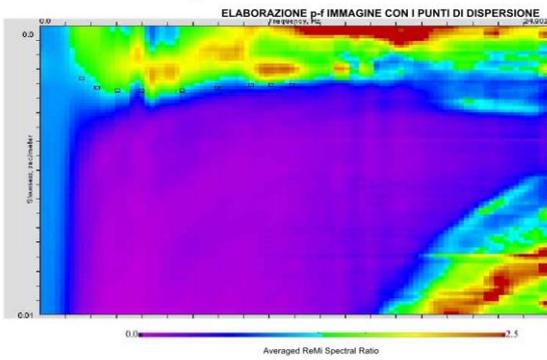


Prova Re.Mi. – R2

PROVA MASW - Spettro medio



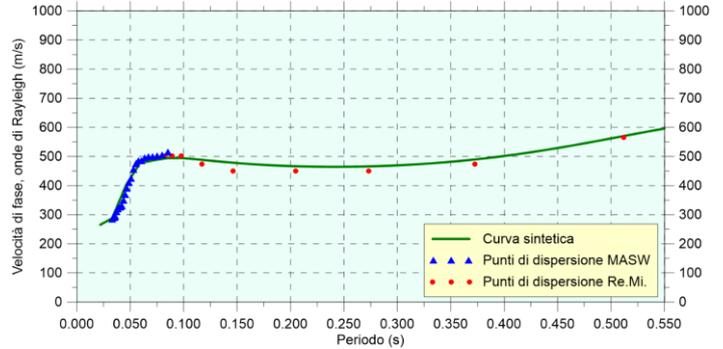
PROVA REMI - Spettro medio



Ubicazione prova



CURVA DI DISPERSIONE



PROFILO VELOCITÀ Vs

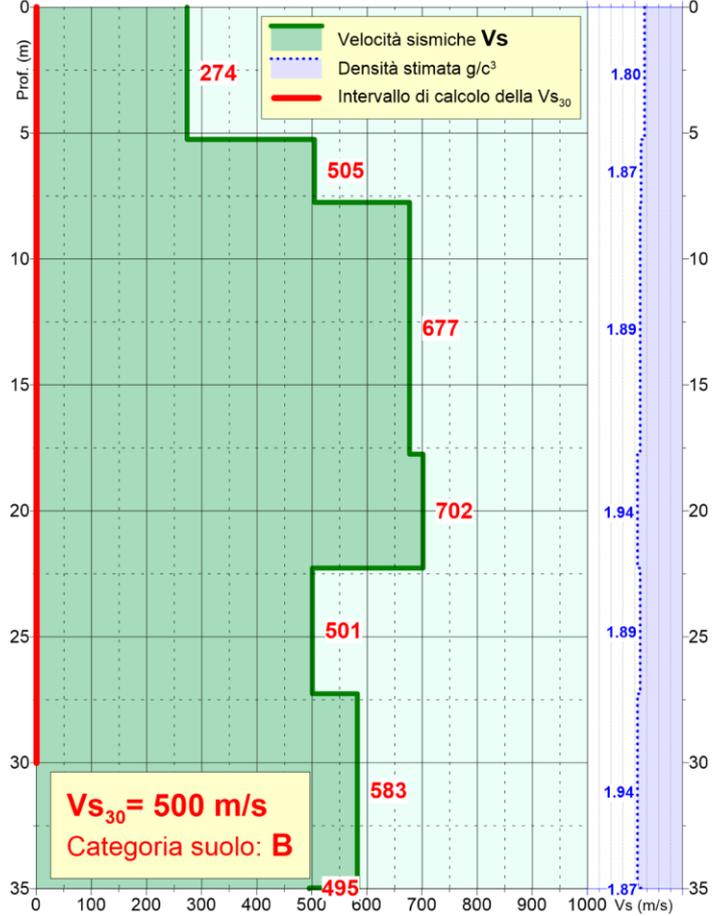


Fig. 41. Scheda prova sismica ReMi R2.



### R3673 - Prova HVSR - Loc. Cambiago (MI) nov-18

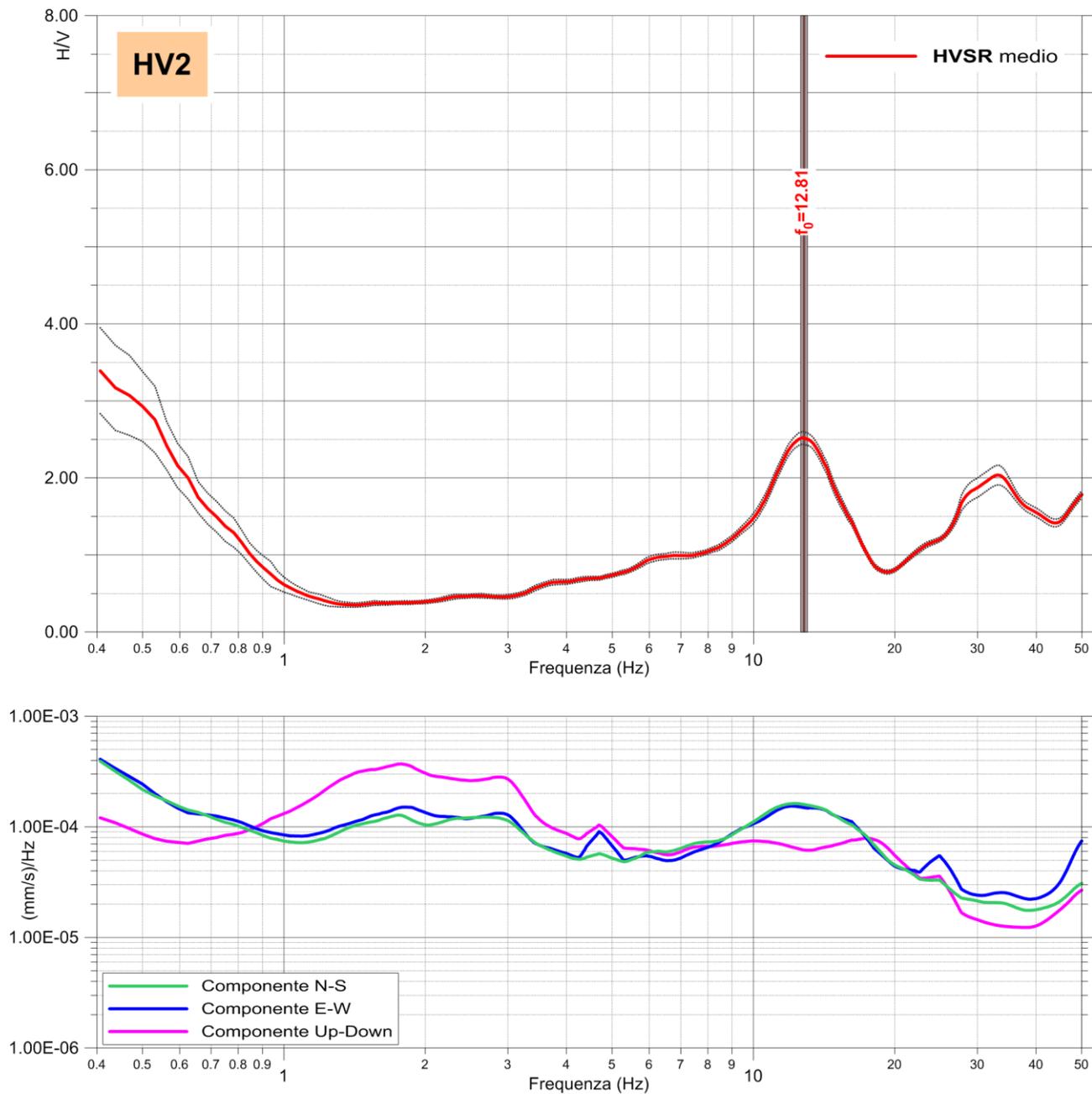
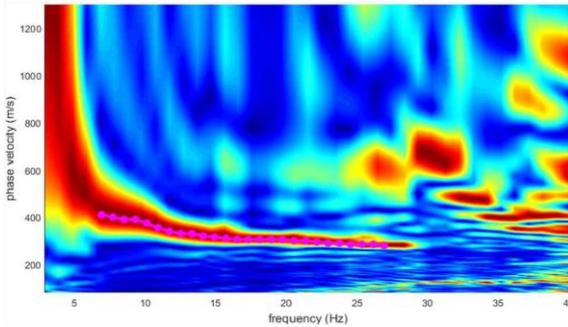


Fig. 42. Prova HVSR eseguita in corrispondenza della prova R2.

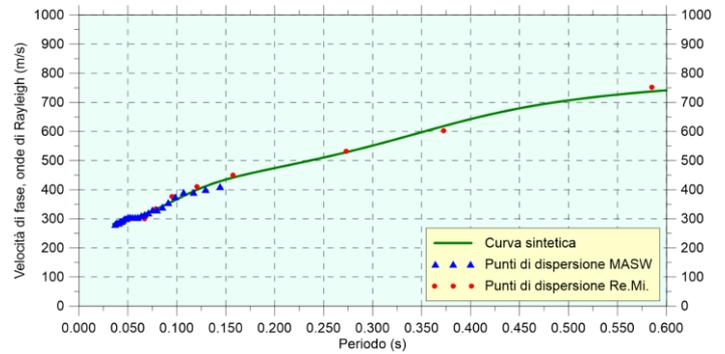


Prova Re.Mi. – R3

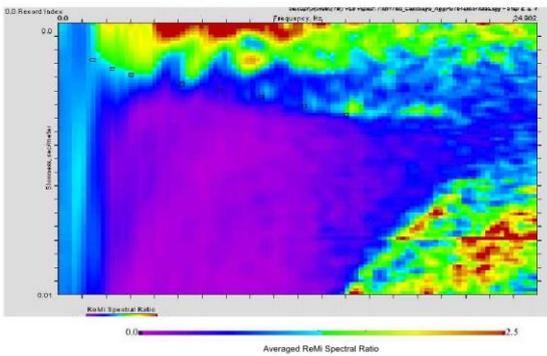
PROVA MASW - Spettro medio



CURVA DI DISPERSIONE



PROVA REMI - Spettro medio



PROFILO VELOCITÀ Vs

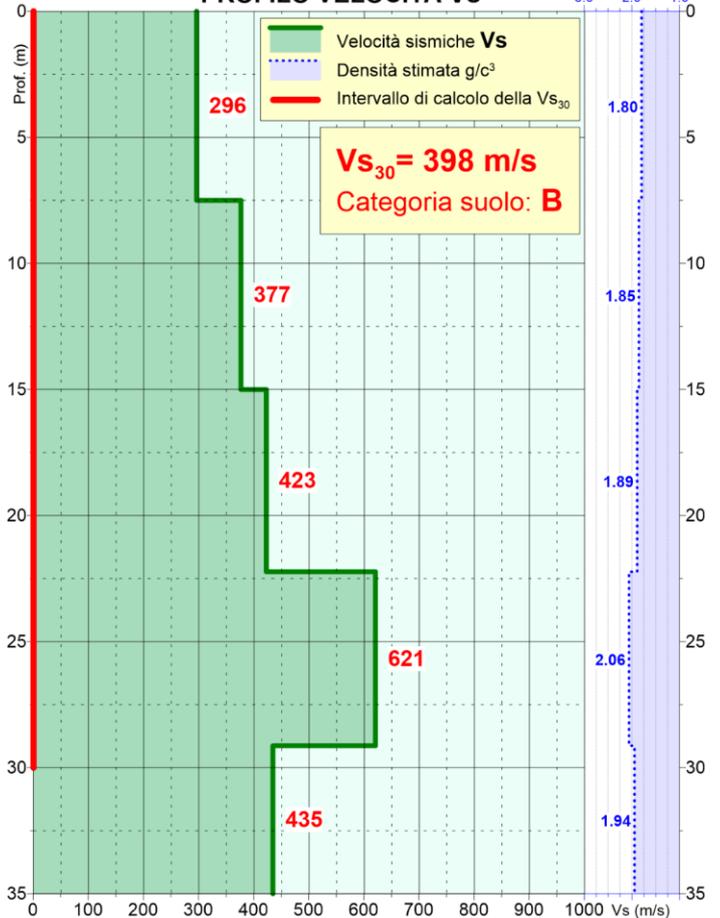


Fig. 43. Scheda prova sismica ReMi R3.



### R3673 - Prova HVSR - Loc. Cambiago (MI) nov-18

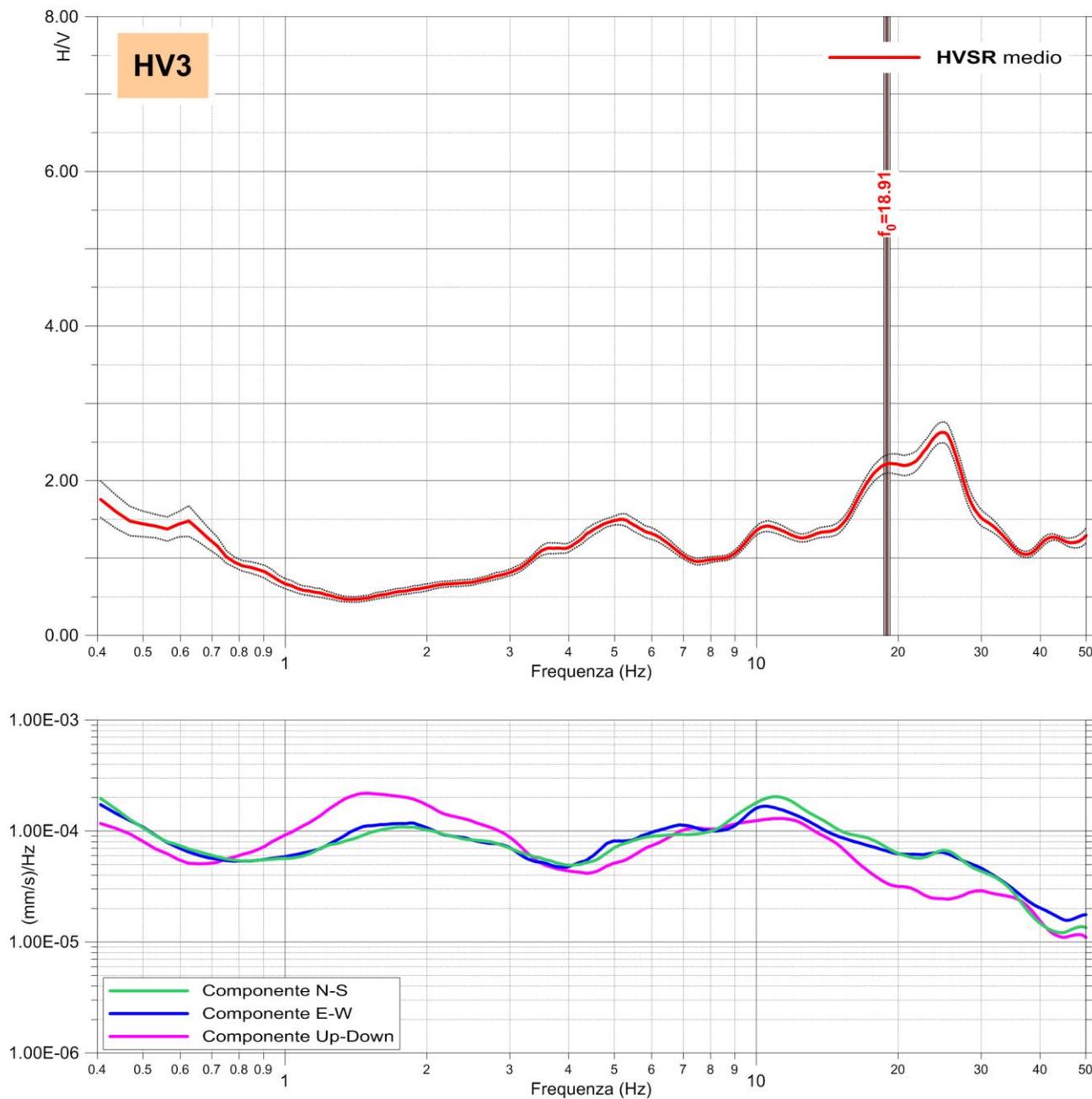


Fig. 44. Prova HVSR eseguita in corrispondenza della prova R3.

Punto di misura	Velocità Vs30	Categoria di suolo assegnata e da verificare
R1	418 m/sec	B
R2	500 m/sec	B
R3	398 m/sec	B



### 7.3.4.2 Stima del fattore di amplificazione

Per valutare il fattore di amplificazione in base alla normativa regionale il profilo di velocità delle “onde S” ottenuto è stato confrontato con quelli relativi alle singole schede litologiche di riferimento (da Fig. 45 a Fig. 47).

In base sia a criteri litologici che al profilo di velocità delle “onde S”, per il calcolo dell’amplificazione è stata scelta la scheda sabbiosa, l’unica che ricomprende l’intero profilo Vs nel campo di validità.

Per ogni punto di misura è stata definita la profondità del Bedrock sismico e assegnata una categoria di suolo da verificare.

Il periodo proprio del sito è stato calcolato a partire dal profilo delle velocità  $V_s$  ricostruito mediante le prove ReMi-MASW.

Punto di misura	Prof. Bedrock sismico	Periodo T di sito	Categoria di suolo assegnata e da verificare
R1	113 m	0.91s	B
R2	129 m	0.92 s	B
R3	109 m	0.76 s	B

All’interno delle schede di valutazione, in base alla velocità degli strati superficiali, per tutti i punti è stata selezionata la curva di riferimento e in seguito sono stati calcolati i fattori di amplificazione. I fattori di amplificazione ottenuti sono stati confrontati con i valori soglia calcolati per il Comune dalla Regione Lombardia.

Punto di misura	Suolo da verificare	Curva utilizzata	Periodo tra 0.1 e 0.5 s		Periodo tra 0.5 e 1.5 s	
			Calcolato	Soglia	Calcolato	Soglia
R1	B	2	1.00	1.44 (+0.1)	1.79	1.71 (+0.1)
R2	B	1	1.09	1.44 (+0.1)	1.60	1.71 (+0.1)
R3	B	3	1.00	1.44 (+0.1)	1.92	1.71 (+0.1)



Dai risultati delle elaborazioni si può evidenziare che:

- Per quanto attiene il **periodo compreso tra 0.1 e 0.5 sec** (riferibile a strutture relativamente basse, regolari e piuttosto rigide) il valore del fattore di amplificazione calcolato è **sempre inferiore al valore soglia** in tutti i punti di verifica e quindi la normativa nazionale è da ritenersi applicabile senza operare un declassamento della categoria di suolo;
- Per quanto attiene il **periodo compreso tra 0.5 e 1.5 sec** (riferibile a strutture alte e più flessibili):
  - o Nei punti di indagine R1 e R2 il valore del fattore di amplificazione calcolato è inferiore al valore soglia e quindi la normativa nazionale è da ritenersi applicabile senza operare un declassamento della categoria di suolo;
  - o Nel punto di indagine R3 il valore di amplificazione calcolato è superiore al valore soglia e quindi in questa area si dovrà procedere alle indagini e agli approfondimenti di 3° livello o, in alternativa, utilizzare lo spettro di norma caratteristico della categoria di suolo superiore.

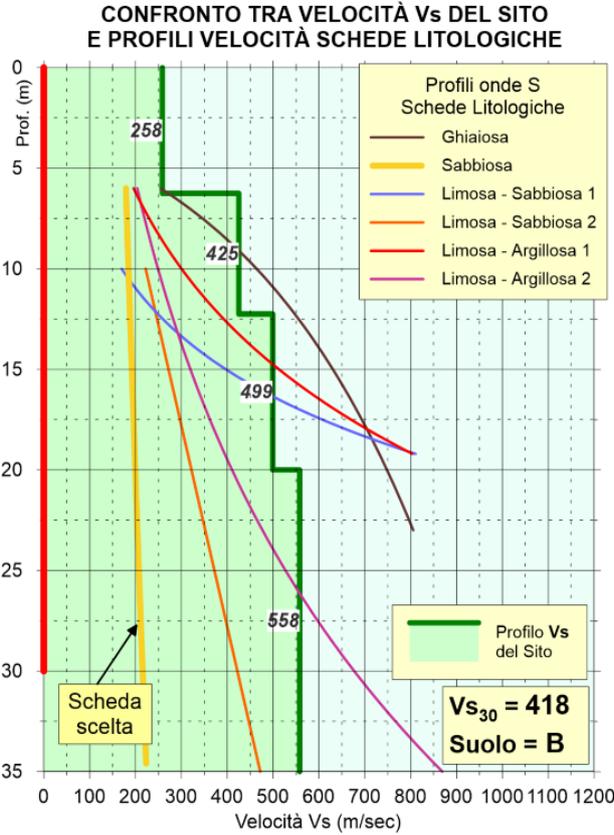
Tale superamento del fattore di soglia per le strutture alte e più flessibili (peraltro poco o nulla rappresentate nel comune oggetto di studio) porta alla necessità di ulteriori puntuali e specifiche valutazioni in occasione di interventi edilizi che riguardino tale tipologie di costruzioni, fino alla realizzazione di eventuali studi di terzo livello o declassamento della categoria del suolo.



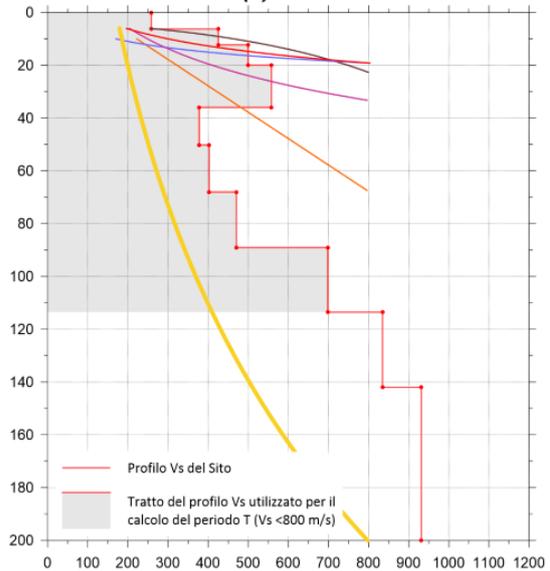
**CALCOLO DEL FATTORE DI AMPLIFICAZIONE**  
*Comune di Riferimento: CAMBIAGO*

**R1**

**SCHEDA LITOLOGIA SABBIOSA**



**CALCOLO DEL PERIODO PROPRIO DEL SITO**  
 $T(s) = 0.91$



**SELEZIONE CURVA DI AMPLIFICAZIONE**  
*(In funzione della profondità e velocità Vs dello strato superficiale)*  
*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	
300	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	NA	NA	NA								
250	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	NA	NA	NA								
300	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	NA	NA	NA								
350	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	NA	NA	NA								
400	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	NA	NA	NA								
450	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	NA	NA	NA								
500	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	NA	NA	NA								
600	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	NA	NA	NA								
700	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	NA	NA	NA								

**CURVE DI AMPLIFICAZIONE DI STRUTTURE CON PERIODO PROPRIO COMPRESO TRA Fa 0.1 e 0.5**

Curva	Tratto polinomiale	Tratto logaritmico	Tratto rettilineo
1	$0.03 \leq T \leq 0.50$	$0.50 < T \leq 1.00$	$T > 1.00$
2	$Fa_{0.1,0.5} = -12.21 T^2 + 7.79 T + 0.76$	$Fa_{0.1,0.5} = 1.01 - 0.94 \ln T$	$Fa_{0.1,0.5} = 1.00$
3	$0.03 \leq T \leq 0.45$	$0.45 < T \leq 0.60$	$T > 0.60$
	$Fa_{0.1,0.5} = -8.65 T^2 + 5.44 T + 0.84$	$Fa_{0.1,0.5} = 0.93 - 0.88 \ln T$	$Fa_{0.1,0.5} = 1.00$
	$0.03 \leq T \leq 0.40$	$0.50 < T \leq 0.55$	$T > 0.55$
	$Fa_{0.1,0.5} = -9.68 T^2 + 4.77 T + 0.86$	$Fa_{0.1,0.5} = 0.62 - 0.65 \ln T$	$Fa_{0.1,0.5} = 1.00$

**CURVA DI AMPLIFICAZIONE DI STRUTTURE CON PERIODO PROPRIO COMPRESO TRA Fa 0.5 e 1.5**

Curva	
1	$0.08 \leq T \leq 1.80$
2	$Fa_{0.5,1.5} = 0.57 T^3 - 2.18 T^2 + 2.38 T + 0.81$
3	$0.08 \leq T < 0.80$ $0.80 \leq T \leq 1.80$
	$Fa_{0.5,1.5} = -6.11 T^3 + 5.79 T^2 + 0.44 T + 0.93$ $Fa_{0.5,1.5} = 1.73 - 0.61 \ln T$

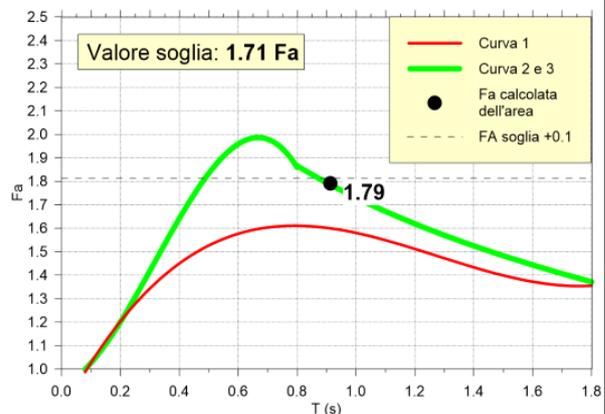
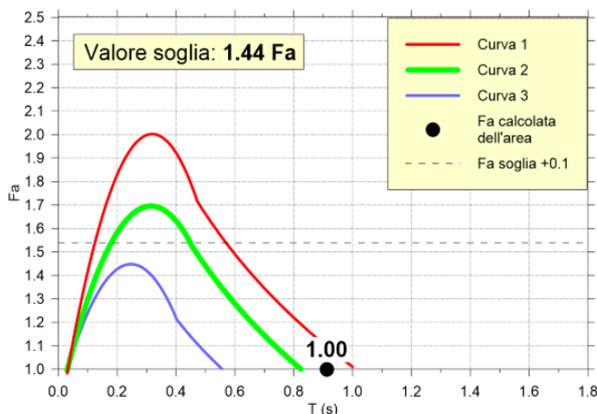


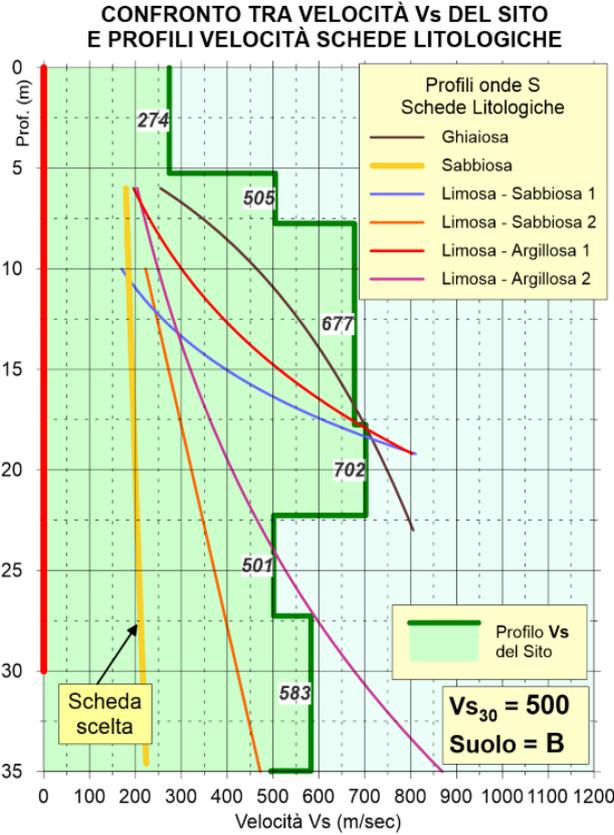
Fig. 45. Scheda litologica per il punto di prova R1.



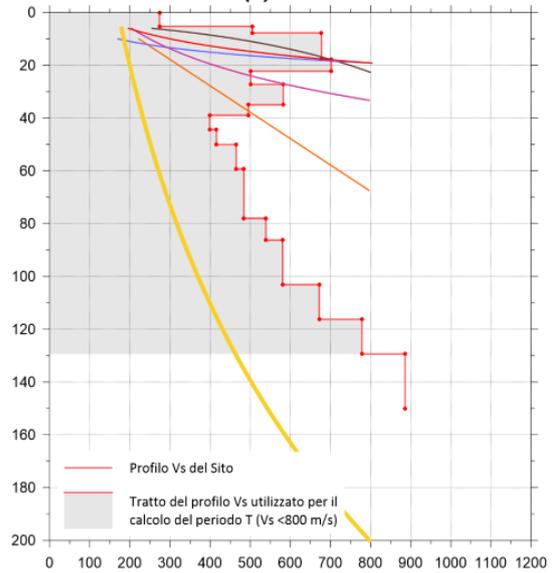
**CALCOLO DEL FATTORE DI AMPLIFICAZIONE**  
*Comune di Riferimento: CAMBIAGO*

**R2**

**SCHEDA LITOLOGIA SABBIOSA**



**CALCOLO DEL PERIODO PROPRIO DEL SITO**  
 $T(s) = 0.92$



**SELEZIONE CURVA DI AMPLIFICAZIONE**  
 (In funzione della profondità e velocità Vs dello strato superficiale)

Velocità primo strato (m/s)	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
300	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
250	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
300	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
350	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
400	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
450	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
500	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
600	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
700	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

**CURVE DI AMPLIFICAZIONE DI STRUTTURE CON PERIODO PROPRIO COMPRESO TRA Fa 0.1 e 0.5**

Curva	Tratto polinomiale	Tratto logaritmico	Tratto rettilineo
1	$0.03 \leq T \leq 0.50$	$0.50 < T \leq 1.00$	$T > 1.00$
2	$F_{a,0.1-0.5} = -12.21 T^2 + 7.79 T + 0.76$	$F_{a,0.1-0.5} = 1.01 - 0.94 \ln T$	$F_{a,0.1-0.5} = 1.00$
3	$0.03 \leq T \leq 0.45$	$0.45 < T \leq 0.60$	$T > 0.60$
	$F_{a,0.1-0.5} = -8.65 T^2 + 5.44 T + 0.84$	$F_{a,0.1-0.5} = 0.93 - 0.88 \ln T$	$F_{a,0.1-0.5} = 1.00$
	$0.03 \leq T \leq 0.40$	$0.50 < T \leq 0.55$	$T > 0.55$
	$F_{a,0.1-0.5} = -9.68 T^2 + 4.77 T + 0.86$	$F_{a,0.1-0.5} = 0.62 - 0.65 \ln T$	$F_{a,0.1-0.5} = 1.00$

**CURVA DI AMPLIFICAZIONE DI STRUTTURE CON PERIODO PROPRIO COMPRESO TRA Fa 0.5 e 1.5**

Curva	
1	$0.08 \leq T \leq 1.80$
2	$F_{a,0.5-1.5} = 0.57 T^3 - 2.18 T^2 + 2.38 T + 0.81$
3	$0.08 \leq T < 0.80$ $0.80 \leq T \leq 1.80$
	$F_{a,0.5-1.5} = -6.11 T^3 + 5.79 T^2 + 0.44 T + 0.93$ $F_{a,0.5-1.5} = 1.73 - 0.61 \ln T$

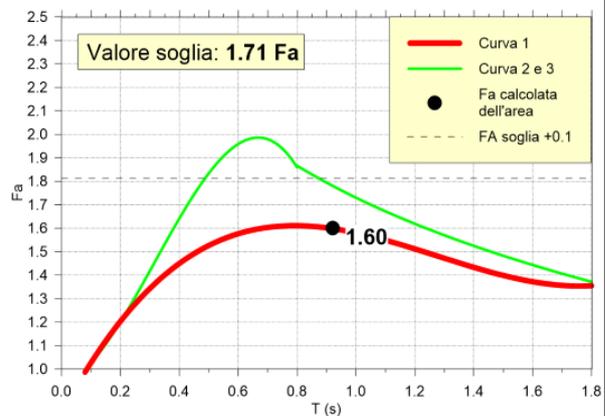
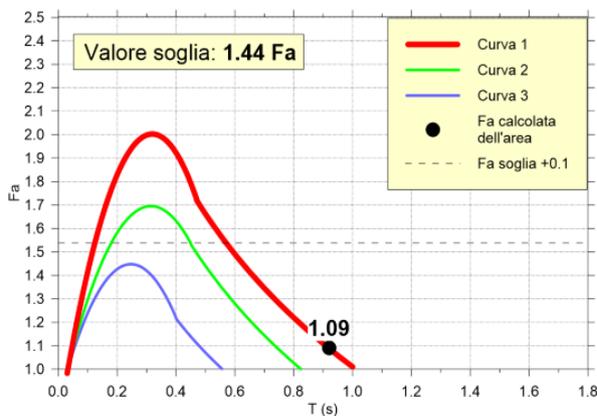


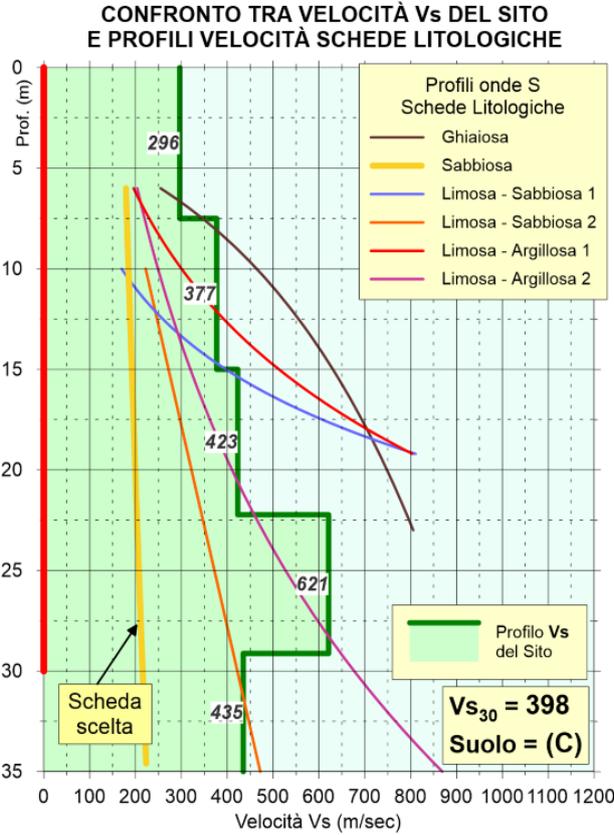
Fig. 46. Scheda litologica per il punto di prova R2.



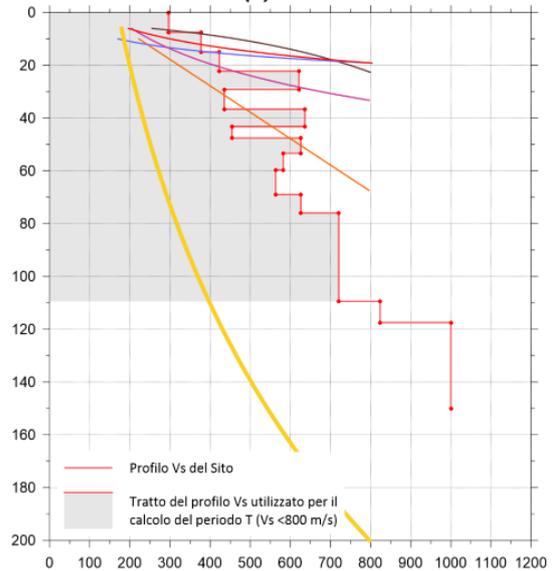
**CALCOLO DEL FATTORE DI AMPLIFICAZIONE**  
*Comune di Riferimento: CAMBIAGIO*

**R3**

**SCHEDA LITOLOGIA SABBIOSA**



**CALCOLO DEL PERIODO PROPRIO DEL SITO**  
 $T(s) = 0.76$



**SELEZIONE CURVA DI AMPLIFICAZIONE**  
 (In funzione della profondità e velocità Vs dello strato superficiale)

Velocità primo strato (m/s)	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	
300	3	1.2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
250	3	1.2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
300	3	1.2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
350	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
400	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
450	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
500	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
600	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
700	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

**CURVE DI AMPLIFICAZIONE DI STRUTTURE CON PERIODO PROPRIO COMPRESO TRA Fa 0.1 e 0.5**

Curva	Tratto polinomiale	Tratto logaritmico	Tratto rettilineo
1	$0.03 \leq T \leq 0.50$ $F_{a,0.1,0.5} = -12.21 T^2 + 7.79 T + 0.76$	$0.50 < T \leq 1.00$ $F_{a,0.1,0.5} = 1.01 - 0.94 \ln T$	$T > 1.00$ $F_{a,0.1,0.5} = 1.00$
2	$0.03 \leq T \leq 0.45$ $F_{a,0.1,0.5} = -8.65 T^2 + 5.44 T + 0.84$	$0.45 < T \leq 0.80$ $F_{a,0.1,0.5} = 0.93 - 0.88 \ln T$	$T > 0.80$ $F_{a,0.1,0.5} = 1.00$
3	$0.03 \leq T \leq 0.40$ $F_{a,0.1,0.5} = -9.68 T^2 + 4.77 T + 0.86$	$0.50 < T \leq 0.55$ $F_{a,0.1,0.5} = 0.62 - 0.65 \ln T$	$T > 0.55$ $F_{a,0.1,0.5} = 1.00$

**CURVA DI AMPLIFICAZIONE DI STRUTTURE CON PERIODO PROPRIO COMPRESO TRA Fa 0.5 e 1.5**

Curva	
1	$0.08 \leq T \leq 1.80$ $F_{a,0.5,1.5} = 0.57 T^3 - 2.18 T^2 + 2.38 T + 0.81$
2	$0.08 \leq T < 0.80$
3	$0.80 \leq T \leq 1.80$ $F_{a,0.5,1.5} = -6.11 T^3 + 5.79 T^2 + 0.44 T + 0.93$ $F_{a,0.5,1.5} = 1.73 - 0.61 \ln T$

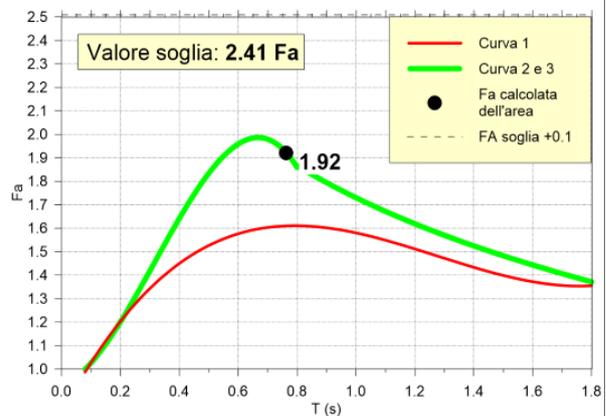
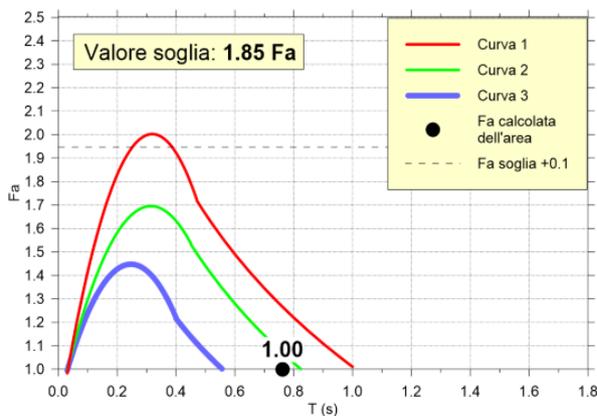


Fig. 47. Scheda litologica per il punto di prova R3.



## 7.4 Valutazione dell'azione sismica di progetto (NTC 2018)

### 7.4.1 Descrizione del moto sismico

Ai fini delle presenti norme l'azione sismica è caratterizzata da 3 componenti traslazionali, due orizzontali contrassegnate da X e Y ed una verticale contrassegnata da Z, da considerare tra di loro indipendenti. Le componenti possono essere descritte, in funzione del tipo di analisi adottata, mediante una delle seguenti rappresentazioni:

- accelerazione massima in superficie;
- accelerazione massima e relativo spettro di risposta in superficie;
- storia temporale del moto del terreno.

Le due componenti ortogonali indipendenti che descrivono il moto orizzontale sono caratterizzate dallo stesso spettro di risposta o dalle due componenti accelerometriche orizzontali del moto sismico. La componente che descrive il moto verticale è caratterizzata dal suo spettro di risposta o dalla componente accelerometrica verticale. In mancanza di documentata informazione specifica, in via semplificata l'accelerazione massima e lo spettro di risposta della componente verticale attesa in superficie possono essere determinati sulla base dell'accelerazione massima e dello spettro di risposta delle due componenti orizzontali. La componente accelerometrica verticale può essere correlata alle componenti accelerometriche orizzontali del moto sismico.

Ai fini della normativa NTC 2018 le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $P_{Vg}$ , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- $a_g$  accelerazione orizzontale massima al sito;
- $F_0$  valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- $T^*_c$  valore di riferimento per la determinazione del periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Per tali valori, necessari per la determinazione delle azioni sismiche, si fa riferimento agli Allegati A e B al Decreto del Ministro delle Infrastrutture 14 gennaio 2008, pubblicato nel S.O. alla Gazzetta Ufficiale del 4 febbraio 2008, n. 29, ed eventuali successivi aggiornamenti. L'azione sismica così individuata viene successivamente variata, nei modi chiaramente precisati dalle **NTC**, per tener conto delle modifiche prodotte dalle condizioni locali stratigrafiche del sottosuolo effettivamente presente nel sito di costruzione e dalla morfologia della superficie. Tali modifiche definiscono la risposta sismica locale.

### 7.4.2 Azione sismica di progetto e spettro di risposta del sito

Nel presente lavoro l'azione sismica è descritta in termini di *“accelerazione massima e relativo spettro di risposta atteso in superficie”*.

Una volta determinati i parametri del sito (accelerazione massima in superficie, suolo di fondazione e categoria topografica) è possibile calcolare con appositi programmi di calcolo, lo spettro di risposta del sito d'interesse.



Per il calcolo dell'azione sismica e degli spettri di risposta del sito (da Fig. 48 a Fig. 51), è stato utilizzato il programma di calcolo fornito dal Ministero dei Lavori Pubblici "Spettri di Risposta" versione 1.0.3.

Le prove sismiche realizzate e la conseguente verifica del fattore di amplificazione come da norma di Regione Lombardia hanno consentito di osservare un comportamento sismico abbastanza omogeneo a livello comunale e di confermare il suolo di fondazione nella categoria "B".

I parametri di input relativi alle aree in cui sono state realizzate le prove, riferiti allo stato limite **SLV** ( $T_R = 475$  anni), sono:

<b>Accelerazione massima in superficie</b>	<b>0.073 g</b>
<b><math>F_0</math>, valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale</b>	<b>2.541</b>
<b><math>T_c</math> periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale</b>	<b>0.280 s</b>

Gli ulteriori parametri selezionati sono:

<b><math>V_N</math> vita nominale della costruzione</b>	<b>50 anni</b>
<b><math>c_u</math> coefficiente d'uso della costruzione</b>	<b>1</b>
<b>Categoria topografica</b>	<b>T1</b>
<b><math>S_t</math> Coefficiente di amplificazione topografica</b>	<b>1.00</b>

Di seguito sono riportate le elaborazioni effettuate per la categoria di suolo B individuata nel territorio comunale nei punti presi in esame.



### Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno $T_R$ di riferimento

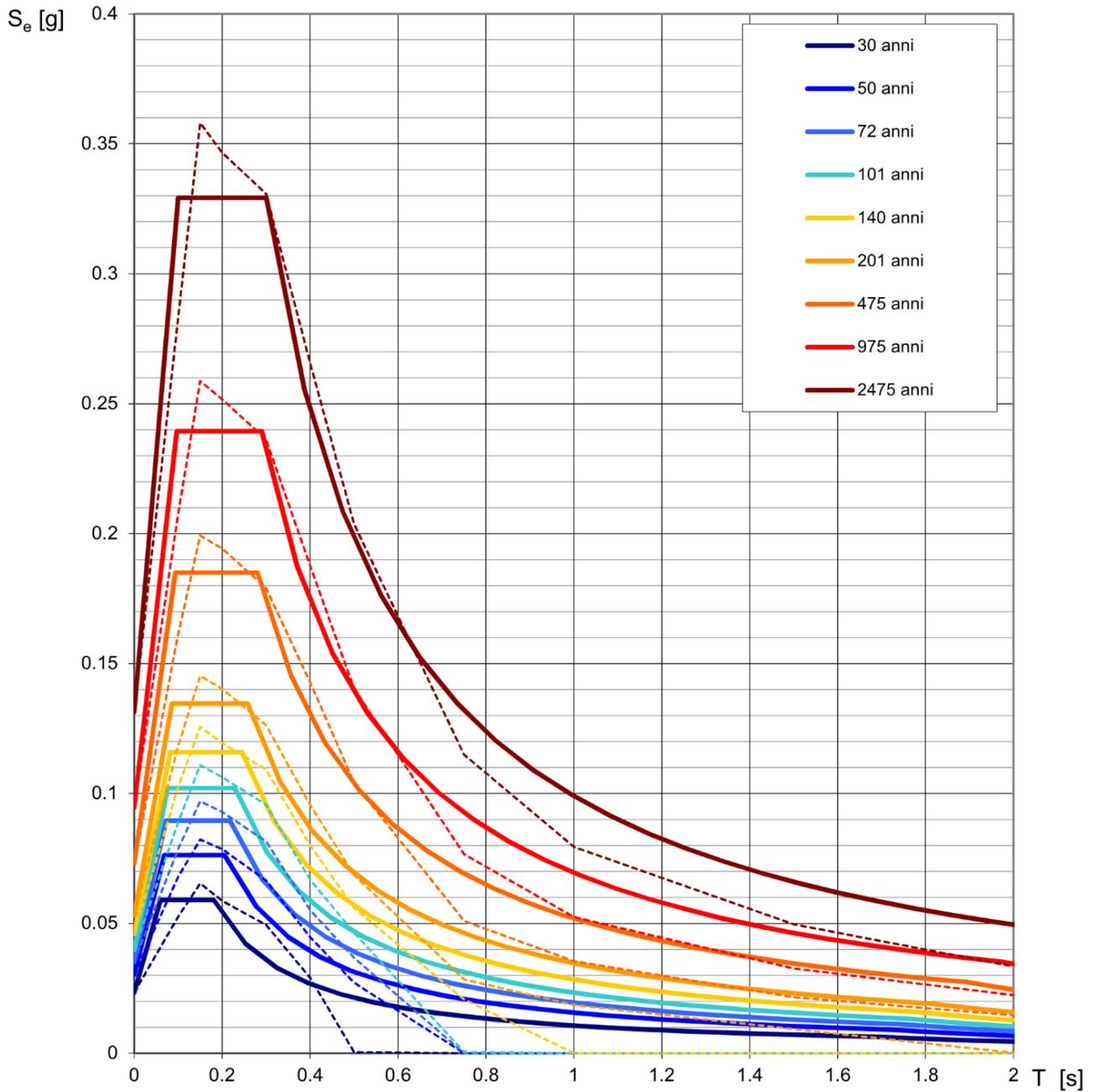


Fig. 48. Spettri di risposta elastici di input dei diversi Stati Limite (componenti orizzontali) per il Comune di Cambiagio.



### Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLV

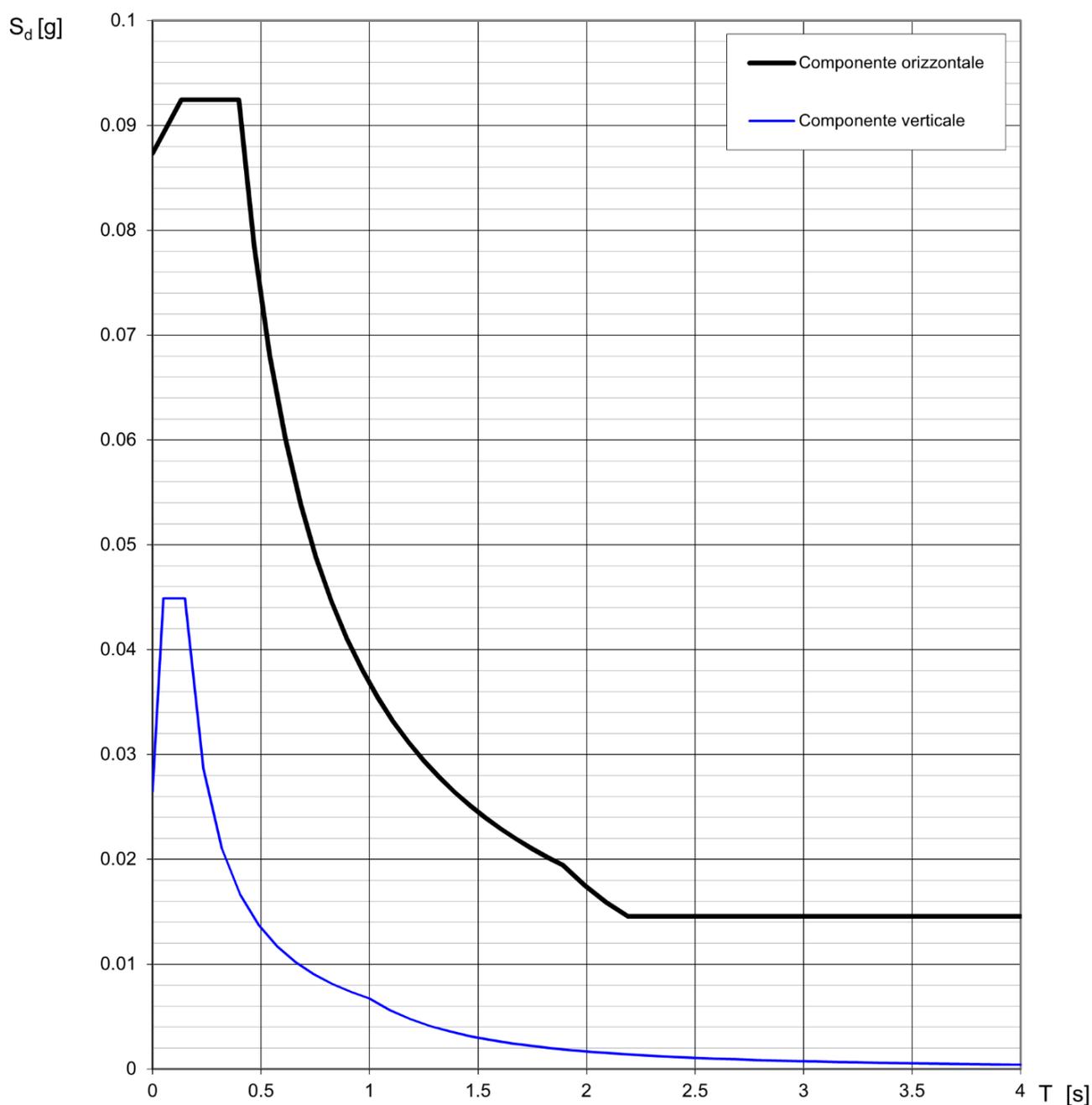


Fig. 49 Spettri di risposta (componenti orizz. E vert.) per lo stato litime: SLV-

**Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite: SLV****Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLV
$a_g$	0.073 g
$F_{o^*}$	2.541
$T_C$	0.280 s
$S_S$	1.200
$C_C$	1.418
$S_T$	1.000
$q$	2.400

**Parametri dipendenti**

$S$	1.200
$\eta$	0.417
$T_B$	0.133 s
$T_C$	0.398 s
$T_D$	1.891 s

**Espressioni dei parametri dipendenti**

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

**Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)**

$$0 \leq T < T_B \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_{o^*} \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_{o^*}} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_{o^*}$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_{o^*} \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_{o^*} \cdot \left( \frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto  $S_d(T)$  per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico  $S_e(T)$  sostituendo  $\eta$  con  $1/q$ , dove  $q$  è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

**Punti dello spettro di risposta**

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.087
$T_B \leftarrow$	0.133	0.092
$T_C \leftarrow$	0.398	0.092
	0.469	0.078
	0.540	0.068
	0.611	0.060
	0.682	0.054
	0.753	0.049
	0.824	0.045
	0.896	0.041
	0.967	0.038
	1.038	0.035
	1.109	0.033
	1.180	0.031
	1.251	0.029
	1.322	0.028
	1.393	0.026
	1.464	0.025
	1.536	0.024
	1.607	0.023
	1.678	0.022
	1.749	0.021
	1.820	0.020
$T_D \leftarrow$	1.891	0.019
	1.992	0.018
	2.092	0.016
	2.192	0.015
	2.293	0.015
	2.393	0.015
	2.494	0.015
	2.594	0.015
	2.694	0.015
	2.795	0.015
	2.895	0.015
	2.996	0.015
	3.096	0.015
	3.197	0.015
	3.297	0.015
	3.397	0.015
	3.498	0.015
	3.598	0.015
	3.699	0.015
	3.799	0.015
	3.900	0.015
	4.000	0.015

Fig. 50 – Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite: SLV

**Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite: SLV****Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLV
$a_{gv}$	0.027 g
$S_S$	1.000
$S_T$	1.000
$q$	1.500
$T_B$	0.050 s
$T_C$	0.150 s
$T_D$	1.000 s

**Parametri dipendenti**

$F_v$	0.925
$S$	1.000
$\eta$	0.667

**Espressioni dei parametri dipendenti**

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 §. 3.2.3.5})$$

$$F_v = 1,35 \cdot F_0 \cdot \left( \frac{a_g}{g} \right)^{0,5} \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.11})$$

**Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.10)**

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left( \frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

**Punti dello spettro di risposta**

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.027
$T_B \leftarrow$	0.050	0.045
$T_C \leftarrow$	0.150	0.045
	0.235	0.029
	0.320	0.021
	0.405	0.017
	0.490	0.014
	0.575	0.012
	0.660	0.010
	0.745	0.009
	0.830	0.008
	0.915	0.007
$T_D \leftarrow$	1.000	0.007
	1.094	0.006
	1.188	0.005
	1.281	0.004
	1.375	0.004
	1.469	0.003
	1.563	0.003
	1.656	0.002
	1.750	0.002
	1.844	0.002
	1.938	0.002
	2.031	0.002
	2.125	0.001
	2.219	0.001
	2.313	0.001
	2.406	0.001
	2.500	0.001
	2.594	0.001
	2.688	0.001
	2.781	0.001
	2.875	0.001
	2.969	0.001
	3.063	0.001
	3.156	0.001
	3.250	0.001
	3.344	0.001
	3.438	0.001
	3.531	0.001
	3.625	0.001
	3.719	0.000
	3.813	0.000
	3.906	0.000
	4.000	0.000

Fig. 51 - Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite: SLV





## 8 CARTA DEI VINCOLI

L'elaborazione della Carta dei Vincoli (**Tav. 7**) prende atto degli elementi di vincolo territoriale presenti sul territorio (Fig. 52), essi si suddividono in:

- **Vincoli determinati nell'ambito del Piano di Gestione dei Rischi di Alluvione (PGR)**

Sono riassunti in questa dicitura i vincoli connessi al Piano di Gestione dei Rischi di Alluvione (PGR), che per Cambiago prevedono aree in Ambito RP a pericolosità da P1/L a P3/H (Torrenti Trobbia, Cava e Pissanegra) oltre ad una piccola area in Ambito RSP a pericolosità P2/M per il Rio Vallone (si veda la Carta PAI-PGR nello specifico capitolo).

- **Vincoli di Polizia Idraulica**

Sono riassunti in questa dicitura gli elementi relativi al sistema del Reticolo Idrico definito dallo studio redatto dal Comune di Cambiago e recepito dal Comune in occasione della presente Variante.

- **Reticolo Idrico Principale** (T. Trobbia - MI022, T. Cava – MI023, T. Pissanegra – MI039, Rio Vallone – MI024) con pertinente fascia di rispetto di 10 metri – Art. 96 R.D. n. 523/1904;
- **Reticolo di Bonifica** di competenza del Consorzio di Bonifica Est-Ticino Villoresi, con pertinente fascia di rispetto di 5, 6 e 10 metri (art. 4 del Regolamento di Gestione della Polizia Idraulica del Consorzio di Bonifica Est Ticino Villoresi – d.g.r. 19 dicembre 2016 – n. X/6037);
- **Reticolo Idrico Minore** di competenza comunale relativo ai corsi d'acqua definiti dallo studio allegato con pertinente fascia di rispetto di 10 metri definita dal citato studio del RIM.

Per la mappatura ed i relativi regolamenti si rimanda allo studio specifico.

- **Aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile:**

- **zone di tutela assoluta (10 metri)** – D.Lgs. n. 258/00 art. 5 comma 4, d.g.r. n. 7/12693 del 10/04/03, D.Lgs. n. 152/06 – art. 94;
- **zona di rispetto (200 m) secondo il criterio geometrico** - D.Lgs. n. 258/00 art. 5 comma 5, 6 e 7 – d.g.r. n. 7/12693 del 10/04/03 – D.Lgs. n. 152/06 – art. 94;

- **Vincoli territoriali – PTCP della Città Metropolitana di Milano**

- Art. 21 - Sistemi ed elementi di particolare rilevanza geomorfologica
- Art. 24 - Corsi d'acqua
- Art. 38 – Ciclo delle acque
- Art. 39 – Aree dismesse e aree di bonifica



Dal confronto tra le banche dati dei siti bonificati/contaminati di Regione Lombardia, database ARPA Lombardia, banca dati di Città Metropolitana di Milano e Uff. Tecnico comunale è emerso che al momento della redazione del presente elaborato risulta solamente il seguente sito:

SITO	SITUAZIONE	FONTE	COD.
Ex-Cava Gerri	Indagine preliminare eseguita	Piano regionale di gestione dei rifiuti e delle bonifiche 2014-2020	33

- **Vincoli territoriali – Aree industriali per trasformazione d’uso - D.Lgs. n. 152/06**

Le aree dismesse in fase di modifica d’uso dovranno essere sottoposte alle analisi di caratterizzazione secondo le procedure del D.Lgs. n. 152/06 “Norme in materia ambientale” – Titolo V parte quarta – siti contaminati – valori di riferimento: Tab. 1 – colonne A e B – Allegato 5 del Titolo V.

- **Vincoli territoriali – L.R. 7/2017 - Recupero dei vani e locali seminterrati esistenti**

Con Delibera del Consiglio Comunale n° 62 del 30/10/2017 il Comune ha definito le “*parti del territorio da intendersi escluse dall’applicazione della L.R. n. 7/2010, in forza di specifiche esigenze di tutela paesaggistica o igienico sanitaria, di difesa del suolo, di rischio idrogeologico o per la presenza di fenomeni di risalita della falda, quelle di seguito elencate ed indicate nella tavola n1\_t1 dei vincoli del P.G.T. vigente e nella tavola della direttiva alluvioni della Regione Lombardia:*

- 1) *Le fasce di rispetto del reticolo idrico minore del P.G.T. Sistema dei Vincoli vigente;*
- 2) *Gli ambiti e le aree assoggettate a specifica tutela del codice dei beni culturali del paesaggio;*
- 3) *Gli ambiti di interesse storico-architettonico;*
- 4) *Gli ambiti a rischio archeologico;*
- 5) *Gli ambiti di interesse storico e culturale;*
- 6) *Le fasce di rispetto di 10 mt. Del reticolo idrografico ed in prossimità di torrenti e corsi d’acqua e relative sponde;*
- 7) *Le aree in prossimità di pozzi pubblici con zona di tutela assoluta di 10 metri;*
- 8) *Le aree di rispetto cimiteriale;*
- 9) *Le aree di rischio moderato R1 e medio R2 della classificazione del rischio idraulico del P.G.T. Sistema dei vincoli vigente;*
- 10) *Gli ambiti del centro storico e nuclei di antica formazione del P.G.T. vigente”*

- **Ulteriori informazioni**

L’Amministrazione di Cambiago, con Deliberazione di Consiglio Comunale n. 61 del 21-12-2016, ha deliberato il recesso dal Consorzio del Parco Locale di Interesse Sovracomunale (PLIS) del Rio Vallone (ora Parco Agricolo Nord Est). Di conseguenza, il PLIS non sarà inserito nella cartografia dei Vincoli.





## 9 CARTA DI SINTESI DELLE PROBLEMATICHE GEOAMBIENTALI

La sintesi proposta evidenzia e riorganizza gli elementi conoscitivi raccolti in funzione del loro significato rispetto alle scelte di utilizzo del territorio e, in particolare, alle destinazioni e trasformazioni d'uso definibili in sede di pianificazione locale.

L'elaborato cartografico di Sintesi (**Tav. 8**, miniatura in Fig. 53) è stato redatto a partire dalle indagini di base condotte sul territorio comunale, per le quali si rimanda ai capitoli precedenti.

A tal fine, sono stati individuati differenti ordini principali di problematiche, di seguito brevemente descritti:

- **AREE VULNERABILI DAL PUNTO DI VISTA IDROGEOLOGICO**

Il problema della salvaguardia delle acque sotterranee può essere affrontato sia considerando la litologia dei complessi idrogeologici e le caratteristiche della loro copertura pedogenizzata (vulnerabilità intrinseca degli acquiferi) sia da quello delle possibili fonti di rischio presenti sul territorio.

Un'elevata vulnerabilità idrogeologica, o la prossimità di punti di captazione idrica ad uso idropotabile, richiedono forme crescenti di salvaguardia del territorio e la limitazione o l'esclusione di forme di uso del suolo che possano costituire una fonte di rischio - inquinamento - per le acque sotterranee o che possano interferire in senso fisico con gli acquiferi sotterranei e con la loro ricarica.

L'analisi delle situazioni di possibile rischio per le falde idriche sotterranee non può essere considerata esaustiva, non prendendo in considerazione una serie di elementi di grande rilevanza (quali le fonti di rischio industriale) non contemplati nell'ambito del presente studio.

In funzione delle elaborazioni di cui al capitolo relativo all'Idrogeologia, sono definiti due settori rispettivamente con:

- Vulnerabilità Intrinseca MODERATA, fondovalle (metodo parametrico G.O.D.)
- Vulnerabilità Intrinseca MODERATA, fluvio-glaciale (metodo parametrico G.O.D.) \*

\* A causa della presenza degli occhi pollini la Vulnerabilità Intrinseca può localmente diventare ALTA!

Sono definiti, inoltre, settori interessati da piani di caratterizzazione e/o bonifica (in atto) e/o Analisi di Rischio igienico-sanitario (discarica Gerri).



- **AREE VULNERABILI DAL PUNTO DI VISTA IDRAULICO**

In funzione dell'analisi delle situazioni di possibile alluvionamento e conseguente rischio idraulico, espresse nella presente relazione e nel collegato Documento Semplificato del Rischio Idraulico Comunale (a cui si rimanda), sono definite:

- Aree frequentemente inondabili in occasione di eventi con tempo di ritorno di 10 anni (scenario P3/H del PGRA).

Attesi significativi valori di velocità ed altezze d'acqua tali da pregiudicare l'incolumità delle persone, la funzionalità di edifici e infrastrutture e lo svolgimento di attività economiche.

- Aree potenzialmente inondabili in occasione di eventi con tempo di ritorno superiore a 100 anni (scenari P2/M e P1/L del PGRA).

Attesi 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.

- **AREE CHE PRESENTANO SCADENTI CARATTERISTICHE GEOTECNICHE**

Si tratta di specifici settori del territorio comunale che, sulla base dei dati geognostici disponibili, sono stati distinti in:

- Settori con limi/argille superficiali con spessori dell'ordine di 2-6 metri e con caratteristiche geotecniche molto variabili; possibile presenza di occhi pollini anche a notevoli profondità;
- settori con materiali riportati, ritombamento di cave, aree colmate e/o oggetto di escavazione.

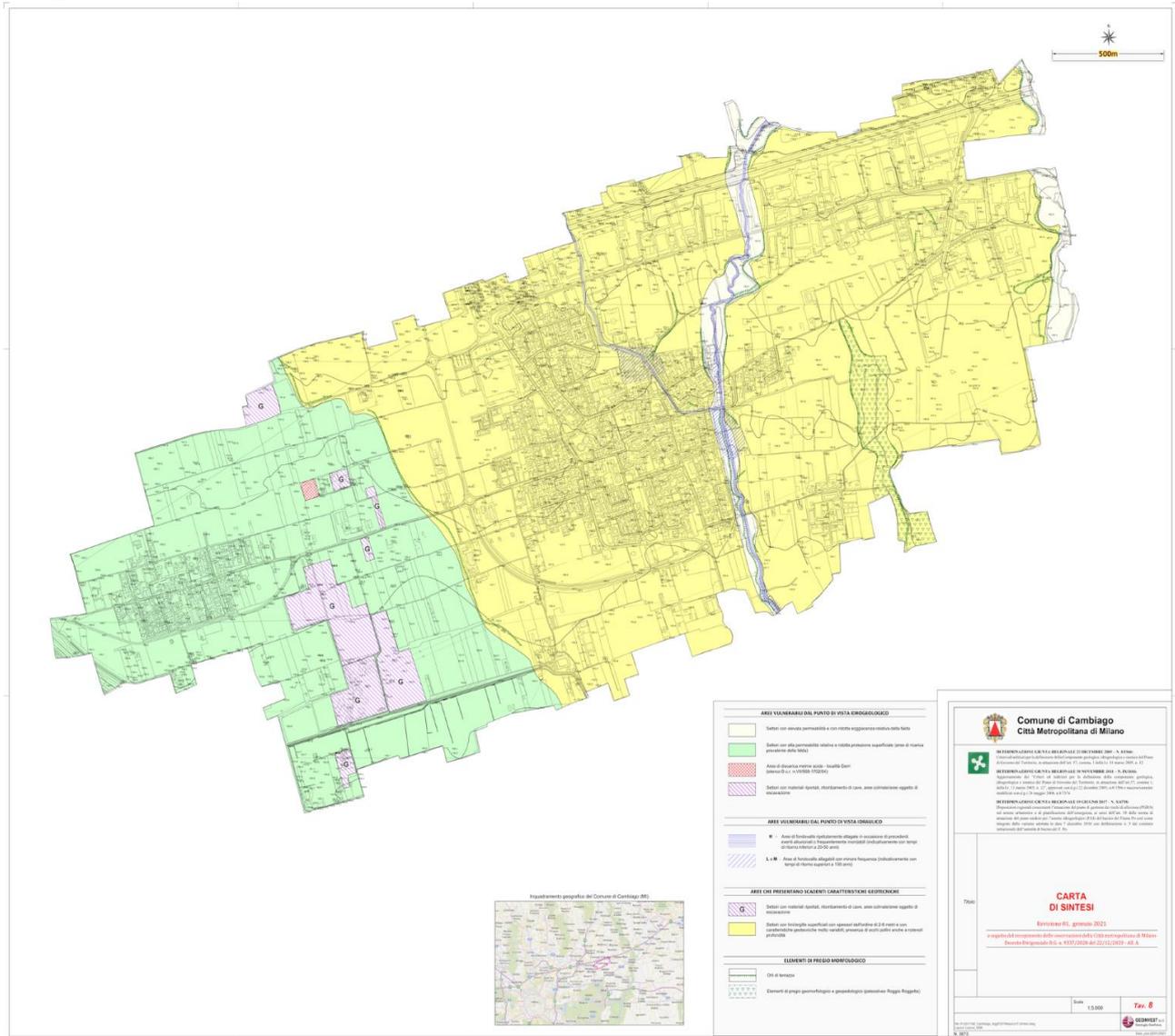


Fig. 53. Carta di Sintesi (Tav. 8, miniatura fuori scala).