



**COMUNE DI LAMBRUGO**  
(Provincia di Como)

**COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA  
DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO  
AI SENSI DELLA L.R. 12/2005 E S.M.I.  
E SECONDO I CRITERI DELLA D.G.R. n. 8/7374/2008**

**RELAZIONE TECNICA**

Sommario

PRIMA PARTE – RELAZIONE ILLUSTRATIVA

<b>1</b>	<b>PREMESSA ED OBIETTIVI</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>RICERCA STORICA E BIBLIOGRAFICA E QUADRO DI RIFERIMENTO PROGRAMMATICO</b>	<b>9</b>
2.1	DOCUMENTAZIONE BIBLIOGRAFICA	9
2.2	SISTEMA INFORMATIVO TERRITORIALE REGIONALE	10
2.3	VARIANTE AL PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI): FASCE FLUVIALI DEL FIUME LAMBRO NEL TRATTO DAL LAGO DI PUSIANO ALLA CONFLUENZA CON IL DEVIATORE REDEFOSI	13
2.4	PIANO TERRITORIALE REGIONALE	16
2.4.1	<i>La struttura del Piano</i>	17
2.4.2	<i>Rapporti con il PGT</i>	17
2.5	PIANO TERRITORIALE DI COORDINAMENTO PROVINCIALE	22
2.6	PROGRAMMA DI TUTELA E USO DELLE ACQUE	26
2.6.1	<i>Contenuti del Programma</i>	26
<b>3</b>	<b>INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO, GEOLOGICO ED IDROGRAFICO</b>	<b>32</b>
3.1	GEOMORFOLOGIA	32
3.2	GEOLOGIA DI SUPERFICIE E DEL PRIMO SOTTOSUOLO	32
3.3	OSSERVAZIONI LITOSTRATIGRAFICHE DI DETTAGLIO	36
3.4	IDROGRAFIA	40
<b>4</b>	<b>INQUADRAMENTO METEO-CLIMATICO</b>	<b>46</b>
4.1	TEMPERATURA DELL'ARIA	46
4.2	PRECIPITAZIONI	47
4.3	EVENTI PLUVIOMETRICI INTENSI ED ESTREMI	50

<b>5</b>	<b>INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO</b>	<b>52</b>
5.1	CLASSIFICAZIONE DELLE UNITÀ DI SOTTOSUOLO	52
5.2	CARATTERI PIEZOMETRICI LOCALI	53
5.3	QUALITÀ DELLE ACQUE DI FALDA	54
5.4	DISTRIBUZIONE DEI PRINCIPALI INDICATORI DI INQUINAMENTO	57
5.4.1	<i>Nitrati</i>	57
5.5	VULNERABILITÀ DEGLI ACQUIFERI	58
<b>6</b>	<b>DEFINIZIONE DEL BILANCIO IDROGEOLOGICO</b>	<b>64</b>
6.1	DISPONIBILITÀ IDRICA E MODALITÀ DI FUNZIONAMENTO DELL'ACQUEDOTTO	64
6.2	QUANTIFICAZIONE DEI PRELIEVI DA POZZI PUBBLICI E PRIVATI	66
6.3	STIMA DELL'INFILTRAZIONE EFFICACE	67
6.4	BILANCIO IDROGEOLOGICO RICARICHE/PRELIEVI	71
6.5	STIMA DEI FABBISOGNI IDRICI FUTURI	71
<b>7</b>	<b>CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICO-TECNICA E PEDOLOGICA</b>	<b>73</b>
7.1	SINTESI DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE DISPONIBILI	73
7.2	PRIMA CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI	77
7.3	PARAMETRI GEOTECNICI	81
7.3.1	<i>Modello geotecnico delle aree omogenee</i>	85
7.4	ULTERIORI ELEMENTI DI CARATTERE GEOLOGICO-TECNICO, IDROGEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO	96
<b>8</b>	<b>ANALISI DEL RISCHIO SISMICO</b>	<b>99</b>
8.1	ASPETTI NORMATIVI E METODOLOGICI REGIONALI	106
8.2	PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE DEL TERRITORIO COMUNALE	108
8.2.1	<i>Scenari di pericolosità sismica locale e possibili effetti indotti</i>	115
<b>9</b>	<b>DINAMICA GEOMORFOLOGICA</b>	<b>117</b>
<b>10</b>	<b>QUADRO DEI VINCOLI NORMATIVI VIGENTI SUL TERRITORIO</b>	<b>119</b>
10.1	PIANIFICAZIONE DI BACINO AI SENSI DELLA L. 183/89	119
10.1.1	<i>Fasce fluviali</i>	119
10.1.2	<i>Dissesti</i>	120
10.2	AREE DI SALVAGUARDIA DELLE CAPTAZIONI AD USO IDROPOTABILE	121
10.3	VINCOLI DI POLIZIA IDRAULICA	122
<b>11</b>	<b>SINTESI DEGLI ELEMENTI CONOSCITIVI</b>	<b>124</b>
<b>12</b>	<b>CONCLUSIONI</b>	<b>126</b>
 SECONDA PARTE – NORME GEOLOGICHE DI PIANO		
<b>13</b>	<b>NORME GEOLOGICHE DI PIANO</b>	<b>129</b>
	ARTICOLO 1 - DEFINIZIONI	130
	ARTICOLO 2 – INDAGINI ED APPROFONDIMENTI GEOLOGICI	136
	ARTICOLO 3 – CLASSI DI FATTIBILITÀ GEOLOGICA	139

13.1.1	CLASSE DI FATTIBILITA' GEOLOGICA 4 - FATTIBILITÀ CON GRAVI LIMITAZIONI	140
13.1.2	CLASSE DI FATTIBILITA' GEOLOGICA 3 - FATTIBILITÀ CON CONSISTENTI LIMITAZIONI	143
13.1.3	CLASSE DI FATTIBILITA' GEOLOGICA 2 - FATTIBILITÀ CON MODESTE LIMITAZIONI	148
	ARTICOLO 4 – AREE DI SALVAGUARDIA DELLE CAPTAZIONI AD USO IDROPOTABILE	153
	ARTICOLO 5 – PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO DEL BACINO DEL FIUME PO (PAI)	155
	ARTICOLO 6 - GESTIONE DELLE ACQUE SUPERFICIALI, SOTTERRANEE E DI SCARICO	156
	ARTICOLO 7 - POLIZIA IDRAULICA AI SENSI DELLA D.G.R. 25 GENNAIO 2002 N. 7/7868 E S.M.I.	157
	ARTICOLO 8 – TUTELA DELLA QUALITÀ DEI SUOLI	158

### **Figure nel testo**

Figura 2.1–	Fasce fluviali PAI, SIT Regione Lombardia	11
Figura 2.2 –	Mappa tematica: litologia	12
Figura 2.3 –	Mappa tematica: geomorfologia	13
Figura 2.4 –	Estratto della Tavola 2 – Zone di preservazione e salvaguardia ambientale	18
Figura 2.5 –	Estratto Tavola A1.c "Difesa del suolo" e relativa legenda – comune di Lambrugo	24
Figura 2.6-	Estratto Tavola A3 "Le aree protette" e relativa legenda – comune di Lambrugo	25
Figura 2.7 –	Bacino 3 Ticino-Adda e i relativi 24 settori in cui è stato suddiviso	28
Figura 2.8 –	Estratto della cartografia "Aree di riserva e di ricarica"	31
Figura 4.1 -	Temperature mensili medie [°C] nel periodo 2004-2010	47
Figura 4.2 -	Precipitazioni annue [mm] nel periodo 2004-2010	48
Figura 4.3 -	Distribuzione delle precipitazioni medie mensili	49
Figura 4.4 –	Precipitazioni massime medie annue	49
Figura 4.5 –	Precipitazioni minime medie annue	50
Figura 4.6 –	Celle a cui appartiene il territorio di Lambrugo	51
Figura 5.1 -	Classificazione chimica delle acque sotterranee	56
Figura 5.2 –	Andamento delle concentrazioni dei nitrati	58
Figura 6.1 –	Uso del suolo del comune di Lambrugo	68
Figura 8.1 –	Classificazione sismica del territorio italiano del 1984	100
Figura 8.2 –	Proposta di riclassificazione del 1998	101
Figura 8.3 -	Mappa di pericolosità sismica OPCM 20 marzo 2003 n. 3274	103
Figura 8.4 -	Mappa di pericolosità sismica Opcm 20 marzo 2003 n. 3274, Lombardia	104
Figura 8.5 -	Classificazione dei comuni lombardi in zone sismiche	104
Figura 8.6 -	Mappa di pericolosità sismica Opcm n. 3519	105
Figura 8.7 -	Reticolo di riferimento nazionale	109
Figura 8.8 -	Spettro di risposta elastico aree 1, 2, 3	113

Figura 8.9 - Spettro di risposta elastico area 4.....	113
Figura 9.1 – Cubi in calcestruzzo di contenimento in via Cesare Battisti .....	118

### **Tablelle nel testo**

Tabella 3.1 - Estensione del bacino (da "Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica", All. 7 delle NdA del PAI) .....	40
Tabella 4.1 - Temperature medie mensili [°C]: Lambrugo .....	47
Tabella 4.2 - Precipitazioni mensili [mm]: Lambrugo .....	48
Tabella 4.3 - Distribuzione spaziale delle precipitazioni intense - Parametri delle linee segnalatrici di probabilità pluviometrica per tempi di ritorno di 20, 100, 200 e 500 anni (allegato 3 della Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica) .....	51
Tabella 5.1 – Quote piezometriche .....	53
Tabella 5.2 - Caratteri idrochimici delle acque di falda .....	55
Tabella 6.1 – Dotazione idrica comunale .....	64
Tabella 6.2 - Sollevati complessivi dai pozzi del pubblico acquedotto .....	66
Tabella 6.3 - Prelievi anno 2009 .....	66
Tabella 6.4 - Dati di prelievo da pozzi privati .....	67
Tabella 6.5 - Differenziazione dei prelievi pubblici e privati .....	67
Tabella 6.6 - Copertura del suolo e relativi coefficienti CN .....	68
Tabella 6.7 - Stima dei valori di evapotraspirazione ETR.....	69
Tabella 6.8 - Fabbisogni idrici.....	72
Tabella 8.1 - Scenari di pericolosità sismica locale e relativi effetti.....	108

### **Allegati alla relazione**

All. 1	Elenco pozzi pubblici del Comune di Lambrugo
All. 2	Stratigrafie dei pozzi pubblici
All. 3	Analisi delle acque di falda:
	a) determinazione dei parametri chimico-fisici
	b) determinazione gascromatografica dei solventi clorurati
	c) determinazione dei diserbanti e pesticidi
All. 4	Indagini geotecniche di documentazione (su supporto informatico)
All. 5	– Delimitazione delle Fasce Fluviali del fiume Lambro – Variante al Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI), approvato con DPCM 24 maggio 2001
All. 6/1-3	- Estratti mappa catastale con ubicazione dei pozzi ad uso potabile e della relativa zona di tutela assoluta – scala 1:2.000

### **Tavole**

Tav. 1	Caratteri geologici e geomorfologici - scala 1:10.000
Tav. 2	Idrogeologia e vulnerabilità - scala 1:10.000
Tav. 3	Sezioni idrogeologiche - scala 1:10.000
Tav. 4	Dinamica geomorfologica - scala 1:5.000
Tav. 5	Caratteri geologico-tecnici - scala 1:5.000
Tav. 6	Pericolosità sismica locale - scala 1:5.000
Tav. 7	Vincoli geologici sovraordinati- scala 1:5.000

- Tav. 8 Sintesi degli elementi conoscitivi - scala 1:5.000
- Tav. 9 Fattibilità geologica - scala 1:5.000
- Tav. 10 Fattibilità geologica - scala 1:10.000

PRIMA PARTE  
**RELAZIONE ILLUSTRATIVA**

## 1 PREMESSA ED OBIETTIVI

Il comune di Lambrugo (CO) è dotato di uno studio geologico del proprio territorio a supporto della pianificazione comunale, ai sensi della l.r. 41/97 e sulla base dei criteri applicativi approvati con d.g.r. 29 ottobre 2001 n. 7/6645. Esso è stato redatto dallo Scrivente nel marzo 2005 ed è stato approvato e recepito nello strumento urbanistico vigente (PRG), con Delibera di consiglio comunale n. 9 del 28 febbraio 2007.

La successiva emanazione da parte della Regione Lombardia del documento "*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*", approvato con d.g.r. 22 dicembre 2005 n. 8/1566 e aggiornato con d.g.r. 28 maggio 2008 n. 8/7374, in cui vengono fornite le linee guida per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del territorio comunale, ha comportato la necessità di effettuare l'aggiornamento e l'integrazione dello studio geologico-tecnico del marzo 2005.

L'Amministrazione Comunale di Lambrugo ha, pertanto, affidato allo Studio Idrogeotecnico Associato di Milano, con Determinazione n. 318 del 20.10.2010, l'incarico per l'effettuazione di tale aggiornamento ai sensi della l.r. 12/2005 "*Legge per il governo del territorio*" e della d.g.r. 28 maggio 2008 n. 8/7374.

La definizione della pericolosità sismica locale si è resa necessaria anche a seguito dell'entrata in vigore della nuova classificazione sismica del territorio nazionale contenuta nella Ordinanza della Presidenza del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 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*" e alla pubblicazione del d.m. 14 settembre 2005 "*Norme tecniche per le costruzioni*", sostituito dal nuovo d.m. 14 gennaio 2008 "*Revisione delle Norme Tecniche per le costruzioni*".

L'organizzazione delle attività per la stesura del presente studio geologico ha comportato una prima fase di analisi che si è attuata tramite:

- sistematica raccolta dati ed informazioni presso Enti di competenza (Regione Lombardia, Provincia di Como, Ufficio Tecnico Comunale, Gestore pubblico acquedotto etc.) inerenti le varie tematiche ambientali;
- rilievi diretti in campo;
- consultazione del Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Como (approvato con D.C.P. n. 59/35993 del 2/08/2006) disponibile online;
- consultazione del Sistema Informativo Territoriale della Regione Lombardia disponibile online;
- approfondimento in prospettiva sismica dei caratteri geotecnici tramite rielaborazione dei dati disponibili. Tali attività sono state finalizzate alla definizione

delle aree omogenee a seguito della introduzione di una specifica parametrizzazione geotecnica.

Tale fase di analisi ha consentito l'aggiornamento del quadro delle conoscenze contenute nelle cartografie e nella relazione del precedente studio geologico per quanto riguarda i tematismi della geologia, idrogeologia, vulnerabilità, caratteri geologico-tecnici e alla redazione della "Carta della pericolosità sismica locale", contenente l'individuazione delle diverse situazioni in grado di determinare effetti sismici locali.

Le successive fasi di sintesi/valutazione e di proposta hanno comportato la redazione della Carta dei Vincoli e l'aggiornamento della Carta di Sintesi e di Fattibilità geologica delle azioni di piano, unitamente alla revisione delle relative Norme Geologiche di Piano contenenti specifiche limitazioni, norme d'uso e prescrizioni da adottare in fase progettuale.

Il presente documento costituisce lo studio geologico completo, da inserire integralmente nel Documento di Piano del Piano di Governo del Territorio ai sensi dell'art. 8 comma 1, lettera c) della l.r. 12/05 e nel Piano delle Regole (art. 10, comma 1, lettera d) per le parti relative alla sintesi e fattibilità geologica.



## **2 RICERCA STORICA E BIBLIOGRAFICA E QUADRO DI RIFERIMENTO PROGRAMMATICO**

Al fine della conoscenza e dell'inquadramento generale del territorio di Lambrugo, la ricerca di informazioni bibliografiche si è basata sulla raccolta dei dati e della documentazione esistente (in parte già utilizzata per la redazione dello studio geologico di base del marzo 2005) presso:

- gli archivi comunali;
- la Provincia di Como;
- la Regione Lombardia;
- PRAGMA S.p.A. (Ente Gestore dell'acquedotto);
- aziende/enti privati;
- la Banca dati dello Studio Idrogeotecnico.

La ricerca si è basata anche sulla consultazione online del Sistema Informativo Territoriale (SIT) della Regione Lombardia e sull'analisi e il confronto con la seguente documentazione relativa agli strumenti di programmazione e pianificazione territoriale su scala sovracomunale:

- Piano Territoriale Regionale – Regione Lombardia;
- Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale – Provincia di Como;
- Programma di tutela e uso delle acque (PTUA).

### **2.1 DOCUMENTAZIONE BIBLIOGRAFICA**

Nella fase di analisi sono state effettuate una ricerca bibliografica ed una raccolta della documentazione tecnica di carattere generale disponibile, riguardante gli aspetti geologici, idrogeologici, geotecnici ed idraulici del territorio di Lambrugo e di seguito elencata.

La documentazione disponibile relativa a specifiche indagini geotecniche e geognostiche effettuate nel comune di Lambrugo è riassunta nel paragrafo 7.1 e riportata nell'allegato 4 della presente relazione illustrativa.

BINI A. (1987) - L'apparato glaciale Würmiano di Como. - Tesi di Dottorato, A.A. 1987, Università di Milano.

BINI A. (1990) – Dispense di geologia del Quaternario. 1. Descrizione di affioramenti e sezioni stratigrafiche, Valdina Libreria Universitaria, Milano.

CESTARI F. (1990) - Prove geotecniche in sito.

CIVITA M. (1990) - Legenda unificata per la carta della vulnerabilità intrinseca dei corpi idrici sotterranei/ Unified legend for the aquifer pollution vulnerability maps. - Studi sulla Vulnerabilità degli acquiferi, 1 (append.), Pitagora Editrice, Bologna, 13 p.

CIVITA M. (1991) - La valutazione della vulnerabilità degli acquiferi. - Atti 1° Convegno Nazionale "Protezione e gestione delle acque sotterranee: Metodologie, Tecnologie ed Obiettivi". Marano s.P., 3, 39-86.

CIVITA M., DE REGIBUS C., MARINI P. (1992) - Metodologie di comparazione e comparazione di metodologie per la valutazione della vulnerabilità intrinseca degli acquiferi all'inquinamento. - I Convegno nazionale dei giovani ricercatori di geologia applicata. Gargnano (BS), 22-23 Ottobre 1991. Supplemento n.93 di Ricerca scientifica ed educazione permanente.

CNR - G.N.D.C.I. - FRANCANI V, CIVITA M.(1988) - Proposta di normativa per l'istituzione delle fasce di rispetto delle opere di captazione di acque sotterranee.

ERSAL – Ente Regionale di Sviluppo Agricolo della Lombardia: Progetto "Carta Pedologica" – I suoli della Brianza Comasca e Lecchese – 1999.

FUNARI E., BASTONE A., VOLTERRA L. (1992) - Acque potabili, Parametri chimici, chimico-fisici e indesiderabili.

MAESTRELLO H., RIGAMONTI I., UGGERI A.: Carte della vulnerabilità intrinseca in ambiente di anfiteatro morenico: due esempi dalla Brianza Comasca. - Atti II Convegno Internazionale di Geoidrologia, Firenze, Dicembre 1993.

REGIONE LOMBARDIA & ENI-AGIP (2002) – Geologia degli acquiferi Padani della Regione Lombardia. S.EL.CA. (Firenze).

REGIONE LOMBARDIA, Direzione Generale Servizi di Pubblica Utilità, Unità Organizzativa Risorse Idriche (2004) – Programma di Tutela e Uso delle Acque.

## **2.2 SISTEMA INFORMATIVO TERRITORIALE REGIONALE**

La consultazione online e il download delle banche dati del SIT Sistema Informativo Territoriale della Regione Lombardia – Ambiente e Territorio, ha permesso di raccogliere informazioni legate a diversi tematismi, quali le caratteristiche geologiche, geomorfologiche e litologiche del territorio.

La visualizzazione online del sistema informativo relativo agli Studi geologici comunali mostra la presenza sul territorio di Lambrugo delle fasce fluviali PAI (Figura 2.1).

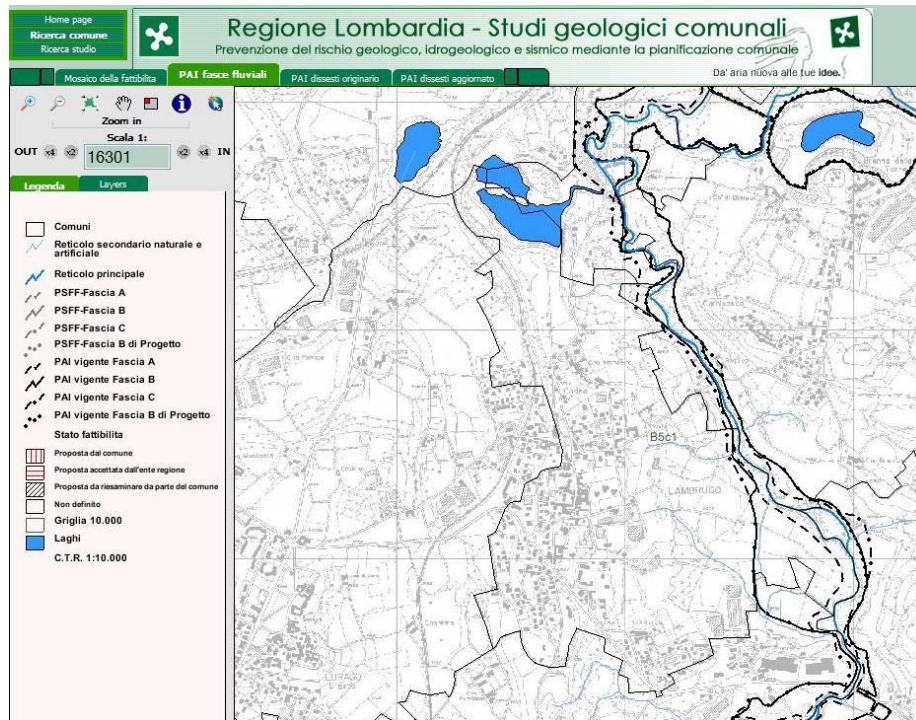


Figura 2.1– Fasce fluviali PAI, SIT Regione Lombardia

Il tematismo della litologia è rappresentato da areali che derivano dall'interpretazione delle caratteristiche litologiche del substrato pedologico, rilevato durante la realizzazione della carta dei suoli lombardi (progetto realizzato dall'Ente regionale di Sviluppo Agricolo della Lombardia – ERSAL) (Figura 2.2).

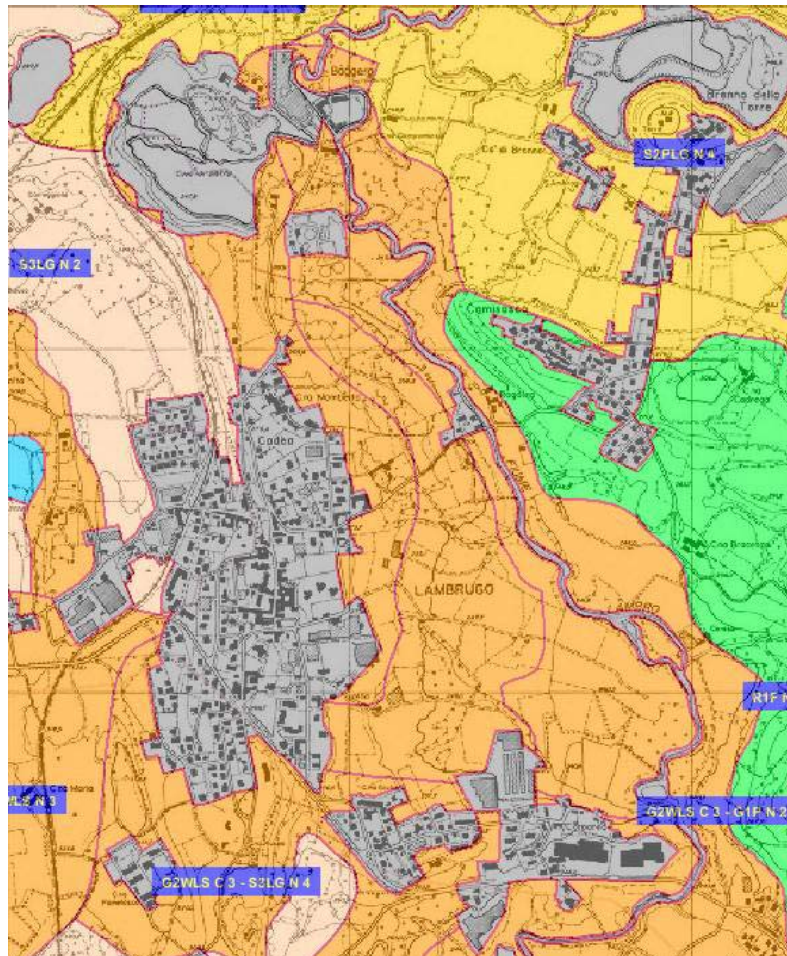


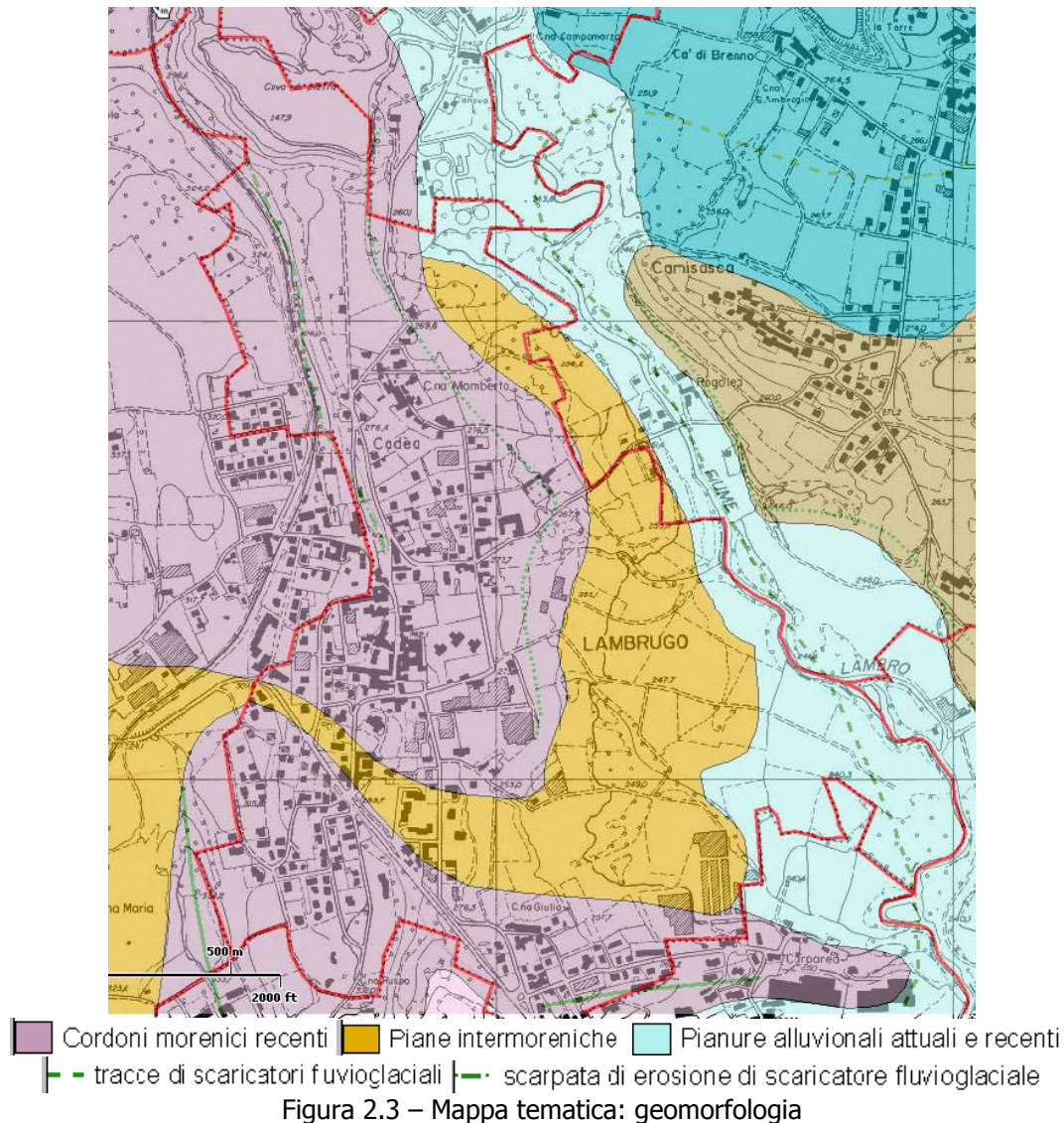
Figura 2.2 – Mappa tematica: litologia

Legenda:

G2WLS N3	Ghiaie ben gradate con limo e sabbia
G2WLS N3 – S3LG N4	Ghiaie ben gradate con limo e sabbia – Sabbie limose con ghiaia
S3LG N2	Sabbie limose con ghiaia
G2WLS C3 – G1P N2	Ghiaie ben gradate con limo

Il tematismo della geomorfologia nasce come rielaborazione e riorganizzazione in chiave morfologica delle informazioni raccolte per la realizzazione della "Carta Pedologica" dell'ERSAL. I dati puntuali riportati nella Figura 2.3 corredata di legenda interpretativa, si riferiscono ad elementi acquisiti da fotointerpretazione del volo regionale del 1994, integrata con le informazioni derivanti dal rilevamento di campagna.





### 2.3 VARIANTE AL PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI): FASCE FLUVIALI DEL FIUME LAMBRO NEL TRATTO DAL LAGO DI PUSIANO ALLA CONFLUENZA CON IL DEVIATORE REDEFOSI

L'Autorità di Bacino del Fiume Po, a seguito dell'aggravarsi delle condizioni di rischio dopo l'evento alluvionale del 2000, ha inserito tutto il reticolo idrografico compreso tra Lambro e Olona tra i corsi d'acqua prioritari sui quali attuare gli studi di fattibilità di sistemazione idraulica con lo scopo di accelerare la definizione degli interventi strutturali e non strutturali necessari a trasformare le linee di intervento definite dal PAI in programmi di intervento specifico.

Il Piano stralcio di integrazione al PAI è costituito da una relazione tecnica e dalle cartografie di delimitazione delle fasce fluviali. I contenuti dello studio di fattibilità sono distinti in una prima parte, che è rivolta all'approfondimento e all'attualizzazione della conoscenza di base sul corso d'acqua ed in una seconda parte, che riguarda la definizione progettuale della sistemazione idraulica a scala dell'intera asta fluviale compresa tra l'incile del lago di Pusiano in comune di Merone e la confluenza con il

Deviatore Redefossi. Tale tratto è caratterizzato da una grande complessità legata alla plurisecolare azione modificativa dell'uomo tesa da un lato allo sfruttamento della risorsa idrica e dall'altro alla difesa delle piene.

La superficie complessiva del bacino del Lambro, chiuso alla confluenza con il Deviatore Redefossi, è pari a circa 553 Km<sup>2</sup>, così suddivisi:

- superficie naturale, pari a circa 284 Km<sup>2</sup>;
- superficie urbanizzata, pari a circa 269 Km<sup>2</sup>.

L'entità dell'evento del novembre 2002 ha reso necessaria la revisione delle stime sulle piene, che per l'idrometro di Lambrugo (LA 127) è stata stimata in 100 m<sup>3</sup>/s. In termini statistici le portate al colmo dell'evento di novembre 2002 si collocano su tempi di ritorno di circa 200 anni per quanto riguarda la parte naturale dell'asta fluviale. Anche in termini di volumi di deflusso l'evento ha presentato caratteri di assoluta eccezionalità, in relazione alla durata e alla struttura dei fenomeni pluviometrici che lo hanno prodotto. Per i tratti vallivi l'evento risulta associabile a tempi di ritorno minori, seppur significativi

Il modello idrologico-idraulico dell'asta fluviale ha permesso di determinare i valori di colmo delle portate di piena per assegnati tempi di ritorno, indicati nella seguente tabella

Sezione	Descrizione	Portate al colmo (m <sup>3</sup> /s)		
		TR10	TR200	TR500
LA 132.19	uscita lago di Pusiano	5	50	50
LA 132.11	Ponte S.P. 41 Merone	5	60	60
LA132	Lambrugo	10	75	80
LA 129.2	confluenza Bevera Molteno	30	120	165
LA 127	Ponte via Dante – Lambrugo	30	120	160
LA 124.3	Ponte S.S. 342 (Briantea)	35	115	150
LA 120.1	Ponte via Camisasca – Inverigo	50	135	160
LA 117.1	Ponte S.P. 42	65	150	180
LA 111	Ponte via Garibaldi Verano B.	65	155	190
LA 109	Ponte via Fiume - Carate B.	70	155	190
LA106.3	Ponte comunale Triuggio	70	155	190
LA 104.1	Ponte FS Monza – Molteno	75	165	200
LA 102	Ponte vecchio – Biassono	80	175	210
LA 100.2	Ponte S. Giorgio – Villasanta	80	190	225
LA97.3	Ponte via Cavriga – Villasanta	80	195	225
LA96.1	Ponte via Cantore – Monza	85	200	230
LA94.4	Ponte FS – Monza	45+40	110+100	125+110
LA93.3	Ponte canale Villoresi	100	215	235
LA91	Ponte A4	160	295	320
LA90.1	Ponte S. Maurizio - Cologno M.	155	295	320
LA88.1.1	Ponte Tangenziale Nord	155	295	320
LA84.1	Ponte Di Vittorio - Sesto S. Giovanni	170	330	340
LA82.1.2	Ponte canale Naviglio Martesana	165	310	335
LA78	Ponte via Feltre – Milano	180	315	340
LA77.2	Ponte via Rombon – Milano	190	315	340
LA76	Ponte ex – Innocenti	190	325	330
LA73.4	Ponte FS – Milano	155	210	230
LA72.4	Ponte via Forlanini – Milano	155	205	225
LA70	Ponte via Vittorini – Milano	115	205	225
LA67	Traversa di Bolgiano – Milano	115	210	230
LA65.2	Ponte S.S. 415	115	210	230
LA60	Traversa a monte Dev. Redefossi	125	215	240

Tab. 2 Valori al colmo delle onde di piena per diversi tempi di ritorno

Alcuni degli aspetti che influenzano maggiormente il regime idraulico del tratto sublacuale del fiume sono:

- la presenza del lago di Pusiano, che svolge un decisivo effetto di laminazione, limitando le portate defluenti verso valle e determinando un'onda di forma molto allungata e piatta;
- la confluenza degli affluenti con contributi talvolta rilevanti;
- l'effetto di laminazione nelle aree naturali ancora presenti lungo l'alveo (tra cui figura parte del territorio di Lambrugo);
- la presenza di immissioni di notevole rilevanza.

Dall'analisi della modalità di deflusso della piena, si riscontra la notevole influenza dei manufatti di attraversamento e delle traverse (49) sulla dinamica fluviale. In tutto il tratto oggetto di studio (63.8 Km) si contano 103 attraversamenti, di cui solo 21 con franco adeguato e ben 61 con funzionamento in pressione o con sormonto, tra cui il ponte di collegamento tra Lambrugo e Costa Masnaga (Via Dante), che risulta inadeguato ed in pressione con un rigurgito  $>50$  cm per portate relative a  $Tr=200$  anni.

Le modalità di deflusso comportano elevati rischi di inondazione che riguardano sia gli abitati lungo il percorso, sia le numerose infrastrutture che attraversano l'asta fluviale.

Nel tratto compreso tra il lago di Pusiano e il comune di Villasanta, sono presenti diverse aree soggette ad allagamento. In particolare, nel territorio del comune di Lambrugo, le zone di inondazione sono molto estese, a partire dalla sezione LA126.1. Si riducono in ampiezza solo alla sezione LA124.4 per la presenza del colle su cui si trova la località Carpanea del comune di Inverigo, che riconvoglie l'espansione destra verso il corso del Lambro. Tale area di esondazione ha un'estensione di circa 30 ettari ed un volume pari a circa  $300.000 \text{ m}^3$ .

L'assetto generale di progetto è scaturito dalla ricerca dell'equilibrio ottimale tra la formazione di nuove laminazioni, ambientalmente e territorialmente compatibili, e l'incremento della capacità di deflusso di ogni singolo tratto.

Nel tratto più a monte, è stato previsto di aumentare la capacità di laminazione del Lago di Pusiano e di ottimizzare le laminazioni in aree già soggette ad esondazione, mediante modeste opere strutturali.

L'assetto di progetto risultante, per ogni tratto omogeneo in cui è stato suddiviso il Lambro, è pertanto rappresentato dalla delimitazione delle fasce fluviali A, B, B di progetto e C.

In dettaglio, nel tratto dal lago di Pusiano al ponte S. Giorgio a Villasanta, la fascia A coincide sostanzialmente con quella del PAI, salvo locali adeguamenti, peraltro di modesta entità.

La fascia B di esondazione coincide per lunghi tratti con la sponda alta dell'alveo inciso, o con orli di terrazzo immediatamente a tergo, dove la stessa è in grado di contenere la piena di riferimento. La fascia coincide con il limite delle esondazioni relative alla piena di riferimento ( $Tr=200$  anni), salvo nei tratti nei quali viene

sostituita da una B "di progetto", che indica oltre agli interventi di protezione locale e alle aree di laminazione dei colmi di piena sugli affluenti in sinistra del fiume Lambro, gli effetti di riduzione delle portate conseguenti alla regolazione del lago di Pusiano alla quota di 262 m s.l.m..

La delimitazione della fascia C è stata effettuata sulla base degli allagamenti prodotti dalla portata di piena con  $Tr=500$  anni che, in diversi tratti, non provoca effetti significativamente diversi da quelli prodotti dalla portata di piena con  $Tr=200$  anni in ragione della presenza di terrazzi naturali.

## 2.4 PIANO TERRITORIALE REGIONALE

Il Consiglio Regionale della Lombardia ha approvato in via definitiva **il Piano Territoriale Regionale** con deliberazione del 19/01/2010, n.951, pubblicata sul Bollettino Ufficiale della Regione Lombardia n.6, 3° Supplemento Straordinario del 11 febbraio 2010.

Il Piano ha acquistato **efficacia dal 17 febbraio 2010** per effetto della pubblicazione dell'avviso di avvenuta approvazione sul BURL n. 7 Serie Inserzioni e Concorsi del 17 febbraio 2010.

In data 28 settembre 2010 il Consiglio regionale della Lombardia, con deliberazione n. 56 pubblicata sul BURL n. 40 del 08/10/2010, ha approvato le modifiche e le integrazioni al PTR (riguardanti il Documento di Piano – relazione e cartografia e gli Strumenti Operativi).

Il **PTR** è lo strumento di pianificazione territoriale regionale in Regione Lombardia; coerentemente a quanto indicato dalla Legge Regionale 12/05, art. 20, esso costituisce quadro di riferimento per la valutazione di compatibilità degli atti di governo del territorio di comuni, province, comunità montane, enti gestori di parchi regionali nonché di ogni altro ente dotato di competenze in materia.

Ciò implica che ciascun atto che concorre a vario titolo e livello al governo del territorio in Lombardia deve confrontarsi con il sistema di obiettivi del PTR.

Più specificatamente il PTR costituisce elemento fondamentale per una equilibrata impostazione dei Piani di Governo del territorio (PGT) e dei Piani Territoriali di Coordinamento Provinciali (PTCP).

Per quanto attiene la strategia e la disciplina paesaggistica, il PTR costituisce quadro di riferimento paesistico e strumento di disciplina paesaggistica del territorio regionale.

Ai fini della prevenzione dei rischi geologici, idrogeologici e sismici, il PTR costituisce quadro delle conoscenze delle caratteristiche fisiche del territorio, anche mediante l'utilizzo degli strumenti informativi e con riferimento al SIT Integrato e indica gli indirizzi per il riassetto del territorio.



Oltre che per l'effetto di quadro di riferimento per la compatibilità degli atti di governo (l.r. 12/05 art.20 comma 1), il PTR individua **gli obiettivi prioritari di interesse regionale o sovregionale** in termini di:

- poli di sviluppo regionale
- zone di preservazione e salvaguardia ambientale
- realizzazione di infrastrutture e interventi di potenziamento e adeguamento delle linee di comunicazione e del sistema della mobilità.

la cui puntuale individuazione è contenuta nella sezione Strumenti Operativi – Obiettivi prioritari di interesse regionale e sovregionale (SO1).

### ***2.4.1 La struttura del Piano***

Al fine di creare uno strumento di governo funzionalmente rispondente al profilo di piano delineato dalla l.r. 12/05, il Piano Territoriale Regionale è strutturato in diverse sezioni che nel loro insieme rispondono all'esigenza di un piano di natura contestualmente strategica e operativa.

Le sezioni di cui si compone il Piano sono:

**Presentazione:** e' un elaborato propedeutico e introduttivo alle successive sezioni del Piano.

**Documento di Piano:** e' l'elaborato di raccordo tra tutte le altre sezioni del Piano poiché definisce gli obiettivi di sviluppo socio economico della Lombardia individuando 3 macro-obiettivi (principi ispiratori dell'azione di Piano con diretto riferimento alle strategie individuate a livello europeo e nell'ambito della programmazione regionale generale), ossia:

- rafforzare la competitività dei territori della Lombardia;
- riequilibrare il territorio lombardo;
- proteggere e valorizzare le risorse della regione

e 24 obiettivi di Piano.

**Piano Paesaggistico Regionale:** il PTR ha natura ed effetti di piano territoriale paesaggistico ai sensi della legislazione nazionale. Il PTR in tal senso assume, consolida e aggiorna il Piano Territoriale Paesistico Regionale (PTPR) pre-vigente, integrandone e adeguandone contenuti descrittivi e normativi.

**Strumenti operativi:** si tratta di strumenti che la Regione mette direttamente in campo per perseguire gli obiettivi proposti nel Documento di Piano, cioè criteri, indirizzi, linee guida, sistemi, strumenti di carattere generale o riferiti ad elementi specifici.

**Sezioni tematiche:** trattazioni e approfondimenti dedicati di alcune tematiche, tra cui figurano competitività, corridoi europei, difesa del suolo, sistema delle conoscenze.

**Valutazione Ambientale del PTR:** contiene gli elaborati inerenti la Valutazione Ambientale del Piano (art.4 della l.r. 12/05), allo scopo di promuoverne la sostenibilità tramite la forte integrazione delle considerazioni di carattere ambientale, socio/economico e territoriali nonché mediante la partecipazione attiva promossa nell'ambito del medesimo processo di valutazione. Il principale documento di riferimento è il Rapporto Ambientale.

### ***2.4.2 Rapporti con il PGT***

Il PTR rende disponibili informazioni e strumenti conoscitivi utili per costruire il quadro di riferimento di cui un Comune deve tenere conto nella predisposizione del proprio PGT.

In particolare, dal punto di vista paesaggistico la sezione specifica PTR – Piano Paesaggistico contiene numerosi elaborati che propongono le letture dei paesaggi

lombardi, dentro le quali è opportuno che il Comune cerchi di collocarsi, individuando l'unità tipologica di paesaggio e l'ambito geografico di appartenenza, la presenza di particolari tutele di carattere paesaggistico o ambientale che lo riguardano direttamente o indirettamente (vincoli paesaggistici, sistema aree protette, Rete Natura 2000), la segnalazione di fenomeni diffusi di degrado o tendenza al degrado paesaggistico rilevati a livello regionale per particolari territori e che come tali dovranno poi essere oggetto di specifica attenzione comunale.

Per quanto riguarda il comune di Lambrugo, nella seguente Figura 2.4, si riporta un estratto della Tavola 2 del Documento di Piano del PTR "Zone di preservazione e salvaguardia ambientale", nella quale è possibile osservare come il territorio comunale sia interessato dalla presenza del Parco della Valle del Lambro.

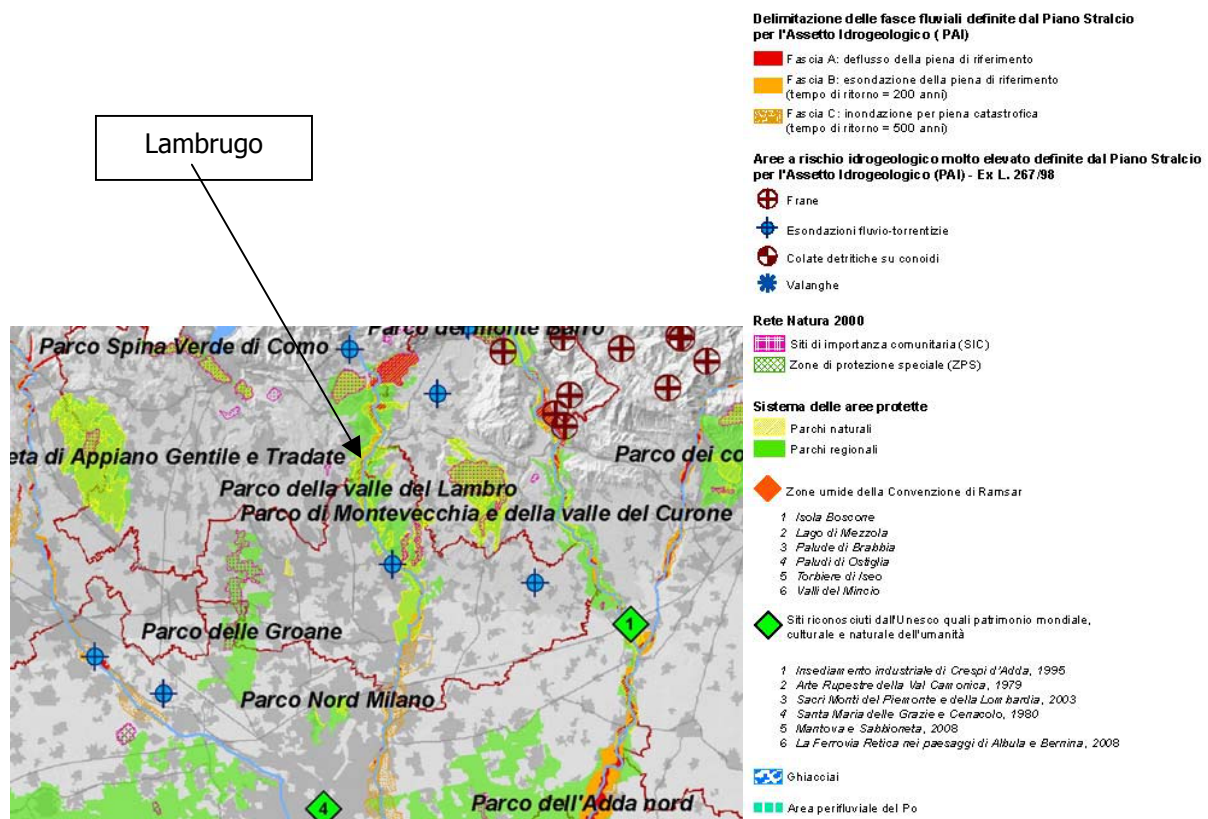


Figura 2.4 – Estratto della Tavola 2 – Zone di preservazione e salvaguardia ambientale

“Il PTR costituisce quadro di riferimento per la valutazione di compatibilità degli atti di governo del territorio,...”, l'assunto della legge implica che **ciascun atto che concorre a vario titolo e livello al governo del territorio in Lombardia deve confrontarsi con il sistema di obiettivi del PTR.**

La pianificazione in Lombardia deve complessivamente fare propri e mirare al conseguimento degli obiettivi del PTR, deve proporre azioni che siano calibrate sulle finalità specifiche del singolo strumento ma che complessivamente concorrano agli obiettivi generali e condivisi per il territorio regionale, deve articolare sistemi di monitoraggio che evidenzino l'efficacia nel perseguimento degli obiettivi di PTR.

L'assunzione degli obiettivi di PTR all'interno delle politiche e delle strategie dei diversi piani deve essere esplicita e puntualmente riconoscibile con rimandi diretti.

Ai fini della prevenzione dei rischi geologici, idrogeologici e sismici, il PTR costituisce quadro delle conoscenze delle caratteristiche fisiche del territorio, anche mediante l'utilizzo degli strumenti informativi e con riferimento al SIT Integrato e indica gli indirizzi per il riassetto del territorio.

Nei confronti dei PGT comunali, il PTR assume la stessa valenza prevista per i piani provinciali. La presenza di previsioni del PTR prevalenti sulla strumentazione urbanistica di Province e Comuni, comporta per tali Enti effetti procedurali rilevanti relativamente all'approvazione dei rispettivi piani (PTCP o PGT), che devono essere adeguati a tali previsioni come condizione di legittimità degli stessi, in particolare i PGT interessati sono assoggettati ad una verifica regionale di corretto recepimento delle previsioni del PTR (l.r. 12/05, art 13, comma 8).

Secondo il Comunicato Regionale n. 29 del 25 febbraio 2010, i Comuni sono tenuti a **trasmettere in Regione, ai termini dell'art. 13 comma 8 della l.r.12/2005, il PGT adottato (o sua variante), qualora interessati da obiettivi prioritari di interesse regionale e sovregionale**. L'elenco dei suddetti comuni è inserito in PTR – Strumenti Operativi SO1 ed aggiornato annualmente con le modalità previste dalla L.R. 12/2005.

Per semplicità, il Comunicato Regionale sopraccitato contiene l'elenco dei comuni interessati.

Si evidenzia che il Comune di Lambrugo è inserito in quest'elenco, per la presenza dell'Obiettivo prioritario infrastrutturale della mobilità dell'Autostrada Varese-Como-Lecco, tratta Como-Lecco.

Si precisa che sono tenuti alla trasmissione del PGT i Comuni che adottano il PGT successivamente al 17 febbraio 2010, nonché i Comuni che alla stessa data, avendo già adottato il PGT, non abbiano ancora dato inizio al relativo deposito.

Inoltre, con l'entrata in vigore del Piano, per l'effetto di Piano Paesaggistico del PTR, ai termini del D.Lgs 42/2004 e s.m.i., tutti i Comuni sono comunque tenuti **ad adeguare il proprio PGT alla disciplina paesaggistica** entro due anni dall'entrata in vigore del PTR.

Nella predisposizione del PGT, i Comuni troveranno nel PTR gli elementi per la costruzione del

- quadro conoscitivo e orientativo (a)
- scenario strategico di piano (b)
- indicazioni immediatamente operative (c).

Nelle seguenti tabelle, desunte dalla sezione "Presentazione" del PTR, è riportato un canale di lettura a supporto della pianificazione locale.

**Elementi per il quadro conoscitivo e orientativo (a)**

Argomento	Sezione del PTR	Capitolo/Paragrafo/Titolo
Quadro sintetico delle caratteristiche delle Lombardia (punti di forza, debolezze, opportunità, minacce)	2- DdP	Cap.0 – Quadro di riferimento: dinamiche in atto
Raccolta di cartografie tematiche della Lombardia	5 – ST	Atlante di Lombardia
Informazioni Territoriali (banche dati, cartografia,...)	4 – SO2	Sistema Informativo Territoriale Integrato (Per un'introduzione v. anche ST – Sistema delle Conoscenze e Sistema Informativo Territoriale Integrato)
Il contesto ambientale lombardo	6 - VA	Cap.5 – Il contesto ambientale lombardo
Individuazione dei principali elementi territoriali e ordinatori dello sviluppo (sistema rurale–paesistico-ambientale, policentrismo, poli di sviluppo, zone di preservazione e salvaguardia ambientale, infrastrutture, EXPO)	2 - DdP	par.1.5 - Orientamenti per l'assetto del territorio
Lettura sintetica dei sistemi territoriali della Lombardia (Metropolitano, della Montagna, Pedemontano, Laghi, Pianura Irrigua, Po e grandi fiumi)	2 - DdP	par.2.2 - Sei sistemi territoriali per una Lombardia a geometria variabile (introduzione e SWOT analisi) Tavola 4 – I sistemi territoriali del PTR
Individuazione dell'Unità tipologica di paesaggio e dell'ambito geografico di appartenenza Fasce (e sottofasce): alpina, prealpina, collinare, dell'alta pianura, della bassa pianura, dell'Oltrepò, dei paesaggi urbanizzati. Ambiti geografici di livello regionale	3 - PPR	Tavola A e I paesaggi della Lombardia: ambiti e caratteri tipologici.
Elementi identificativi e percorsi di interesse paesaggistico di livello regionale che interessano il territorio comunale e il suo intorno	3 - PPR	Tavole B ed E – repertori correlati Osservatorio paesaggi lombardi
Particolari tutele che riguardano il territorio comunale e il suo intorno Vincoli paesaggistici – sistema aree protette – Rete Natura 2000	3 - PPR	Tavole C ed I È possibile anche consultare il SIBA Sistema Informativo sui Beni Paesaggistici, disponibile on-line e costantemente aggiornato
Principali fenomeni di degrado paesaggistico in atto o potenziali che interessano il contesto territoriale di riferimento (Individuati a livello regionale)	3 - PPR	Tavole F, G, H Principali fenomeni di degrado e compromissione del paesaggio e situazioni a rischio di degrado
Quadro delle pianificazioni e programmazioni in Lombardia	4 - SO3 5 - VA	QTer Rapporto Ambientale, Allegato IV
Siti Unesco	2 - DdP	Tavola 2 – Zone di protezione e salvaguardia ambientale
Rete Natura 2000 – Siti di Importanza Comunitaria	2 – DdP 6 - VA	Tavola 2 – Zone di protezione e salvaguardia ambientale Rapporto Ambientale, cap.14 – La rete Natura 2000 Allegato VII – Siti di Importanza Comunitaria, Zone di Protezione Speciale e habitat Natura 2000 censiti in Lombardia
Difesa del suolo	5 - ST	Difesa del suolo: le politiche di difesa del suolo e di mitigazione del rischio idraulico e idrogeologico
Altri approfondimenti conoscitivi	5 - ST	

## Elementi per lo scenario strategico del PGT (b)

Per costruire il quadro di riferimento d'area vasta

Argomento	Sezione del PTR	Capitolo/Paragrafo/Titolo
Strategia del PTR	2 - DdP	Par.1.4.- Gli obiettivi del PTR
Elementi ordinatori dello sviluppo	2 - DdP	Par. 1.5.4 – I poli di sviluppo regionale e Tav.1 Par. 1.5.5 – Le zone di preservazione e salvaguardia ambientale e Tav.2 Par. 1.5.6 – Infrastrutture prioritarie per la Lombardia e Tav.3
Ambiti di pianificazione regionale	2 - DdP	Cap.3.4 - Piani Territoriali Regionali d'Area
Opportunità di EXPO 2015	2 - DdP	par 1.5.8 - La prospettiva di EXPO 2015 per il territorio lombardo
Unità tipologica di paesaggio, elementi identificativi e percorsi di interesse paesaggistico di livello regionale, rapporto con sistema aree protette e Rete Natura 2000	3 - PPR	Tavola A – Ambiti geografici e unità tipologiche di paesaggio Tavola B – Elementi identificativi e percorsi di interesse paesaggistico Tavola C – Istituzioni per la tutela della natura
Indicazioni della disciplina paesaggistica regionale	3 - PPR	Normativa parte II Tavola D – Quadro di riferimento della disciplina paesaggistica regionale Tavole D1 – Quadro di riferimento delle tutele dei laghi insubrici
Scenari ambientali	6 - VA	Cap.6 - Lo scenario di riferimento ambientale

### Per costruire lo scenario di riferimento del PGT

Argomento	Sezione del PTR	Capitolo/Paragrafo/Titolo
Spazi del non costruito	2 - DdP	par 1.5.1 - Sistema rurale-paesistico-ambientale par.1.5.5 - Zone di preservazione e salvaguardia ambientale par.1.5.6 - Rete Verde Regionale, Rete Ecologica Regionale
Orientamenti per la pianificazione comunale	2 - DdP	par 1.5.7- Orientamenti per la pianificazione comunale
Indirizzi per il riassetto idrogeologico del territorio	2 - DdP	par 1.6 - Indirizzi per il riassetto idrogeologico del territorio
Integrazione delle politiche settoriali	2 - DdP	par 2.1 - Obiettivi tematici
Obiettivi di sviluppo territoriale	2 - DdP	Par. 2.2 - Obiettivi dei sistemi territoriali (Metropolitano, Montagna, Pedemontano, Laghi, Pianura Irrigua, Po e grandi fiumi)
Principali informazioni di carattere paesistico-ambientale (per comune): appartenenza ad ambiti di rilevanza regionale e indicazione della normativa di riferimento	3 – PPR	Abaco vol.1 – Appartenenza ad ambiti di rilievo paesaggistico regionale
Contenuti e compiti paesaggistici della pianificazione comunale	3 – PPR	Normativa Parte III art. 34, Parte I art.16 bis e Parte II Titolo III in particolare artt. 24, 25, 26 e 28
Indirizzi di tutela per singola unità tipologica di paesaggio e per particolari strutture insediative e valori storico culturali	3 – PPR	Indirizzi di tutela: Parte I e Parte II 1.unità tipologiche di paesaggio 2.strutture insediative e valori storico-culturali
Indirizzi per la riqualificazione paesaggistica e il contenimento dei fenomeni di degrado	3 – PPR	Indirizzi di tutela Parte IV: 4.riqualificazione paesaggistica e contenimento dei potenziali fenomeni di degrado

### Indicazioni immediatamente operative ( c )

Argomenti	Sezione PTR Cap/Par	Titoli
Effetti del PTR	2 - DdP	par 3.1- Compatibilità degli atti di governo del territorio in Lombardia
Obiettivi prioritari(art.20 comma 4 l.r.12/05)	2 - DdP	par 3.2 - Obiettivi prioritari di interesse regionale e sovregionale
Piani Territoriali Regionali d'Area	2 - DdP	par 3.3 - Piani Territoriali Regionali d'Area
Indicazioni e prescrizioni della disciplina paesaggistica regionale per specifici ambiti e sistemi (*)	3 - PPR	Normativa, Parte II,Titolo III - Disposizioni del PTR - PPR immediatamente operative
Indicazioni relative ai beni paesaggistici	3 - PPR	Normativa, Parte II,Titolo III – PTR - PPR come disciplina paesaggistica
Indirizzi, criteri, linee guida	4- SO	Strumenti Operativi del PTR

Analizzando i documenti allegati alle varie sezioni del PTR (relazioni e cartografie), si ritiene che gli elementi con ricaduta geologica ed idrogeologica affrontati dal PTR siano stati considerati in maniera sufficientemente dettagliata all'interno del presente studio.

## 2.5 PIANO TERRITORIALE DI COORDINAMENTO PROVINCIALE

Ai sensi dell'art. 13 comma 5 della l.r. 12/05 e s.m.i. "*Legge per il governo del territorio*" e dell'art. 7, comma 6 delle NTA del Piano, la Provincia opera la verifica di compatibilità degli strumenti urbanistici comunali con il Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale.

Il PTC del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale della Provincia di Como è stato approvato con D.C.P. del 2 agosto 2006 n. 59/35993 (pubblicato sul BURL n. 38 – Serie Inserzioni e Concorsi del 20 settembre 2006).

Esso riguarda l'intero territorio provinciale, diventando lo strumento principale di governo del territorio e del paesaggio e persegue i seguenti obiettivi strategici:

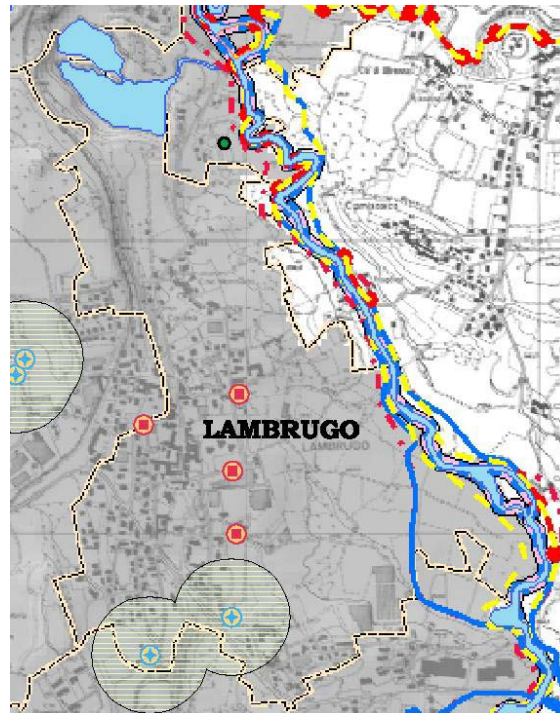
- l'assetto idrogeologico e la difesa del suolo;
- la tutela dell'ambiente e la valorizzazione degli ecosistemi;
- la costituzione della rete ecologica provinciale per la conservazione delle biodiversità;
- la sostenibilità dei sistemi insediativi mediante la riduzione del consumo di suolo;
- la definizione dei centri urbani aventi funzioni di rilevanza sovracomunale – polo attrattore;
- l'assetto della rete infrastrutturale della mobilità;
- il consolidamento del posizionamento strategico della provincia di Como nel sistema ecologico globale;
- l'introduzione della perequazione territoriale;
- la costruzione di un nuovo modello di "governance" urbana.

Si è proceduto, come indicato dalla D.G.R. 8/7374/2008, alla consultazione e allo sviluppo critico dei tematismi del PTCP ritenuti di interesse per il presente studio ed in particolare:

- Difesa del Suolo;
- Le aree protette.

Nella Figura 2.5 si riporta un estratto con relativa legenda della Tavola A1.c "Difesa del suolo" riferito al territorio di Lambrugo.





**LEGENDA**



Figura 2.5 – Estratto Tavola A1.c "Difesa del suolo" e relativa legenda – comune di Lambrugo



Dall'esame della tavola emerge che il territorio di Lambrugo è caratterizzato dalla presenza di due pozzi potabili a servizio dell'acquedotto, per i quali vengono indicate anche le rispettive zone di rispetto di 200 m (D.Lgs. 258/00, ora D.Lgs. 152/06) e di quattro pozzi privati. Il territorio comunale è interessato anche dalla presenza di Fasce fluviali PAI (Fascia A, B e C), mentre non sono evidenziate aree in dissesto. Per il fiume Lambro viene indicato che la classificazione sulla base dello stato ambientale delle acque è sufficiente (classe 3) per tutto il tratto ricadente in Lambrugo.

Nella Figura 2.6 si riporta un estratto con relativa legenda della Tavola A3 "Le aree protette" riferito al territorio di Lambrugo.



**LEGENDA**

- |   |  |
|---|--|
| <p><b>AREE PROTETTE ESISTENTI</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #90EE90; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Parchi Regionali (L.R. 86/1983; art. 16)</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #FFFF00; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Riserve Naturali (L.R. 86/1983; art. 11)</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #A52A2A; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Parchi Locali di Interesse Sovracomunale (L.R. 86/1983; art.34)</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; border: 1px solid black; border-radius: 50%; text-align: center; line-height: 10px; margin-right: 5px;">A</span> Monumenti naturali (L.R. 86/1983; art. 24)</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background: repeating-linear-gradient(45deg, transparent, transparent 2px, #00FF00 2px, #00FF00 4px); border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Zone di Rilevanza Ambientale (L.R. 86/1983; art. 25)</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background: repeating-linear-gradient(-45deg, transparent, transparent 2px, #FF0000 2px, #FF0000 4px); border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Siti di Interesse Comunitario (Dir. 92/43/CEE)</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background: repeating-linear-gradient(-45deg, transparent, transparent 2px, #FF0000 2px, #FF0000 4px); border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Zone a Protezione Speciale per l'avifauna (Dir. 79/409/CEE)</li> </ul> | <p><b>AREE PROTETTE IN VIA DI ISTITUZIONE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; border: 1px solid black; border-radius: 5px; margin-right: 5px;"></span> Parchi Locali di Interesse Sovracomunale</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; border: 1px solid black; border-radius: 5px; margin-right: 5px;"></span> Riserve Naturali</li> </ul> |
|---|--|

Figura 2.6- Estratto Tavola A3 "Le aree protette" e relativa legenda – comune di Lambrugo

Il territorio comunale ricade interamente nell'ambito del Parco regionale della Valle del Lambro, così come individuato nella cartografia del Piano Territoriale di

Coordinamento approvato con d.g.r. n. 7/601 del 28 luglio 2000 e successive modificazioni (d.g.r. 9 novembre 2001, n.7/6757).

## **2.6 PROGRAMMA DI TUTELA E USO DELLE ACQUE**

### ***2.6.1 Contenuti del Programma***

Il processo di costruzione del Programma di Tutela e Uso delle acque ha come riferimento iniziale la legge 18 maggio 1989, n. 183 *"Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo"* che individua, come principale strumento dell'azione di pianificazione e programmazione, il Piano di Bacino, mediante il quale *"sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso finalizzate alla conservazione, alla difesa e alla valorizzazione del suolo e alla corretta utilizzazione delle acque, sulla base delle caratteristiche fisiche ed ambientali del territorio interessato"*.

Nell'ambito del bacino del Fiume Po, la formazione del piano di bacino avviene per Piani Stralcio tematici, ai sensi dell'art. 17, comma 6-ter della stessa legge.

Il D.Lgs. 152/99 ha previsto all'art. 44 l'attribuzione alle Regioni della redazione del Piano stralcio per la Tutela delle Acque, conservando, per le Autorità di bacino, un ruolo di coordinamento e armonizzazione.

La Regione Lombardia, con l'approvazione della l.r. 12 dicembre 2003 n. 26 *"Disciplina dei servizi locali di interesse economico generale. Norme in materia di gestione dei rifiuti, di energia, di utilizzo del sottosuolo e di risorse idriche"*, in linea con quanto previsto dalla direttiva quadro sulle acque 2000/60/CE, ha individuato il "Piano di gestione del bacino idrografico" quale strumento regionale per la pianificazione della tutela e dell'uso delle acque, stabilendo che, nella sua prima elaborazione, tale Piano costituisca il Piano di tutela delle acque previsto dal D.Lgs. 152/1999, all'articolo 44. Il Piano è articolato in un "Atto di Indirizzi per la politica delle Acque" (approvato dal Consiglio regionale il 27 luglio 2004) e in un "Programma di Tutela e Uso delle acque (di seguito PTUA)".

La proposta di PTUA è stata approvata dalla Giunta Regionale con d.g.r. 12 novembre 2004 n. 7/19359 ed è stata sottoposta ad osservazioni varie. Sulla base dell'istruttoria delle osservazioni pervenute è stato quindi adottato il Programma di Tutela e Uso delle Acque con d.g.r. 16 novembre 2005 n. 8/1083.

A seguito dell'adozione, il PTUA è stato inviato al parere di conformità delle due Autorità di Bacino insistenti sul territorio lombardo: l'Autorità di Bacino nazionale del Fiume Po e l'Autorità interregionale del Fissero-Tartaro-Canal Bianco.

L'Autorità di Bacino del Fiume Po ha espresso il parere di conformità rispetto agli indirizzi espressi con le Deliberazioni 6/02, 7/02 e 7/03 del Comitato Istituzionale, nel Comitato Tecnico del 21 dicembre 2005.

Il PTUA è stato quindi definitivamente approvato con d.g.r. 29 marzo 2006 n. 8/2244.

Esso costituisce un atto comprensivo delle diverse discipline attinenti al tema della tutela e dell'uso della risorsa idrica e dell'ambiente ad essa interconnessa; rappresenta altresì lo strumento di riferimento a disposizione della Regione e delle

altre amministrazioni per il raggiungimento degli obiettivi di qualità dei corpi idrici fissati dalle Direttive Europee, consentendo di attivare un'azione di *governance* nell'articolato settore delle acque.

**Il PTUA prevede, infatti, la tutela integrata degli aspetti qualitativi e quantitativi dei corpi idrici individuati come "significativi" (All. 1 del D.Lgs 152/99) per raggiungere o mantenere gli obiettivi minimi di qualità ambientale e gli obiettivi di qualità per i corpi idrici a specifica destinazione funzionale.**

Il PTUA è strutturato in due componenti differenti, ossia:

- una prima componente descrittivo-ricognitiva costituita da una descrizione generale delle caratteristiche del bacino idrografico (recependo e integrando, per quanto riguarda le infrastrutture idriche del settore acquedottistico e depurativo, i risultati dell'attività di ricognizione delle opere e degli schemi depurativi realizzate nel PRRA, aggiornandoli in conformità agli approfondimenti nel frattempo intercorsi per la verifica delle situazioni di incongruenza tra i dati di ricognizione e le previsioni del PRRA), da una sintesi delle pressioni e degli impatti significativi esercitati dall'attività antropica sulle acque superficiali e sotterranee e dall'individuazione delle aree sensibili, vulnerabili e di salvaguardia;
- una seconda fase propositiva in cui vengono indicati gli obiettivi e le misure di intervento da perseguire.

Il Programma è costituito dai seguenti elaborati:

- Relazione generale
- Allegati alla Relazione generale
- Relazione di sintesi
- Norme Tecniche di Attuazione (e relative appendici)
- Cartografia di Piano
- Rapporto ambientale (VAS)
- Studio di incidenza.

---

Sulla base dell'esame dell'Allegato 3 del PTUA la cui specifica tematica è la "Classificazione dello stato quantitativo dei corpi idrici di pianura", di seguito vengono riportati i principali aspetti in termini di bilancio idrico e classificazione quantitativa dell'area di Lambrugo.

La ricostruzione del bilancio idrico della pianura lombarda effettuata nel PTUA (relativa all'anno 2003) ha previsto dapprima l'esame della serie dei dati relativi ai fattori che contribuiscono all'alimentazione della falda (in modo particolare le precipitazioni e le irrigazioni) e successivamente la suddivisione, in base alla ricostruzione della struttura idrogeologica, del complesso acquifero in falde. Su queste basi, infine, sono state predisposte le carte della ripartizione del bilancio delle aree esaminate. All'interno delle aree sono state quindi distinte le zone a bilancio positivo e negativo per ciascuna falda.

Il modello matematico utilizzato per il bilancio idrico globale della pianura (la cui struttura è quella di un *monostrato compartimentato*), è costituito dall'applicazione del codice MODFLOW (Harbaugh e MacDonald, 1988 e s.m.i.).

Il territorio regionale di pianura viene suddiviso in cinque Bacini idrogeologici sotterranei: Ticino Adda, Adda Oglio, Oglio Mincio; Lomellina e Oltrepò, per ognuno dei quali è stato realizzato un modello di flusso in stazionario. A loro volta questi bacini sono suddivisi in Settori. Tale suddivisione deriva dalla considerazione che i grandi fiumi lombardi rappresentano dei limiti idrogeologici naturali, determinando una separazione della circolazione idrica sotterranea.

Gli acquiferi modellati nell'ambito del PTUA sono il "primo acquifero" (acquifero freatico superficiale presente entro 40-45 m di profondità) e il "secondo acquifero" (acquifero semiconfinato sottostante, presente entro una profondità variabile tra 80 e 120 m)

Il territorio di Lambrugo ricade immediatamente a monte del bacino 3 Ticino-Adda e del settore 3 – Cantù.

Il bacino 3 è delimitato dal Fiume Ticino a ovest, dal Fiume Po a sud, dal Fiume Adda a est e dalla comparsa dei primi corpi morenici delle province di Como, Lecco Varese a nord. La seguente Figura 2.7, tratta dall'Allegato 3 del PTUA, illustra il bacino 3 Ticino-Adda e i relativi settori in cui è stato suddiviso.

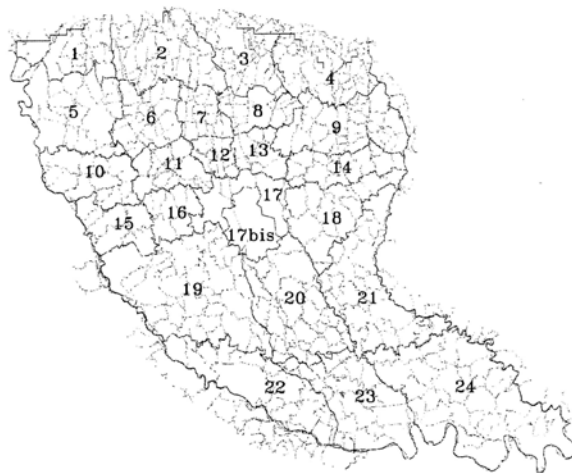


Figura 2.7 – Bacino 3 Ticino-Adda e i relativi 24 settori in cui è stato suddiviso

Complessivamente per tale bacino è stato calcolato un prelievo idrico da pozzo di  $26.75 \text{ m}^3/\text{s}$  ed una ricarica pari a  $50.51 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Le principali caratteristiche del settore 3 più prossimo al territorio di Lambrugo, per quanto riguarda gli aspetti descrittivi e gli aspetti quantitativi, sono riassunte nelle seguenti schede desunte dall'Appendice 1 dell'Allegato 3 del PTUA "Schede sintetiche dei bacini idrogeologici di pianura e relativi settori".

SETTORE 3																															
Il settore in esame si ubica in corrispondenza dell'area pedemontana, a quota compresa tra 400 m s.l.m. a Nord e 200 m s.l.m. a Sud, collocandosi nella parte settentrionale dell'area di studio. Il limite orientale è parzialmente definito dal fiume Lambro, quello occidentale dal fiume Seveso.																															
Superficie:	123.7 km <sup>2</sup>																														
Elenco dei comuni:	<table border="0"> <tr> <td>Albate</td> <td>Carugo</td> <td>Lurago d'Erba</td> </tr> <tr> <td>Alzate Brianza</td> <td>Casnate con Bernate</td> <td>Mariano Comense</td> </tr> <tr> <td>Arosio</td> <td>Como</td> <td>Meda</td> </tr> <tr> <td>Brenna</td> <td>Cucciago</td> <td>Nibionno*</td> </tr> <tr> <td>Briosco*</td> <td>Figino serenza</td> <td>Novedrate</td> </tr> <tr> <td>Cabiate</td> <td>Fino Mornasco*</td> <td>Senna Comasco</td> </tr> <tr> <td>Cantù</td> <td>Giussano</td> <td>Veduggio con Colzano*</td> </tr> <tr> <td>Capiago Intimiano</td> <td>Grandate</td> <td>Verano Brianza*</td> </tr> <tr> <td>Carate Brianza*</td> <td>Inverigo</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Carimate</td> <td>Lentate sul Seveso*</td> <td></td> </tr> </table>	Albate	Carugo	Lurago d'Erba	Alzate Brianza	Casnate con Bernate	Mariano Comense	Arosio	Como	Meda	Brenna	Cucciago	Nibionno*	Briosco*	Figino serenza	Novedrate	Cabiate	Fino Mornasco*	Senna Comasco	Cantù	Giussano	Veduggio con Colzano*	Capiago Intimiano	Grandate	Verano Brianza*	Carate Brianza*	Inverigo		Carimate	Lentate sul Seveso*	
Albate	Carugo	Lurago d'Erba																													
Alzate Brianza	Casnate con Bernate	Mariano Comense																													
Arosio	Como	Meda																													
Brenna	Cucciago	Nibionno*																													
Briosco*	Figino serenza	Novedrate																													
Cabiate	Fino Mornasco*	Senna Comasco																													
Cantù	Giussano	Veduggio con Colzano*																													
Capiago Intimiano	Grandate	Verano Brianza*																													
Carate Brianza*	Inverigo																														
Carimate	Lentate sul Seveso*																														
(*) l'area comunale è parzialmente compresa nel settore																															
Acquifero tradizionale:	non differenziato																														
Base acquifero tradizionale:	tra 200 e 140 m s.l.m. da 75 a 115 m dal piano campagna																														
Trammissività media	3 · 10 <sup>-2</sup> m <sup>2</sup> /s																														
Trammissività media (zona morenica e dei terrazzi)	3 · 10 <sup>-3</sup> m <sup>2</sup> /s																														
Piezometria:	200-320 m s.l.m.																														
Oscillazione del livello piezometrico (1987-1997)																															
Stazione di	Cantù																														

SETTORE 3	
Prelievo medio areale	5.57 l/s km <sup>2</sup>
Elementi del bilancio idrico:	
<b>Entrate:</b>	
Afflusso della falda da monte	Settore pedemontano 1,89 (m <sup>3</sup> /s)
Afflussi laterali della falda	Settori n 2 e 4 0,32 (m <sup>3</sup> /s)
Infiltrazione (piogge efficaci + irrigazioni)	0,78 (m <sup>3</sup> /s)
TOTALE	2,99 (m <sup>3</sup> /s)
<b>Uscite:</b>	
Deflusso della falda a valle	Settore n. 8 1,86 (m <sup>3</sup> /s)
Deflussi laterali della falda	Settori n. 2 e 4 0,44 (m <sup>3</sup> /s)
Prelievi da pozzo	0,69 (m <sup>3</sup> /s)
TOTALE	2,99 (m <sup>3</sup> /s)
Classe Quantitativa:	B
(Prelievi/Ricarica = 0.88)	Equilibrio attuale fra disponibilità e consumi, con evoluzione da controllare mediante monitoraggio piezometrico; non sono prevedibili conseguenze negative nel breve periodo..
Classificazione stato quantitativo secondo D.Lgs. 152	B

Di seguito si riporta, inoltre, la trattazione del settore 3 desunta dall'Allegato 3 del PTUA.

### SETTORE 3 CANTÙ DESCRIZIONE

Il settore si ubica in corrispondenza dell'area pedemontana, nella porzione settentrionale del sottobacino Adda – Ticino, in una fascia altimetrica compresa tra 400 m s.l.m. a nord e 200 m s.l.m. a sud. Il limite orientale è parzialmente definito

dal fiume Lambro, mentre quello occidentale dal Seveso. L'area presenta un acquifero indistinto, dallo spessore medio di 95 m, caratterizzato da una trasmissività media di  $3 \cdot 10^{-2} m^2/s$  che, nella zona coperta da depositi glaciali e dei terrazzi si riduce a  $3 \cdot 10^{-3} m^2/s$ .

La circolazione idrica sotterranea è caratterizzata dal fatto che le disponibilità risultano prevalentemente concentrate all'interno dei depositi alluvionali recenti e in quelli pleistocenici, presenti in forma di depositi "fluvioglaciali" su estesi terrazzi, o sottoforma di paleoalvei. Fra questi è particolarmente noto quello del Seveso che attraversa l'are di Cantù; altrettanto evidente è il paleoalveo del Lambro nella zona di Orsenigo. Una struttura di questo tipo probabilmente alimenta le note sorgenti di Alserio.

#### ASPETTI QUANTITATIVI

La voce di maggiore importanza nel bacino idrico è rappresentata da una forte alimentazione da monte, anche in dipendenza della struttura geologica della regione, caratterizzata dalla dorsale carbonatica del triangolo Lariano che è ben nota per l'esteso sviluppo di fenomeni carsici. L'alimentazione da monte rappresenta in effetti circa il 65% delle entrate, sorrette comunque da un'elevata infiltrazione (circa 6 l/s per km<sup>2</sup>).

Il rapporto prelievi/ricarica, inferiore a 1 (0.88 classe B), indica un sostanziale equilibrio tra disponibilità ed uso della risorsa, nonostante il consistente prelievo medio areale (5.5 l/s km<sup>2</sup>). Questo settore permane nella stessa classe quantitativa rispetto al 1996, ma complessivamente l'uso della risorsa idrica è migliorato, come mostrato dalla diminuzione dei prelievi areali da 7 l/s km<sup>2</sup> a 5.5 l/s km<sup>2</sup> circa. Gli elementi principali delle uscite sono costituiti dal deflusso verso valle e i prelievi, che equivalgono la ricarica.

---

Il PTUA, in Allegato 10 alla Relazione Generale "Definizione delle zone vulnerabili da nitrati di origine agricola e da prodotti fitosanitari", ha proposto la rappresentazione della vulnerabilità integrata della regione Lombardia.

Il comune di Lambrugo non è classificato nella tabella C – Appendice D delle Norme Tecniche di Attuazione del PTUA e nella "Carta della Vulnerabilità da nitrati", dove vengono individuate in colore rosso le aree vulnerabili da carichi zootecnici, in colore blu le aree vulnerabili da carichi di prevalente origine civile e in colore giallo le aree di attenzione (in quanto presentano almeno uno dei fattori predisposti la vulnerabilità).

---

Nell'Allegato 11 alla Relazione Generale "Definizione delle aree di ricarica e di riserva delle zone di pianura", il PTUA evidenzia l'utilità e la necessità dell'istituzione di una

zona di riserva nella pianura lombarda secondo le indicazioni della normativa vigente, tra cui il D.Lgs. 152/99 e s.m.i..

Nelle considerazioni svolte sugli aspetti quantitativi del bilancio, si è più volte sottolineata l'importanza dell'entità della ricarica, proporzionale alla permeabilità dei terreni superficiali e alla fittezza e importanza della rete idrica di superficie, naturale e irrigua.

In base a tali considerazioni, è risultato di particolare evidenza come un'ampia regione che occupa una parte importante dell'alta pianura presenti una specifica predisposizione a favorire l'alimentazione delle falde acquifere fino a notevole profondità, tanto che ne trattengono le loro risorse gli acquiferi superficiali e quelli profondi.

Il territorio di Lambrugo non è considerato come comune idoneo alla funzione di ricarica degli acquiferi profondi, come riportato nell'immagine seguente (Figura 2.8).

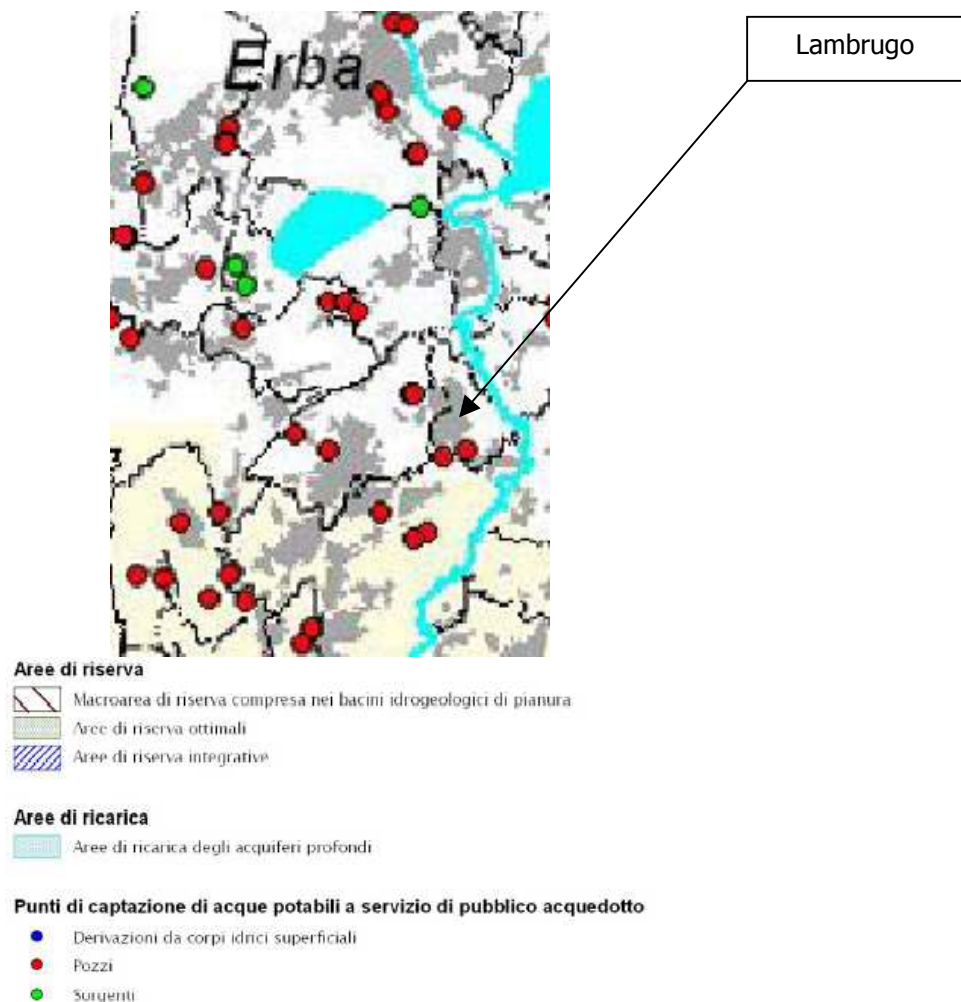


Figura 2.8 – Estratto della cartografia "Aree di riserva e di ricarica"

### **3 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO, GEOLOGICO ED IDROGRAFICO**

#### **3.1 GEOMORFOLOGIA**

Il territorio comunale di Lambrugo si posiziona nella porzione settentrionale della Brianza, nella fascia pedemontana prealpina a sud del lago di Como, all'interno dell'anfiteatro morenico lariano, costituito dai depositi lasciati in posto durante le fasi glaciali quaternarie dai grandi ghiacciai che scendevano dalla Valtellina e dal Lago di Como. E' delimitato ad est dalla valle del fiume Lambro.

L'assetto geomorfologico del territorio in esame è suddivisibile in due settori con differenti caratteristiche morfologiche.

Il settore occidentale si caratterizza per una maggiore elevazione e per una morfologia tipicamente glaciale in cui si possono distinguere vari ordini di terrazzi, dossi e cordoni morenici ad andamento prevalente N-S, che conferiscono al territorio un aspetto variamente ondulato.

Il settore orientale dell'area si contraddistingue per lo sviluppo di piane fluvioglaciali separate da orli di terrazzi morfologici con orientazione preferenziale NW-SE e N-S rispettivamente nella porzione settentrionale e meridionale del territorio.

Al confine con i comuni di Costa Masnaga e Nibionno, si individua la valle del F. Lambro, il quale ha un decorso in senso NW-SE con andamento sinuoso e in alcuni tratti meandriche e risulta variamente incassato rispetto ai terrazzi circostanti.

#### **3.2 GEOLOGIA DI SUPERFICIE E DEL PRIMO SOTTOSUOLO**

Le caratteristiche geologiche del territorio di Lambrugo sono state definite tramite:

- rilevamento geologico originario eseguito alla scala 1:10.000, utilizzando, per il Quaternario, tecniche di rilevamento e termini formazionali definiti dal Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Milano - Gruppo Quaternario (Bini A., 1987);
- acquisizione dei dati geologici riferiti al Progetto CARG della Regione Lombardia – Sistema Informativo Territoriale Regionale e successivo confronto con i dati rilevati.

Le unità geolitologiche presenti in affioramento o desunte dalle cartografie CARG sono di seguito elencate e descritte dalla più antica alla più recente e superficiale (Tav. 1).

#### **SUBSTRATO PREQUATERNARIO**

Il substrato roccioso prequaternario comprende una vasta gamma di tipi litologici: calcari marnosi, marne, marne calcaree grigio rosate o rossastre, ascrivibili alle seguenti formazioni:



## **FORMAZIONE DEL PIANO DI BRENNO**

*(Cretaceo superiore)*

La Formazione del Piano di Brenno è costituita da calcari marnosi e marne calcaree di colore grigio, a stratificazione variabile da sottile a media (strati di spessore decimetrico), molto regolare, in cui si intercalano letti centimetrici di limi marnosi, torbiditici.

In territorio di Lambrugo, affiora lungo le pareti dell'ex ambito estrattivo in località Baggero e lungo le piccole scarpate presenti nel bosco immediatamente retrostante l'area di cava.

## **FORMAZIONE DI TABIAGO**

*(Paleocene – Eocene inferiore)*

Nella Formazione di Tabiago le marne presentano un aumento della frazione argillosa rispetto alla formazione del Piano di Brenno e una colorazione rossastra.

Affiora in località Carpanea, nel settore più meridionale del territorio comunale.

## **DEPOSITI PLIOQUATERNARI**

### **UNITA' DI LAMBRUGO**

*(Pliocene inferiore - medio)*

Corrisponde alle "Argille sotto il Ceppo" degli autori precedenti

L'unità è costituita da argille grigie a laminazione piano-parallela con lamine di spessore centimetrico. Sono presenti sottili intercalazioni limose e sabbiose, localmente cementate. Il limite superiore, come osservato nell'unico affioramento descritto, è un contatto erosionale con il Ceppo del Lambro appartenente all'Unità dei Conglomerati. Il limite inferiore non è visibile.

L'unità viene interpretata come una successione di sedimenti di origine lacustre di ambiente transizionale all'ambiente marino.

*Area di affioramento:* lungo la scarpata delimitante la strada S.P. 342 "Briantea".

### **UNITA' DEI CONGLOMERATI**

*(Pliocene superiore - Pleistocene inferiore)*

Corrisponde al "Ceppo" degli autori precedenti

In tale unità, che raggruppa a grande scala tutti i sedimenti cementati, sono state distinte due diverse sottounità (Ceppo di Lambrugo e Ceppo di Lurago) per differenti caratteristiche sedimentologiche e litologiche.

### **Ceppo di Lambrugo**

Si tratta di un conglomerato costituito da ghiaie a supporto di matrice o di clasti e da sabbie pulite. Si presenta con un elevato grado di alterazione superficiale, con ciottoli

carbonatici decarbonatati o argillificati sino all'asportazione e successivo riempimento da cementazione calcitica secondaria aghiforme (fenomeni di dissoluzione e ricristallizzazione dei ciottoli), e impronte di carsismo. La litologia dei clasti è prevalentemente carbonatica e subordinatamente cristallina. Il grado di cementazione è alto, ad eccezione delle porzioni esposte con forte alterazione superficiale.

L'ambiente di sedimentazione del Ceppo di Lambrugo è prevalentemente fluviale a meandri con stratificazione incrociata a grande scala (Epsilon Cross Stratification) e localmente fluviale braided, con conseguente aumento della granulometria e stratificazione meno evidente.

Poggia sui sottostanti sedimenti dell'Unità di Lambrugo e il limite inferiore è evidenziato da un allineamento di sorgenti, a livello del quale è presente un orizzonte di alterazione.

*Area di affioramento:* lungo la scarpata sottostante la linea ferroviaria Milano-Erba-Asso, tra il Centro Sportivo comunale e l'Oasi Baggero; lungo la scarpata che costeggia la S.P. 342 "Briantea".

### **Ceppo di Lurago**

Si tratta di un conglomerato costituito da ghiaie grossolane massive a supporto di matrice composta da sabbia grossolana e ghiaia fine; localmente sono presenti orizzonti di ghiaie pulite a supporto di clasti. I clasti sono eterometrici, da subarrotondati ad arrotondati, poligenici con carbonati (Calcere di Zu, Calcere di Moltrasio, dolomie e marne) e cristallini (granitoidi, scisti e gneiss) in percentuali equamente distribuite. Il grado di alterazione dei clasti è medio-basso con carbonati da non alterati a decarbonatati e cristallini da poco alterati ad argillificati. Il grado di cementazione è elevato.

L'ambiente di sedimentazione del Ceppo di Lurago è fluviale braided con una grossolana stratificazione planare e canali di erosione di dimensioni metriche ben evidenti.

Poggia sui sottostanti sedimenti del Ceppo di Lambrugo (cfr. descrizione affioramento 3).

*Area di affioramento:* in comune di Inverigo, lungo la scarpata alla base del cimitero e in comune di Lurago d'Erba in prossimità di C.na S. Carlo e in località Costone.

## **SUPERSINTEMA DI BESNATE**

*(Pleistocene medio – superiore)*

Corrisponde al Riss - Würm degli autori precedenti

È caratterizzato da un profilo di alterazione di spessore compreso tra 2.5 e 4.5 m. L'alterazione interessa mediamente più del 50% dei clasti; i clasti metamorfici e cristallini presentano un cortex di alterazione da millimetrico a centimetrico; a tetto si possono trovare alcuni clasti metamorfici completamente arenizzati, i calcarei da decarbonatati ad argillificati e i porfiroidi con cortex millimetrico. Il colore della matrice è 7.5YR con tendenza al 10YR delle Munsell Soil Color Charts.

La copertura loessica è localmente presente ed è costituita da limo massivo, o con clasti sparsi se colluviata; il colore della coltre loessica può essere sia 10YR sia 7.5YR.

Il Supersintema di Besnate è coperto in discordanza dai depositi del Sintema di Cantù e dell'Unità Postglaciale e copre in discordanza le unità più antiche.

Da un punto di vista litologico, l'allogruppo è composto da:

depositi glaciali e di contatto glaciale: costituiti da diamicton massivo a supporto di matrice sabbioso-limoso. Talora può essere presente una locale cementazione.

depositi fluvioglaciali: costituiti principalmente da ghiaie da fini a grossolane a supporto di matrice o più raramente di clasti, con una stratificazione pianoparallela suborizzontale, e subordinatamente da sabbie da medie a grossolane con laminazione sia pianoparallela sia incrociata a basso angolo. Le strutture sedimentarie visibili sono: laminazione incrociata a basso angolo, stratificazione incrociata a grande scala (*Epsilon Cross Stratification*), gradazione diretta e inversa. I clasti sono eterometrici e poligenici, in prevalenza di origine carbonatica, mentre subordinati sono quelli di origine ignea e metamorfica. È presente una locale e debole cementazione

*Area di affioramento*: il Supersintema di Besnate affiora al di fuori del territorio comunale di Lambrugo, in località Mandresca di Inverigo e in comune di Lurago d'Erba (località Carreggia).

## **SINTEMA DI CANTU'**

*(Pleistocene Superiore)*

Corrisponde al Würm superiore degli autori precedenti

È caratterizzata da un profilo di alterazione poco evoluto, inferiore a 2.5 m di spessore. La maggior parte dei clasti non è alterata o presenta un cortex di alterazione non molto sviluppato: solo i clasti carbonatici possono essere alterati e i metamorfici scistosi arenizzati nei primi metri del profilo. Il colore della matrice è 10YR. I depositi di questa unità non sono coperti da coltre loessica.

I depositi del Sintema di Cantù appoggiano in discordanza, con superficie di erosione, sui depositi delle unità più antiche e possono essere coperti dai depositi dell'Unità Postglaciale o possono affiorare direttamente alla superficie topografica.

Da un punto di vista litologico, l'alloformazione è composta da:

depositi glaciali: costituiti da diamicton massivi a supporto di matrice sabbioso limoso talora abbondante. I clasti sono eterometrici anche di notevoli dimensioni, da spigolosi a subarrotondati. Se, da un punto di vista genetico, sono definiti "Till di alloggiamento", i sedimenti sono sovraconsolidati con ciottoli striati o con forma a "ferro da stiro"; al contrario, se definiti come "Till di ablazione" i sedimenti sono normalconsolidati e con ciottoli di maggiori dimensioni rispetto ai precedenti.

depositi fluvioglaciali: costituiti da ghiaia da media a grossolana a supporto di matrice sabbioso-ghiaiosa fine, da ben stratificata a grossolanamente stratificata con strati di spessore variabile da decimetrico a metrico. I clasti sono poligenici, da male a ben selezionati. Subordinatamente sono costituiti da sabbia da fine a grossolana, talora limosa, in lamine piano-parallele con ciottoli sparsi e più raramente massiva o con laminazione obliqua a basso angolo o incrociata concava. È presente una locale cementazione.

depositi glaciolacustri: costituiti da argilla, limo argilloso, limo sabbioso e sabbia limosa in lamine piano-parallele orizzontali con *dropstone* sparsi spesso striati.

Presenza di locali livelli torbosi e di deformazioni (pieghe di piccole dimensioni) legate a glacioteonica, ossia a spinta dovuta alla fronte della lingua glaciale in avanzata; in tali casi i sedimenti sono sovraconsolidati.

*Area di affioramento:* il Sintema di Cantù affiora diffusamente entro il comune di Lambrugo: nelle aree più rilevate poste nel settore occidentale e nelle zone più pianeggianti della porzione centrale del territorio in esame.

## **UNITÀ POSTGLACIALE**

*(Pleistocene Superiore – Olocene)*

È caratterizzata da un'alterazione poco evoluta con suoli poco sviluppati. La sua superficie limite superiore coincide con la superficie topografica, mentre la sua superficie limite inferiore è una superficie di erosione che pone l'Unità Postglaciale a contatto con tutte le unità più antiche.

Da un punto di vista litologico, l'unità è composta da:

*depositi fluviali e alluvionali:* costituiti da ghiaie medio grossolane a supporto di matrice sabbiosa e da sabbie e ghiaie a supporto di matrice limoso sabbiosa; talora si intercalano dei livelli più grossolani con matrice in quantità ridotta; limi sabbiosi e limi con clasti sparsi (depositi di esondazione). I clasti sono da subarrotondati a spigolosi, poligenici. La stratificazione è piano-parallela orizzontale.

*depositi lacustri:* costituiti da limo argilloso da massivo a grossolanamente laminato con rizocrezioni, a laminato. Presenza di sottili intercalazioni di sabbia fine e livelli di torba. Localmente si rinvergono molluschi di acqua dolce.

*Area di affioramento:* lungo la valle del fiume Lambro.

### **3.3 OSSERVAZIONI LITOSTRATIGRAFICHE DI DETTAGLIO**

Le caratteristiche litologiche delle principali unità geologiche riconosciute sono state osservate in corrispondenza di aree di affioramento (spaccati naturali ed artificiali presso cantieri edili accessibili), nonché in corrispondenza di punti di assaggio con escavatore (profondità di 3-4 m), appositamente effettuati nel corso del 2005.

I punti di osservazione litologica sono riportati in Tav. 5, assieme alla rappresentazione schematica delle stratigrafie riconosciute.

Vengono di seguito riportate le descrizioni di ogni singolo profilo litostratigrafico.

#### **Affioramento AF1**

Località: lungo la scarpata delimitante la strada S.P. 342 "Briantea", a quota 380 m

Descritto dall'alto:

- |              |   |
|--------------|---|
| 0 - 100 cm   | Conglomerato costituito da prevalenti clasti carbonatici e subordinati clasti cristallini. Limite inferiore erosionale  |
| 100 - 140 cm | Argille e limi sovraconsolidati a laminazione pianoparallela. Sono presenti livelli a granulometria maggiore (limi e sabbie fini) localmente cementati. Limite inferiore non visibile |

*Interpretazione:* sedimenti lacustri appartenenti all'Unità di Lambrugo sovrastati da conglomerati appartenenti al Ceppo di Lambrugo.

### **Affioramento AF2**

Località: lungo la scarpata sottostante la linea ferroviaria Milano-Erba-Asso.

Conglomerato costituito da ghiaie medie a supporto di matrice o a supporto di clasti con abbondante matrice, localmente a supporto di clasti. La matrice è costituita da sabbia medio fine debolmente limosa. I clasti sono da subarrotondati ad arrotondati, di dimensioni modali 4-6 cm e massime 22 cm, poligenici con prevalenti carbonati (Calcere di Moltrasio) e selci (Radiolariti, Rosso ad Aptici) e subordinati cristallini (granitoidi, gneiss). Sono presenti livelli di sabbie pulite che presentano una cementazione minore rispetto ai sedimenti circostanti. Le strutture sedimentarie visibili sono costituite da grossolana stratificazione pianoparallela, stratificazione incrociata a grande scala

*Interpretazione:* deposito di ambiente fluviale a meandri appartenente al Ceppo di Lambrugo (Unità dei Conglomerati).

### **Affioramento AF3**

Località: Cimitero di Inverigo, ai piedi della scarpata

Nota: questa sezione è ubicata esternamente al territorio comunale e quindi non rappresentata nella Tav. 5. La sua descrizione è stata qui inserita per la sua importanza nella definizione geologica dei corpi sedimentari rilevati nel territorio di Lambrugo.

Descritto dal basso:

- |              |  |
|--------------|--|
| 0 – 180 cm   | Conglomerato costituito da ghiaie medie a supporto di matrice sabbiosa fine. I clasti sono eterometrici e poligenici con prevalenti carbonati e subordinati cristallini. Si evidenzia una grossolana stratificazione pianoparallela. Sono presenti numerose cavità di dissoluzione di clasti carbonatici ricristallizzate. Il grado di cementazione è buono. Il limite superiore è erosionale        |
| 180 – 780 cm | Conglomerato costituito da ghiaie grossolane a supporto di matrice sabbiosa grossolana. Sono presenti lenti di sabbia medio grossolana passante a ghiaia. I clasti sono eterometrici e poligenici con la percentuale di cristallini più elevata rispetto al deposito sottostante. La cementazione è inizialmente solo interstiziale (primi metri) e passa a buona verso la sommità dell'affioramento |

*Interpretazione:* il conglomerato inferiore appartiene al Ceppo di Lambrugo mentre quello superiore al Ceppo di Lurago. Entrambi, nel loro insieme, costituiscono l'Unità dei Conglomerati.

**Assaggio con escavatore AS1**

Località: Via Stoppani, a nord del pozzo a scopo idropotabile

Descritto dall'alto:

- |              |   |
|--------------|---|
| 0 – 50 cm    | Terreno di coltivo e di riporto costituito da limo massivo di colore bruno con clasti sparsi subspigolosi, frammenti di laterizi e apparati radicali  |
| 50 – 90 cm   | Ghiaia massiva a supporto di abbondante matrice limoso sabbiosa di colore grigio e con screziature di colore ocra (clasti alterati). Clasti poligenici, eterometrici. Clasti carbonatici e metamorfici alterati   |
| 90 – 140 cm  | Ghiaia medio-fine a supporto di matrice sabbiosa debolmente limosa, con clasti poligenici da subarrotondati ad arrotondati, di dimensioni massime di 12 cm e dimensioni modali di 2 cm. Clasti carbonatici completamente alterati (argillificati e con diminuzione di densità), clasti metamorfici alterati (completamente arenizzati), clasti granitoidi e clasti quarziticci sani |
| 140 – 230 cm | Alternanze di livelli di ghiaia fine a supporto di matrice sabbiosa e di sabbia massiva con clasti. Alcuni livelli di ghiaia sono a supporto clastico e ben pulite. Presenza di clasti carbonatici a partire dalla profondità di 150-160 cm   |

*Interpretazione:* deposito fluvioglaciale appartenente al Sintema di Cantù.

**Assaggio con escavatore AS2**

Località: Via Ai Prati, presso azienda agricola/zootecnica Rigamonti

Descritto dall'alto:

- |              |   |
|--------------|---|
| 0 – 70 cm    | Terreno di coltivo costituito da limo massivo di colore bruno con clasti sparsi   |
| 70 – 150 cm  | Sabbia molto fine/limo massivo di colore grigio chiaro con screziature di colore marrone lungo gli apparati radicali. Presenza di rari clasti sparsi (dimensioni massime di 12 cm), poligenici, con cortex di alterazione e patine di ferro-manganese millimetriche. Presenza di piccole lenti di ghiaia fine               |
| 150 – 170 cm | Sabbie grossolane massive con clasti poligenici sparsi, di dimensioni massime di 10 cm e dimensioni modali di 3 cm. Clasti carbonatici e metamorfici alterati, clasti quarziticci sani. Nella parte bassa il materiale risulta umido  |
| 170 – 250 cm | Argilla massiva debolmente limosa con rari clasti sparsi di dimensioni massime di 5 mm. Colore grigio/bruno con presenza di leggere screziature di colore ocra. Tracce di apparati radicali di colore marrone rossastro. A profondità di circa 240 cm il materiale risulta umido. A fondo scavo inizio di accumulo di acqua |

*Interpretazione:* sedimenti lacustri appartenenti al Sintema di Cantù

**Assaggio con escavatore AS3**

Località: Via Battisti, località Momberto

Descritto dall'alto:

- 0 – 100 cm Terreno di coltivo costituito da limo massivo di colore bruno con clasti sparsi subarrotondati centimetrici
- 100 – 230 cm Diamicton massivo a supporto di matrice limoso sabbiosa di colore bruno scuro. Clasti da subspigolosi a subarrotondati ed in minore misura arrotondati, eterometrici (ci sono blocchi di dimensioni metriche) e poligenici. Clasti metamorfici e granitoidi completamente alterati (arenizzati), clasti carbonatici argillificati. Presenza di patine millimetriche sui clasti. Verso il basso dell'orizzonte si rinvencono alcuni ciottoli carbonatici sani con striature e il materiale risulta umido
- 230 – 250 cm Diamicton massivo a supporto di matrice limoso sabbiosa. Il colore della matrice è compreso nella pagina 10YR delle Munsell Soil Color Charts. Clasti poligenici, eterometrici e subarrotondati. Clasti carbonatici con cortex di alterazione centimetrico e clasti metamorfici e granitoidi arenizzati

*Interpretazione:* depositi glaciali appartenenti al Sintema di Cantù**Assaggio con escavatore AS4**

Località: Via Roma

Descritto dall'alto:

- 0 – 60 cm Terreno di coltivo e di riporto costituito da limo massivo di colore bruno con clasti centimetrici
- 60 – 180 cm Ghiaie massive a supporto di matrice sabbiosa limosa di colore bruno. Localmente la frazione limosa nella matrice è abbondante. Clasti poligenici, eterometrici di dimensioni massime di 30 cm e dimensioni modali di 4 cm, da subspigolosi a subarrotondati, in minore misura arrotondati. Numerosi clasti carbonatici argillificati e alterati fino a fondo scavo, clasti metamorfici fratturati e arenizzati e clasti cristallini con cortex di alterazione centimetrico
- 180 – 230 cm Ghiaia fine passante a sabbia grossolana con clasti e scarsa matrice di colore grigio

*Interpretazione:* deposito fluvioglaciale appartenente al Sintema di Cantù**Affioramento AF4**

Località: scavo edile presso cantiere di via Stoppani, in prossimità delle Scuole Elementari

Descritto dall'alto:

- 0 – 100 cm Terreno di coltivo
- 100 – 200 cm Limo massivo con clasti sparsi subangolari da millimetrici a centimetrici. Presenza di abbondanti frustoli vegetali carboniosi.

	L'orizzonte chiude lateralmente a lente. Lo spessore massimo è di un metro
200 – 400 cm	Diamicton massivo a supporto di matrice limoso sabbiosa. Clasti poligenici ed eterometrici (da decimetrici a metrici). Clasti da parzialmente a completamente alterati, con carbonatiche argillificate e cristalline arenizzate. Deposito normalmente consolidato. Abbondanti venute d'acqua al limite con l'orizzonte sottostante
400 – 650 cm	Argille di colore prevalentemente grigio e screziature beige, a laminazione da millimetrica a centimetrica. Immersione a NW con inclinazione di 25-30°

*Interpretazione:* sedimenti lacustri appartenenti all'Unità di Lambrugo sovrastati da depositi glaciali del Sistema di Cantù.

### 3.4 IDROGRAFIA

Il reticolo idrografico del comune di Lambrugo è costituito dal fiume Lambro (reticolo principale) e da numerosi altri corsi d'acqua minori, dislocati su diverse aree del territorio comunale.

Il fiume Lambro è inserito nel contesto pedemontano della Brianza, caratterizzato da morfologie controllate dalla geometria del substrato roccioso prequaternario affiorante o subaffiorante e/o dei depositi glaciali di età quaternaria (cordoni morenici, pianalti, piane fluvioglaciali). In tale ambito la piana alluvionale del fiume Lambro, costituita da depositi fluviali recenti ed attuali (Olocene), incide i depositi glaciali e fluvioglaciali di età progressivamente decrescente verso S.

Il Lambro nasce alle pendici del Monte Forcella, in località Pian del Rancio nel comune di Magreglio (Como), dalla sorgente Menaresta ad una quota di circa 940 m s.l.m..

Ha un percorso totale di circa 130 km e raccoglie le acque di un territorio ampio 1.950 km<sup>2</sup>. Dal punto di vista dell'estensione del bacino le progressive sono riferite a 3 sezioni di riferimento principali, come riportato nella seguente tabella.

Sezione	Distanza progressiva (km)	Superficie sottesa (km <sup>2</sup> )
Lambrugo	20,428	170
Milano	70,636	465
Confluenza Po	137,400	1.950

Tabella 3.1 - Estensione del bacino (da "Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica", All. 7 delle Nda del PAI)



Fino ad Asso il fiume ha carattere torrentizio e successivamente, fino ad Erba, scorre in un letto ampio e poco inciso. Mediante una canalizzazione (denominata Lambrone) entra nel lago di Pusiano.

All'uscita del lago di Pusiano, scorre su un terreno pianeggiante, con solo alcuni tratti arginati da opere murarie.

Le arginature sono più consistenti a valle della località Ponte Nuovo in comune di Merone, dove riceve le acque dell'emissario del lago di Alserio e della roggia Gringhella affluente di quest'ultimo.

Dopo l'immissione (in sinistra idrografica) del torrente Bevera di Molteno a monte della località Baggero, il fiume rallenta il suo corso formando dei meandri, sui quali si manifestano talora fenomeni di erosione (erosione di sponda e taglio del meandro stesso).

Oltrepassato l'impianto di depurazione consortile di Merone, a valle del ponte stradale Lambrugo-Costa Masnaga (dove è collocato l'idrometro di Lambrugo), il Lambro entra in comune di Lambrugo, segnandone il confine con la provincia di Lecco ad est. Il fiume si sviluppa con andamento sinuoso per una lunghezza di circa 1200 m, presenta una debole pendenza e un alveo poco incassato e relativamente ampio. Le sponde risultano quasi ovunque naturali. In tale tratto il livello di urbanizzazione è basso.

A monte della località Ceresa di Nibionno, è presente una traversa, in corrispondenza di una vecchia derivazione per l'alimentazione di un mulino ad acqua ancora visibile ma non più attivo e situato in sponda idrografica sinistra. A valle della traversa in sponda idrografica destra sono situate alcune gabbionate poste a protezione della sponda.

Nel settore più meridionale del territorio comunale di Lambrugo, il fiume presenta un ulteriore meandro, in corrispondenza del quale si colloca l'immissione della Roggia Carpanea.

Il fiume Lambro prosegue verso sud e dopo l'attraversamento della città di Monza, inizia il suo percorso lungo la pianura milanese, raggiungendo le città di Milano, Melegnano e Sant'Angelo Lodigiano. Nei pressi di San Colombano (MI), a Corte Sant'Andrea, il Lambro si immette nel fiume Po.

Dal confronto con la cartografia catastale comunale, risulta che l'andamento del corso d'acqua è generalmente simile a quello attuale, mentre nella tavola IGM in scala 1:25.000 si è riscontrata la presenza, in località Rogolea in comune di Costa Masnaga, di una derivazione adibita all'alimentazione di un mulino, attualmente non più visibile.

Esaminando la configurazione del fiume Lambro si possono fare le seguenti considerazioni generali circa il suo funzionamento idraulico:

- la parte alta del bacino è regolata dai laghi di Alserio e Pusiano: a causa della superficie lacuale non trascurabile (complessivamente pari a circa 8 km<sup>2</sup>), rispetto

a quella del bacino sotteso, i due laghi esercitano una forte azione moderatrice sui fenomeni di piena. Tali fenomeni, in pratica, vengono annullati.

Ne consegue che a Lambrugo defluisce sostanzialmente la sola piena che si forma nel bacino del Torrente Bevera avente una superficie di 43,2 km<sup>2</sup>;

- nel tronco compreso fra Lambrugo e Peregallo l'onda di piena risente di due fenomeni idrologici opposti: gli apporti idrici distribuiti lungo il percorso e l'attenuazione del colmo dovuta alla propagazione dell'onda che, considerata la notevole distanza che separa le due località, è di non trascurabile importanza.

Nel territorio del comune di Lambrugo le aree soggette ad inondazione sono molto estese in sponda idrografica destra, a partire dalle zone agricole pianeggianti poste a sud della confluenza del Fosso del Caolto nel fiume Lambro. In questo tratto infatti, il fiume presenta un alveo senza argini rilevanti e prossimo al piano campagna. Le aree si riducono in ampiezza in corrispondenza della zona rilevata (cordone morenico) su cui sorge l'abitato di Carpanea, che riconvolgia l'espansione destra verso il corso del fiume.

Per quanto riguarda il reticolo minore, gli elementi idrografici presenti sono i seguenti:

#### "Sorgenti del Cepp"

In località Bovia, in prossimità del centro sportivo comunale, alla base del versante in conglomerato affiorante e/o subaffiorante su cui è situata la sede della Ferrovia Nord Milano - Linea Milano-Erba-Asso, sono presenti alcune sorgenti.

L'acqua fuoriesce alla base di affioramenti di "Ceppo" a stratificazione verticale in cui sono visibili fratture ad andamento anch'esso subverticale. In un caso è presente una tubazione in plastica che capta le acque e le convoglia nell'alveo di scolo. L'intorno della sorgente è inoltre protetto da gabbionate metalliche con ciottoli. Il canale di scolo della sorgente più settentrionale prosegue lungo il bordo orientale della Strada Consorziale della Cassina e devia verso la strada di accesso al centro sportivo. La larghezza dell'alveo in questo tratto è di circa 1 m, mentre la profondità è di circa 50-60 cm rispetto al piano campagna. Il fondo è naturale, con presenza di sabbia fine e limo. Attraverso una griglia di metallo le acque si immettono nel tratto intubato diretto al lavatoio Momberto di via Battisti.

Le acque delle altre sorgenti sono incanalate a monte della strada e si disperdono in un'area umida situata al bivio tra via Battisti e via Bovia.

Lungo tutta la base del versante è comunque diffusa la tendenza al ristagno delle acque.

#### Via Battisti, zona depuratore

Nella zona a valle della via Battisti è presente un'ampia area caratterizzata da drenaggio difficoltoso e da forte imbibizione della coltre di terreno più superficiale per la presenza sottostante di depositi a bassa permeabilità (till di alloggiamento). Il drenaggio delle acque raccolte in tale area avviene per mezzo di una serie di solchi

che man mano si uniscono e confluiscono in un corso d'acqua vero e proprio, la cui larghezza in prossimità della recinzione dell'impianto di depurazione raggiunge i 100-150 cm.

A monte della strada sterrata che fiancheggia il lato occidentale del depuratore, l'ingresso della tubazione di attraversamento sotto la strada è risultato completamente ostruito per la presenza di foglie e ramaglie. Il corso d'acqua oltrepassa la recinzione e fuoriesce nuovamente dopo un breve tratto intubato, in corrispondenza del quale si è formata una zona di accumulo delle acque con pareti caratterizzate dalla presenza di cavità/condotte riconducibili a fenomeni di piping e affioramenti (alla base) di till di alloggiamento. Il corso d'acqua ha recapito finale nel fiume Lambro.

Nella zona di sorgente sono presenti due punti di scarico (sfioratore di piena della fognatura comunale e punto di scarico della tubazione di raccolta delle acque bianche).

#### Località C.na Momberto

Il corso d'acqua è visibile lungo il versante a valle della via Battisti. L'alveo appare ben definito nel tratto intermedio, lungo il limite esterno del bosco, al confine con un'area pianeggiante coltivata a mais. In prossimità del fiume Lambro la traccia del corso d'acqua non è più visibile e viene sostituita dall'area di spaglio delle acque.

#### Località C.na Giulia - zona industriale

L'area situata a monte della zona industriale è caratterizzata dalla presenza di un corso d'acqua che ha origine in corrispondenza di un punto di scarico. Il fosso è alimentato in destra idrografica anche dalle acque di scolo di una zona umida con difficoltà di drenaggio, posta tra l'alveo stesso e gli edifici produttivi. In sinistra idrografica, è visibile un piccolo canale di scolo che in prossimità del corso d'acqua principale non ha più una traccia ben definita.

All'intersezione con la Strada consorziale detta alla C.na Carpanea, il corso d'acqua risulta intubato. La tombinatura è costituita da due tubi affiancati di diametro di circa 40 cm ciascuno. Il recapito finale avviene nella Roggia Carpanea.

#### Strada consorziale detta alla C.na Carpanea

In prossimità dell'ingresso all'allevamento di visoni è presente uno sfioratore di piena della fognatura comunale (diametro di 100 cm), che scarica le acque in un canale con fondo e sponde naturali di larghezza mediamente di 2 m e incassato rispetto al piano campagna fino a 2-2,5 m. Al momento del rilievo, l'acqua non era presente lungo tutto il canale. In corrispondenza dell'incrocio con la strada consorziale, il canale curva verso nord e mostra evidenti segni di erosione sul fondo. Da questo punto in poi l'alveo non è più ben definito, ma è comunque visibile l'area di spaglio delle acque.

#### Roggia Carpanea

Ha origine per raccolta delle acque drenate dal versante sottostante la Tessitura Gessner (via Cava di Ghiaia). Il corso d'acqua ha alcuni affluenti sia in sponda

idrografica destra che in sponda idrografica sinistra. L'attraversamento della strada sterrata di collegamento tra la Strada consorziale detta dei Prati e la Strada Consorziale detta alla C.na Carpanea, avviene per mezzo di una tubazione parzialmente ostruita e di diametro inadeguato (40 cm) per il deflusso delle acque in caso di piena. La larghezza dell'alveo in questo tratto è di circa 1-1,30 m, con fondo naturale costituito da sabbia e ghiaia fine. La roggia, dopo aver costeggiato il versante orientale della zona industriale di via Lambro, ove sono presenti alcuni punti di scarico, prosegue in comune di Nibionno e si immette nel fiume Lambro in località Carpanea.

#### Fosso detto del Caolto

Il Fosso detto del Caolto ha origine in prossimità del cimitero comunale per raccolta delle acque di drenaggio del versante a valle della via IV Novembre dove è presente una vasta area di impregnazione dei materiali superficiali. Il fosso è oggetto di scarico delle acque di sfioro della rete fognaria comunale tramite un canale in calcestruzzo posizionato immediatamente a valle della strada. La sponda idrografica sinistra presenta alcuni fenomeni di dissesto consistenti in scivolamenti della copertura colluviale che hanno messo a giorno i sottostanti depositi glacio-lacustri a bassa permeabilità. L'affluente situato in prossimità dell'azienda agricola, presenta un tratto intubato al di sotto del piazzale dove sono collocate le vasche di raccolta dei reflui zootecnici, il cui percolato defluisce nel corso d'acqua stesso.

Alla quota di 250 m s.l.m. è presente un manufatto in calcestruzzo costituito da un tubo del diametro di 1 m. A valle del tubo, il fosso tende ad approfondirsi e si presenta ben inciso mostrando fenomeni di instabilità ed erosione lungo le sponde.

Il recapito finale è nel fiume Lambro.

#### Strada Provinciale Briantea

Lungo la Strada Provinciale Briantea, all'altezza degli affioramenti di "Ceppo" è stata individuata la presenza di un corso d'acqua, prevalentemente alimentato dalle acque provenienti da una tubazione sottostante la sede stradale di cui non è stato possibile individuare l'origine. Nelle mappe catastali a monte della strada provinciale n. 342 è riportata un'area con presenza di acqua, attualmente non più visibile in quanto oggetto di riporti di terreno e di costruzione di edifici. E' stata comunque riscontrata la presenza di una sorgente, le cui acque alimentano il lavatoio Tarotta. E' possibile che le acque vengano quindi drenate da questa zona e incanalate verso la strada, a valle della quale tornano in superficie.

Il fosso prosegue costeggiando la sede stradale, delimitato dal muro in calcestruzzo di sostegno del rilevato. In corrispondenza del distributore di carburanti devia verso sud dove, dopo un breve tratto, entra all'interno di un'area recintata. Qui sono state realizzate opere di canalizzazione in calcestruzzo e di invaso artificiali per la creazione di piccoli laghi. Oltrepassata la recinzione, il corso d'acqua presenta nuovamente un alveo naturale e dà luogo alla formazione di un'ampia area umida all'interno del bosco.

### Località Momberto

In località Momberto, lungo il lato destro del terrazzo pianeggiante in prossimità del fiume Lambro è presente un fosso di scolo che nel suo tratto iniziale è risultato asciutto. Le acque hanno recapito finale nel fiume Lambro dopo aver oltrepassato il collettore fognario consortile, attraverso una tubazione in calcestruzzo (diametro 100 cm).

### Via Cava di Ghiaia

Lungo il lato destro della via Cava di Ghiaia è presente un fosso di scolo delle acque (secondo fonti locali denominato "Sorgente del Trinchet"), che dopo un breve percorso recapita in una tubazione il cui ingresso è protetto da una griglia metallica, probabilmente in connessione con il corso d'acqua visibile più a valle in corrispondenza dell'allevamento di visoni. Al momento dei rilievi è risultato privo di acqua.

## 4 INQUADRAMENTO METEO-CLIMATICO

Le principali caratteristiche climatiche dell'ambito territoriale in cui è inserito il comune di Lambrugo, sono la spiccata continentalità, il debole regime di vento e la persistenza di condizioni di stabilità atmosferica.

Dal punto di vista dinamico, la presenza della barriera alpina influenza in modo determinante l'evoluzione delle perturbazioni di origine atlantica, determinando la prevalenza di situazioni di occlusione e un generale disaccoppiamento tra le circolazioni nei bassissimi strati e quelle degli strati superiori.

Il clima che caratterizza il comune di Lambrugo è di tipo temperato continentale.

Gli inverni sono abbastanza piovosi e rigidi (sono ricorrenti le ghiacciate notturne e la colonnina di mercurio può scendere fino a  $-10\text{ °C}$  /  $-12\text{ °C}$ ), le mezze stagioni umide, brevi e miti e le estati calde e molto umide (con temperature massime che possono variare dai  $+30\text{ °C}$  della collina ai  $+35\text{ °C}$  /  $+37\text{ °C}$  della pianura).

Le precipitazioni, di norma, sono concentrate in primavera e autunno. La ventilazione è scarsa in tutti i mesi dell'anno e l'umidità relativa dell'aria è sempre piuttosto elevata. La presenza della nebbia è particolarmente accentuata durante i mesi più freddi. Lo strato d'aria fredda, che determina la nebbia, persiste spesso tutto il giorno nel cuore dell'inverno, ma di regola si assottiglia in modo evidente nelle ore pomeridiane.

Al fine di inquadrare la situazione meteo-climatica dell'area di studio sono stati analizzati i parametri relativi alla temperatura dell'aria e alle precipitazioni, di cui sono disponibili i valori numerici in serie storica misurati nella stazione idrotermopluviometrica dislocata nel comune di Lambrugo, in corrispondenza dell'isola ecologica (zona cimitero).

I dati utilizzati per le elaborazioni dei grafici e riportati nelle tabelle seguenti sono quelli contenuti nella banca dati di A.R.P.A. Lombardia (<http://www.arpalombardia.it/meteo>). Si è considerata la quasi totalità dei dati disponibili (stazione in funzione dal marzo 2003), costituita dalle serie storiche complete degli anni dal 2004 al 2009 e la serie parziale dell'anno in corso (2010).

### 4.1 TEMPERATURA DELL'ARIA

L'andamento della temperatura dell'aria mostra i tipici andamenti stagionali dell'area padana:

- nella stagione estiva: temperatura media di circa  $22\text{ °C}$ ;
- nella stagione invernale: temperatura media di circa  $3\text{ °C}$ .

Si riportano, nel seguito, sia la tabella che il grafico dell'andamento stagionale delle temperature medie relative agli anni presi in considerazione.

Tabella 4.1 - Temperature medie mensili [°C]: Lambrugo

Anno	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
2004	2.02	3.49	6.97	12.08	15.20	21.42	22.74	22.80	18.54	14.04	7.38	5.22*
2005	1.87	2.07	8.55	11.97	18.42	22.96	23.81	21.29	18.45	12.46	5.81	0.99
2006	0.00	2.58	7.23	13.10	17.99	22.83	26.43	21.11	20.08	14.90	9.34	4.36
2007	5.44	6.35	9.70	16.49	18.58	21.73	24.40	21.75	17.55	12.68	6.83	2.45
2008	3.94	4.74	9.25	12.03	17.22	21.14	22.95	23.05	17.12	13.50	7.22	2.53
2009	0.69	4.15	9.24	13.57	19.91	21.77	23.77	24.85	19.66	12.51	8.12	1.75
2010	0.85	3.38	7.67	12.55	16.22	21.92	25.54	21.78	17.31	11.64*		

\*serie non completa

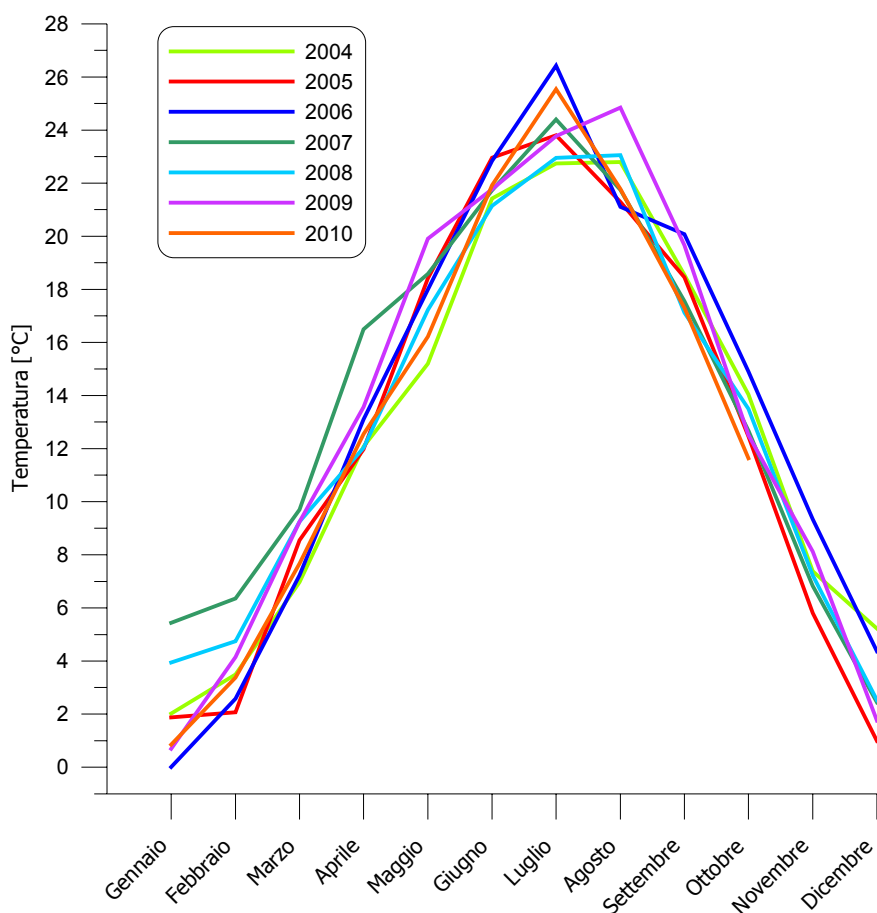


Figura 4.1 - Temperature mensili medie [°C] nel periodo 2004-2010

## 4.2 PRECIPITAZIONI

Per quanto riguarda il regime pluviometrico, le precipitazioni negli ultimi tre anni (2008-2010) sono state abbastanza abbondanti, con un dato di altezza di precipitazione totale annuo medio di circa 1500 mm, a differenza del triennio

precedente (2005-2007), in cui si sono registrate precipitazioni più contenute, con valori totali annuali medi di 1000 mm.

Tabella 4.2 - Precipitazioni mensili [mm]: Lambrugo

Anno	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre	Cumulata annuale
2004	37.60	119.20	78.40	124.80	128.60	36.80	136.60	103.20	41.20	133.00	183.40	8.80*	1131.60
2005	9.80	13.00	60.80	86.60	69.00	54.60	97.80	84.40	173.00	118.20	64.80	76.00	908.00
2006	55.20	87.80	72.80	92.60	58.00	27.80	108.80	115.60	140.60	65.20	55.00	131.00	1010.40
2007	53.80	21.00	31.40	15.80	175.20	241.20	35.40	238.60	153.00	23.40	112.40	12.80	1114.00
2008	137.40	45.00	58.60	218.80	215.40	195.60	125.40	117.20	100.00	96.80	246.40	184.60	1741.20
2009	89.40	142.40	81.40	241.60	25.20	134.60	159.40	37.20	81.20	81.80	154.40	160.80	1389.40
2010	41.20	143.20	80.80	116.60	281.20	92.80	168.40	282.00	233.80	141.40*			1581.40*

\*serie non completa

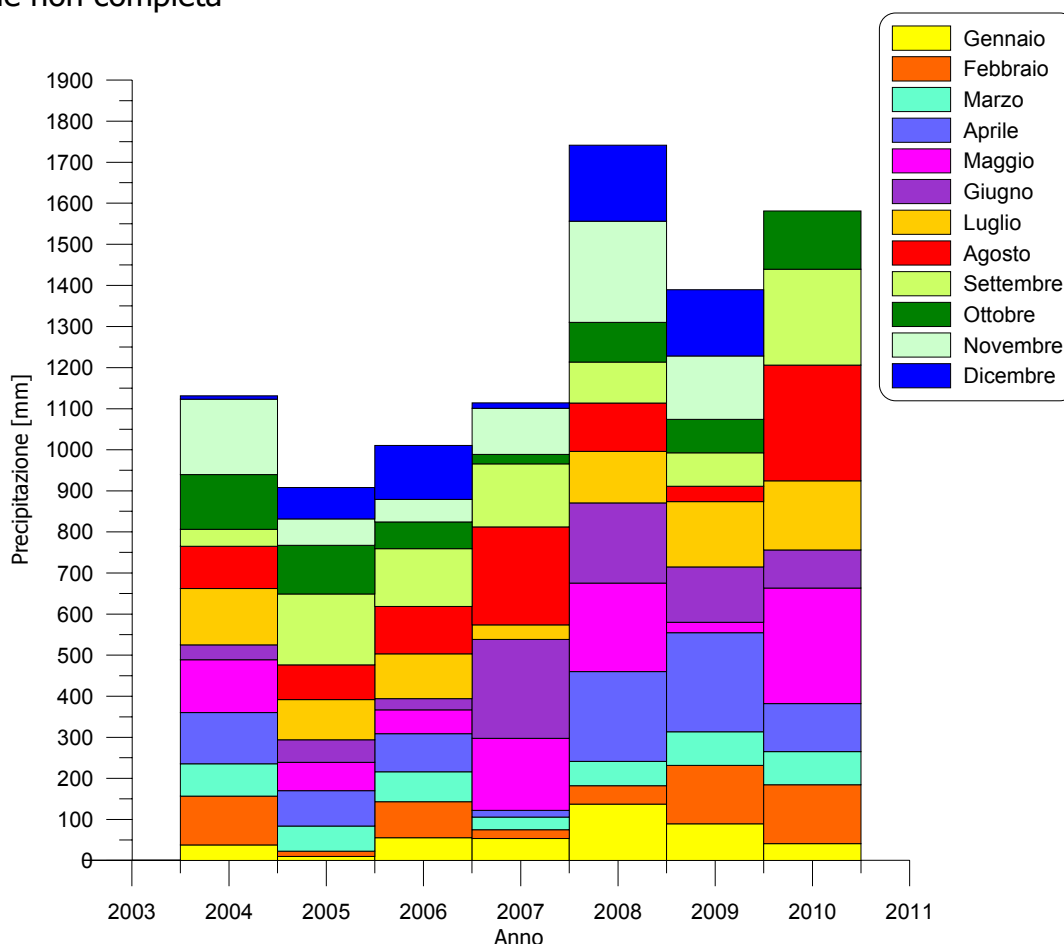


Figura 4.2 - Precipitazioni annue [mm] nel periodo 2004-2010

Per quanto riguarda la distribuzione annuale, le precipitazioni sono tendenzialmente concentrate nei mesi primaverili (aprile e maggio) e autunnali (settembre e novembre), come osservabile nel grafico della Figura 4.3.



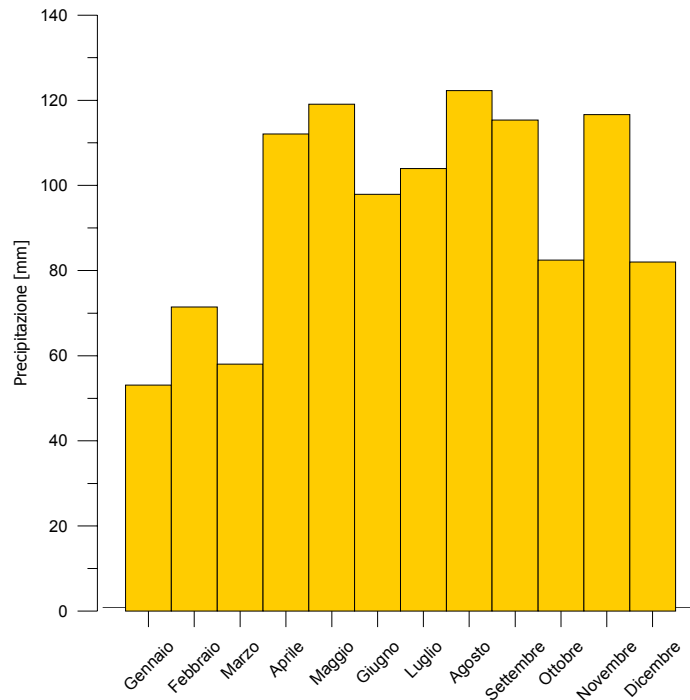


Figura 4.3 - Distribuzione delle precipitazioni medie mensili

Per quanto riguarda le precipitazioni minime e massime annue si può fare riferimento alla "Carta delle precipitazioni minime e massime medie annue del territorio alpino lombardo registrate nel periodo 1891-1990" Regione Lombardia – dicembre 1999, i cui estratti relativi al territorio in prossimità di Lambrugo sono riportati rispettivamente nella Figura 4.4 e Figura 4.5.

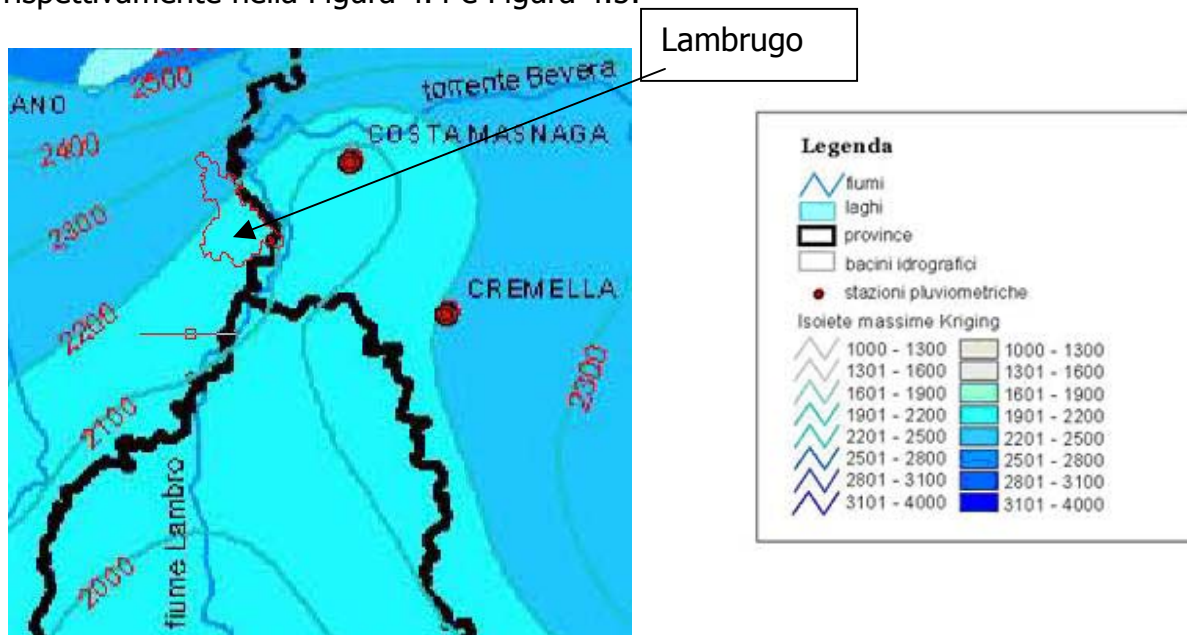


Figura 4.4 – Precipitazioni massime medie annue

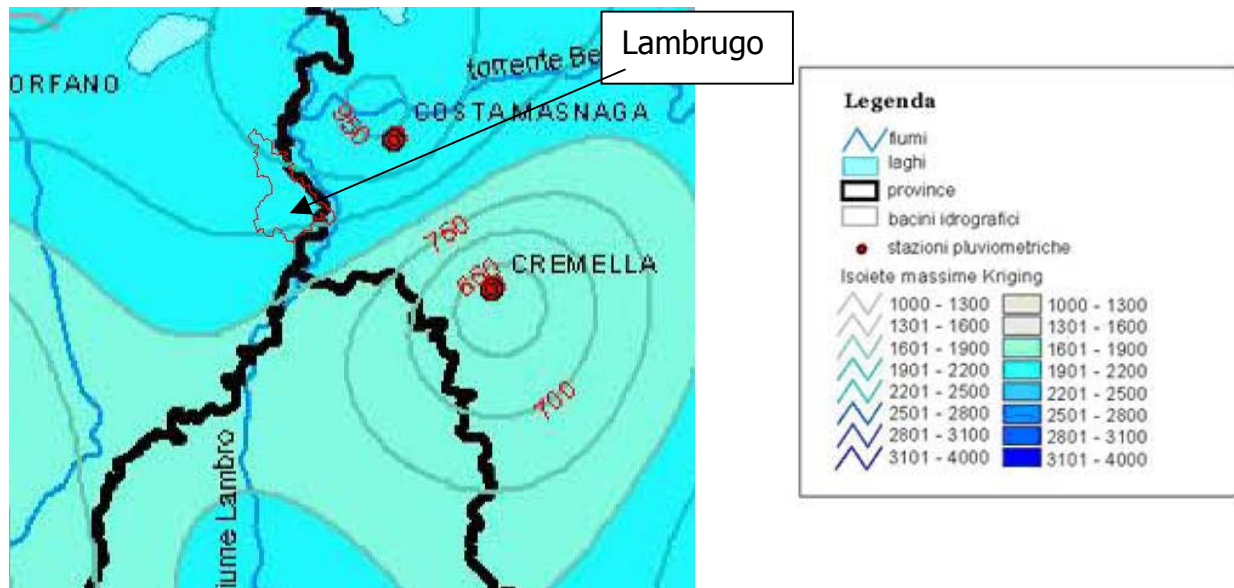


Figura 4.5 – Precipitazioni minime medie annue

### 4.3 EVENTI PLUVIOMETRICI INTENSI ED ESTREMI

Per determinare il regime delle piogge intense nel comune di Lambrugo si è proceduto all’analisi della pluviometria della zona interessata; in particolare si è fatto riferimento a quanto indicato dal Piano Stralcio per l’Assetto idrogeologico (PAI) dell’Autorità di Bacino fiume Po, che allega le analisi sulla distribuzione spaziale delle precipitazioni intense nella “Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica”.

Attraverso l’elaborazione statistica delle misure di precipitazione registrate per varie durate degli eventi dalle stazioni di misura esistenti, è possibile stimare le linee segnalatrici di probabilità pluviometrica che danno il valore dell’altezza di pioggia prevista in un dato punto per una data durata, ad un assegnato tempo di ritorno T (ossia per una data probabilità di accadimento dell’evento).

Comunemente tali curve sono espresse da una legge del tipo:

$$h_T(d) = a_T(d^{n_T})$$

dove per altezza  $h$  di pioggia (espressa in mm) si intende l’altezza della colonna d’acqua che si formerebbe su una superficie orizzontale e impermeabile in un certo intervallo di tempo (durata  $d$  della precipitazione); nella relazione i parametri  $a$  e  $n$  dipendono dal tempo di ritorno T considerato.

Per l’analisi di frequenza delle piogge intense nei punti privi di misure dirette, l’Autorità di Bacino del fiume Po ha condotto un’interpretazione spaziale dei parametri  $a$  e  $n$  delle linee segnalatrici, suddividendo l’intero bacino del Po in celle di 2 km di lato e individuando un valore dei suddetti parametri per ogni cella.

In questo modo è possibile calcolare, per ciascun punto del bacino, a meno dell'approssimazione dovuta alla risoluzione spaziale della griglia di discretizzazione, le linee segnalatrici di probabilità pluviometrica per tempi di ritorno di 20, 100, 200 e 500 anni.

Il territorio del comune di Lambrugo ricade nelle celle DF66, DF67 e DG67, come visibile nella Figura 4.6.

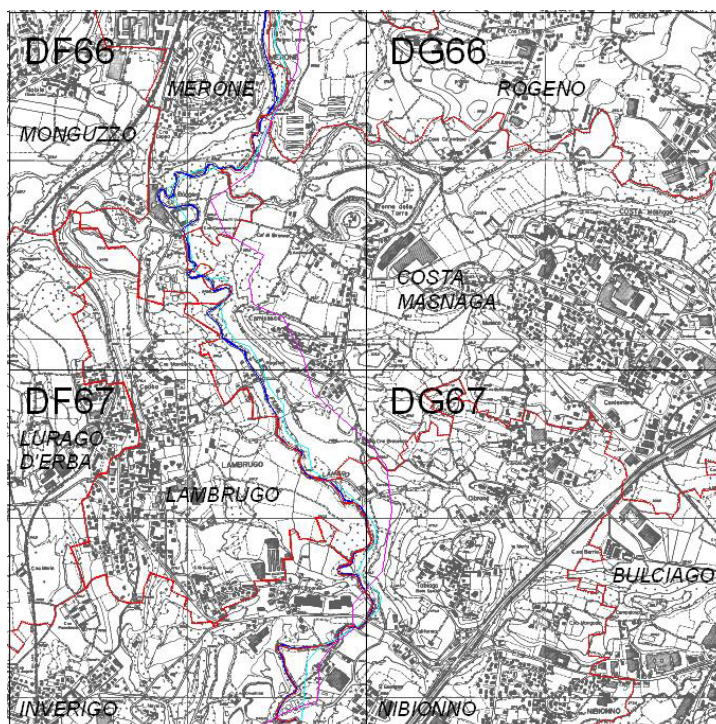


Figura 4.6 – Celle a cui appartiene il territorio di Lambrugo

Nella tabella seguente si riportano i valori dei parametri delle linee segnalatrici per tempi di ritorno T di 20, 100, 200 e 500 anni per le celle sopra indicate, così come vengono riportati nell'allegato 3 della "Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica" del PAI.

I valori indicati costituiscono riferimento per le esigenze connesse a studi e progettazioni che per dimensioni e importanza non possano svolgere direttamente valutazioni ideologiche più approfondite a scala locale.

Tabella 4.3 - Distribuzione spaziale delle precipitazioni intense - Parametri delle linee segnalatrici di probabilità pluviometrica per tempi di ritorno di 20, 100, 200 e 500 anni (allegato 3 della Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica)

Cella	Coordinate E UTM celle di calcolo	Coordinate N UTM celle di calcolo	a	n	a	n	a	n	a	n
			T=20	T=20	T=100	T=100	T=200	T=200	T=500	T=500
DF66	519000	5069000	64.86	0.303	83.95	0.305	92.10	0.306	102.85	0.306
DF67	519000	5067000	64.36	0.299	83.40	0.300	91.52	0.301	102.24	0.301
DG67	521000	5067000	65.98	0.300	85.87	0.302	94.36	0.303	105.55	0.303

## 5 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

### 5.1 CLASSIFICAZIONE DELLE UNITÀ DI SOTTOSUOLO

I caratteri idrogeologici di sottosuolo sono sintetizzati nelle sezioni idrogeologiche di Tav. 3, orientate N-S e W-E secondo le tracce di Tav. 2, passanti per i pozzi pubblici e privati del territorio comunale e di alcuni comuni limitrofi.

A partire dai livelli più profondi sono state riconosciute le seguenti unità idrogeologiche:

**0 - Substrato Roccioso:** costituito da calcari, marne, conglomerati ed arenarie, a bassa permeabilità primaria e secondaria, localmente acquifero nelle zone di fratturazione e, più frequentemente, considerato come base impermeabile delle falde.

Il substrato affiora limitatamente sui versanti della ex cava di Baggero e in località Carpanea, mentre in profondità è riscontrabile nella stratigrafia del pozzo 4 di C.na Solforino a Monguzzo ad una profondità di 60 m dal p.c..

Inoltre, come è possibile osservare dalla Tav. 3, il limite superiore del substrato mostra un andamento irregolare sia in direzione N-S che in direzione E-W, alternando zone depresse ad aree in cui è prossimo al piano campagna.

**1 - Unità dei depositi marini e di transizione:** costituita da depositi in facies transizionale e marina, caratterizzate da spesse successioni di argille grigio azzurre e argille sabbiose localmente con fossili e torbe, a cui si intercalano livelli ghiaiosi, sabbiosi e conglomeratici, sede di rare falde idriche intermedie e profonde di tipo confinato, caratterizzate da ridotta potenzialità idrica.

L'unità, sostenuta alla base dal substrato roccioso, è considerata la base dell'acquifero superiore a maggiore potenzialità idrica.

Dall'esame delle stratigrafie dei pozzi e dall'interpretazione generale delle sezioni idrogeologiche, il tetto dell'unità individuato dalla comparsa di livelli di argille franche o dal substrato roccioso, in corrispondenza dei pozzi pubblici del territorio in esame, è posta alle seguenti profondità:

- pozzo 1 Lambrugo: 16 m;
- pozzo 2 Lambrugo: 24 m;
- pozzo 3/1 Lurago d'Erba: 40 m;
- pozzo 3/1 Lurago d'Erba: 44 m;
- pozzo 1 Lurago d'Erba: 100 m
- pozzo 3 Inverigo: 62 m

Gli acquiferi dell'unità argillosa non vengono captati dai pozzi del territorio.

**2 - Unità dei depositi glaciali e fluvioglaciali,** differenziabile in due sottounità:

**2A) depositi in facies glaciale e fluvioglaciale,** presenti negli strati più superficiali del sottosuolo, costituiti da ghiaie e sabbie a supporto di matrice sabbiosa e sabbioso-limosa, da poco alterate a prive di alterazione, con locali sottili

intercalazioni di limi ed argille. Nelle zone altimetricamente più rilevate (cordoni morenici) si riscontra localmente la presenza di falde sospese contenute nelle frazioni più grossolane e caratterizzate da ridotta potenzialità idrica;

- **2B) depositi in facies fluviale ("Ceppo") e fluvioglaciale a diverso grado di cementazione**, caratterizzati da ghiaie e sabbie passanti a conglomerati, cui si alternano livelli argillosi e ghiaioso-argillosi. Evidenze di elevati spessori di banchi conglomeratici si riscontrano nel territorio di Lurago d'Erba-Inverigo. Lo spessore complessivo dell'unità è di circa 75 m, mentre si riduce fino a minimi di 16 m in corrispondenza del pozzo 1 di Lambrugo in conseguenza dell'innalzamento del limite dell'unità inferiore e/o del substrato.

Dal punto di vista idrogeologico, l'unità 2 è sede dell'acquifero principale di tipo libero e localmente semiconfinato, tradizionalmente utilizzato dai pozzi di captazione a scopo idropotabile della zona. L'acquifero superiore contenuto in tale unità è caratterizzato da elevato grado di vulnerabilità ad eventuali inquinamenti provenienti dalla superficie in quanto sono assenti o poco sviluppati livelli superficiali a bassa permeabilità eventualmente limitanti la diffusione di inquinanti idroveicolati.

## 5.2 CARATTERI PIEZOMETRICI LOCALI

L'elaborazione di sezioni idrogeologiche, unitamente all'esame dei dati geologici, idrogeologici e piezometrici ha consentito di individuare nel territorio le principali strutture idrogeologiche, caratterizzate da una distribuzione notevolmente disomogenea, spesso interrotte dall'andamento irregolare del substrato roccioso a bassa permeabilità o da potenti successioni argillose praticamente impermeabili.

L'andamento della superficie piezometrica relativo alle strutture idrogeologiche di interesse acquedottistico (Tav. 2) è stato ricostruito tramite interpolazione delle misure di soggiacenza rilevate sui pozzi pubblici e privati della zona durante una campagna piezometrica effettuata alla fine del mese di novembre 2010.

I dati piezometrici utilizzati per le elaborazioni sono riportati nella seguente tabella:

Tabella 5.1 – Quote piezometriche

COMUNE	N.	Quota Rif. m s.l.m	L.S. m da p.c.	Quota Piez. m s.l.m.
Lambrugo	2	265,5	5,37	260,13
Lambrugo	1	296,0	3,68	292,32
Lambrugo	3/1	319,5	20,70	298,80
Lambrugo	3/2	321,0	-	-
Lambrugo	4	324,0	25,32	298,68
Lambrugo	21	272,0	4,07	267,93

La superficie piezometrica presenta un andamento molto articolato (condizionato dalla geometria della base dell'acquifero superiore), con quote decrescenti comprese fra 300 e 260 m s.l.m., con gradiente idraulico variabile compreso tra 1 e 8%.

L'andamento locale della falda è di tipo radiale convergente nella zona centrale del territorio comunale, mentre tende ad assumere andamento divergente nel settore meridionale. L'assenza di punti di misura nella zona settentrionale non ha permesso di ricostruire la piezometria di tale settore.

La mancanza di dati piezometrici in serie storica relativi ai pozzi censiti in zona non ha consentito la ricostruzione dell'andamento nel tempo delle escursioni piezometriche relative all'acquifero principale.

### **5.3 QUALITÀ DELLE ACQUE DI FALDA**

La qualità delle acque sotterranee nel territorio di Lambrugo e limitrofi è stata desunta dai dati analitici riferiti ai pozzi pubblici e privati effettuate da Asl e Arpa di competenza e da Laboratorio privato.

Sono state raccolte, prese in esame e informatizzate le serie storiche disponibili delle determinazioni analitiche riguardanti i parametri chimico-fisici, i nitrati e i solventi clorurati relativi ai pozzi del territorio; in All. 3 vengono riportate le schede analitiche relative ai pozzi pubblici di Lambrugo.

La struttura acquifera principale del territorio di Lambrugo è costituita dai depositi dell'unità idrogeologica superiore, distinta in una sottounità 2A con depositi ghiaioso-sabbiosi e in una sottounità 2B con depositi conglomeratici e l'acquifero presente si configura come acquifero di tipo libero e localmente semiconfinato. In particolare i pozzi dell'acquedotto comunale in Lambrugo captano i livelli ghiaiosi e conglomeratici più superficiali tra le profondità complessive di 9.5 e 18 m, mentre i pozzi in Lurago d'Erba presentano fenestrate a maggiore profondità, tra 29.4 e 39.2 m.

Nei paragrafi seguenti viene esposto il quadro idrochimico dell'acquifero superiore tramite l'analisi dello stato chimico di base (ai sensi del D.Lgs. 152/99) e di alcuni parametri indicatori di inquinamento (nitrati, solventi clorurati).

A titolo di esempio, nella sottostante tabella vengono riassunti i principali parametri chimico-fisici delle acque dei pozzi di Lambrugo relativi alle ultime analisi disponibili (ottobre 2009 per i parametri chimici di base e dicembre 2009 per i composti organoalogenati).



Tabella 5.2 - Caratteri idrochimici delle acque di falda

num. pozzo	cond. ( $\mu\text{S/cm}$ )	durezza ( $^{\circ}\text{F}$ )	nitrati ( $\text{mg/l}$ )	cloruri ( $\text{mg/l}$ )	solforati ( $\text{mg/l}$ )	calcio ( $\text{mg/l}$ )	Cromo tot ( $\mu\text{g/l}$ )	Tricloroetilene +tetracloroetilene ( $\mu\text{g/l}$ )
Brianza 1*	624	n.d.	37	8	23	n.d.	n.d.	<1
Brianza 2*	620	n.d.	37	12	24	n.d.	n.d.	<1
P.1-Via Milano	637	n.d.	31	9	19	n.d.	n.d.	<1
P.2-Via Stoppani	761	n.d.	27	58	33	n.d.	n.d.	<1
P.3-Via Dante	653	n.d.	35	9	19	124	4	<1

\*in comune di Lurago d'Erba (CO)

I parametri evidenziano una facies idrochimica carbonato-calcica caratterizzata da un grado di mineralizzazione medio-elevato, con valori di conducibilità  $> 620\div 761 \mu\text{S/cm}$  e valori di nitrati, solfati e in alcuni casi di cloruri indice di un più diretto rapporto dell'acquifero con le contaminazioni indotte dalla superficie.

La classificazione dello stato idrochimico delle acque sotterranee considera le concentrazioni di 7 parametri di base (conducibilità elettrica, cloruri, solfati, nitrati, ferro, manganese, ammoniaca) e di una serie di parametri addizionali, quali inquinanti organici ed inorganici, i cui valori limite sono indicati nel D.Lgs. 152/06 e s.m.i..

Tale classificazione individua quattro classi chimiche, che esprimono una valutazione dell'impatto antropico sulle acque sotterranee e ne definisce le caratteristiche idrochimiche, secondo il seguente schema:

Classe 1	Impatto antropico nullo o trascurabile, con pregiate caratteristiche idrochimiche
Classe 2	Impatto antropico ridotto e sostenibile sul lungo periodo, con buone caratteristiche idrochimiche
Classe 3	Impatto antropico significativo, con caratteristiche idrochimiche generalmente buone, ma con alcuni segnali di compromissione
Classe 4	Impatto antropico rilevante, con caratteristiche idrochimiche scadenti
Classe 0	Impatto antropico nullo o trascurabile ma con particolari facies idrochimiche naturali in concentrazioni al di sopra della classe 3

Se gli inquinanti organici e inorganici sono assenti o la loro presenza è al di sotto della soglia di rilevabilità, la classificazione idrochimica si basa sui parametri di base secondo lo schema riportato. Tranne nel caso della presenza naturale di sostanze inorganiche (attribuzione della classe 0), la presenza di inquinanti organici o

inorganici con concentrazioni superiori ai limiti tabellari previsti, determina una classificazione in classe 4.

Il grafico relativo alla qualità di base dei pozzi pubblici di Lambrugo è illustrato in Figura 5.1.

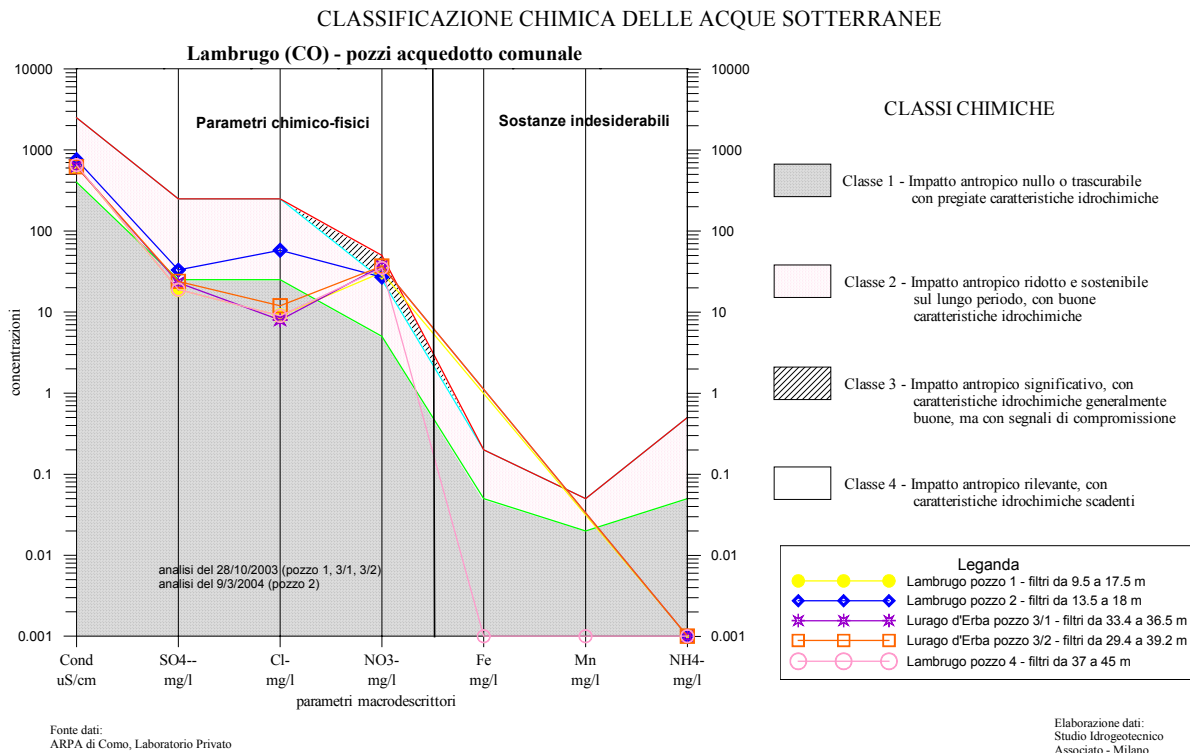


Figura 5.1 - Classificazione chimica delle acque sotterranee

Il grafico evidenzia che lo stato chimico delle acque ricade in classe 3 per tutti i pozzi considerati, ad indicare un impatto antropico significativo con caratteristiche idrochimiche generalmente buone, ma con segnali di compromissione.

Il parametro che determina l'attribuzione alla classe 3 delle acque si riferisce ai nitrati, presenti con concentrazioni tra 27 e 37 mg/l, che tuttavia rientrano nel limite di potabilità (50 mg/l ai sensi del D.Lgs 31/2001).

Gli altri parametri chimico-fisici rientrano in classe 1 o in classe 2 (impatto antropico nullo o trascurabile, ed impatto antropico ridotto e sostenibile con buone caratteristiche idrochimiche). In particolare, i valori di conducibilità elettrica indicano un grado di mineralizzazione medio-elevato; i solfati presentano concentrazioni variabili tra 19 e 33 mg/l, con superamenti del V.G. (25 mg/l), mentre i cloruri registrano una concentrazione di 8÷12 mg/l, inferiori a 25 mg/l (V.G.) ad eccezione del pozzo 2 di via Stoppani, dove sono state registrate concentrazioni di 58 mg/l.

Le sostanze indesiderabili (ferro, manganese e ammoniaca), laddove determinate, ricadono generalmente in classe 1.



L'acquifero captato dai pozzi pubblici dell'Acquedotto di Lambrugo non presenta situazioni di criticità per quanto riguarda i solventi clorurati; infatti, la serie storica delle analisi dei solventi clorurati evidenzia fin dalle prime determinazioni (1985) assenza di tali sostanze o presenza con contenuti molto bassi, generalmente <2 mcg/l. L'ultimo dato disponibile (2009) relativo ai cinque pozzi registra anche in questo caso l'assenza di solventi clorurati.

## **5.4 DISTRIBUZIONE DEI PRINCIPALI INDICATORI DI INQUINAMENTO**

### ***5.4.1 Nitrati***

Gli andamenti in serie storica delle concentrazioni dei nitrati (1985-1997; 2002-2010) relativamente ai pozzi pubblici di Lambrugo sono illustrati in Figura 5.2.

L'andamento nel tempo fino al 1997 per i pozzi considerati evidenzia un trend in crescita, seppur con variabilità dei valori entro il range compreso tra 20 e <40 mg/l nei pozzi 1 e 2, senza alcun superamento della C.M.A (50 mg/l – ex DPR 236/88 e D.Lgs. 31/01), e tra 30 e 50 mg/l nei pozzi 3/1 e 3/2, con alcuni valori prossimi od uguali al limite di potabilità in particolare nel corso del '93 e '94. Le concentrazioni più recenti (2002-2004) dimostrano una netta diminuzione con attestazione dei valori generalmente tra 20 e 30 mg/l nei pozzi 1 e 2 e tra 35 e 40 mg/l nei pozzi 3/1, 3/2 e 4.

La presenza in falda di nitrati con concentrazioni mediamente elevate è indicativo di un preoccupante stato di contaminazione di origine agricolo/civile dell'acquifero superficiale, diffuso anche ad altre estese porzioni del territorio provinciale.

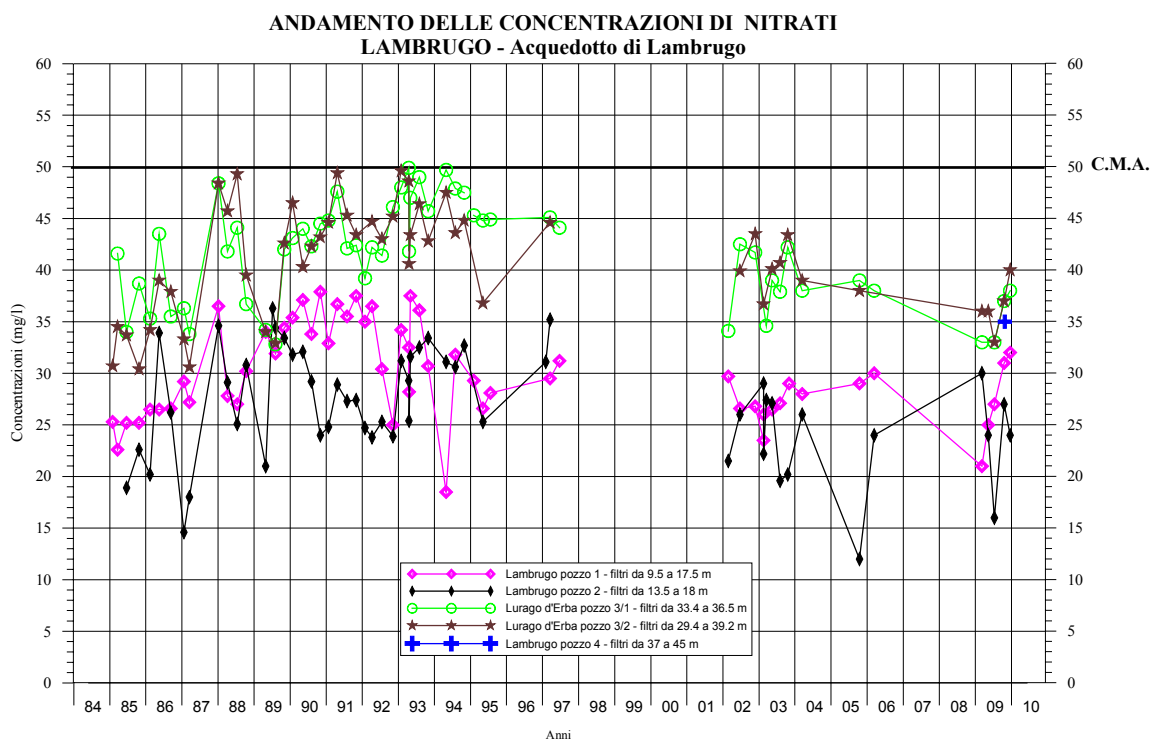


Figura 5.2 – Andamento delle concentrazioni dei nitrati

## 5.5 VULNERABILITÀ DEGLI ACQUIFERI

La carta della vulnerabilità, riportata in **Tav. 2**, è data dall'associazione di due differenti elaborati: la carta della vulnerabilità intrinseca e la mappa dei centri di pericolo e dei soggetti recettori dell'inquinamento.

Nella definizione del grado di vulnerabilità intrinseca (Tav. 2), riferito ad una scala comprendente sei termini (estremamente elevata, alta, media, bassa, molto bassa), è stato utilizzato il Metodo della "Legenda unificata per le carte della vulnerabilità all'inquinamento dei corpi idrici sotterranei", messo a punto da Civita M. (1990) nell'ambito del progetto VAZAR (Vulnerabilità degli acquiferi ad alto rischio) del CNR. Ad esso sono state applicate alcune modifiche per adattarlo alla situazione locale.

La vulnerabilità intrinseca di un acquifero esprime la facilità con cui un inquinante generico idroveicolato, disperso sul suolo o nei primi strati del sottosuolo, può raggiungere la sottostante falda e contaminarla.

Essa viene definita principalmente in base alle caratteristiche ed allo spessore dei terreni attraversati dalle acque di infiltrazione (e quindi dagli eventuali inquinanti idroveicolati) prima di raggiungere la falda acquifera, nonché dalle caratteristiche della zona satura.

Essa dipende sostanzialmente dai seguenti fattori che, per il territorio di Lambrugo, sono così definiti:

*caratteristiche di permeabilità dell'unità acquifera e modalità di circolazione delle acque sotterranee in falda:* l'unità che ospita l'acquifero principale (unità 2) è caratterizzata da un'elevata permeabilità e dall'assenza di livelli continui di sedimenti fini eventualmente limitanti la diffusione di inquinanti idrovesicolati.

– *soggiacenza della falda libera:* i valori di soggiacenza dell'acquifero libero rientrano in un'unica classe (> 35 m).

– *caratteristiche litologiche e di permeabilità del non saturo:* la protezione della falda è condizionata dallo spessore e dalla permeabilità dei terreni soprafalda e dalla presenza di suoli e livelli argillosi in superficie. Nel caso in esame la parte inferiore della zona non satura, costituita dai conglomerati con ghiaie e sabbie del "Ceppo", non assicura alcuna protezione, a causa dell'elevata permeabilità. Superiormente sono invece presenti unità quaternarie caratterizzate da un diverso spessore e una diversa tipologia di sequenze sommitali, che rappresentano i livelli più importanti per la protezione della falda.

Il grado di vulnerabilità di ciascuna area è quindi condizionato dalla presenza, in affioramento o nel primo sottosuolo delle unità stratigrafiche riconosciute nel rilevamento dei depositi quaternari di superficie, con la taratura basata sui dati stratigrafici dei pozzi e dei sondaggi presenti nell'area.

In particolare la presenza di coperture a permeabilità bassa è rilevabile in corrispondenza delle facies glaciali e lacustri a cui è stato assegnato un grado di vulnerabilità molto basso. Ai depositi appartenenti alle unità prive di coperture superficiali (Unità Postglaciale, Sintema di Cantù, "Ceppo") è stato assegnato grado di vulnerabilità estremamente elevato/elevato; ai depositi poco alterati o mediamente alterati con coperture superficiali generalmente ridotte e/o non continue (Supersintema di Besnate) si è attribuito un grado di vulnerabilità medio.

– *presenza di corpi idrici superficiali:* in caso di presenza di corsi d'acqua in diretta comunicazione rispetto alla superficie piezometrica, vi è la possibilità di ingressione diretta in falda di acque superficiali in ragione del loro ruolo di alimentazione.

La sintesi delle informazioni raccolte ha permesso la delimitazione di 10 aree omogenee contraddistinte da un differente grado di vulnerabilità intrinseca (da estremamente elevato a molto basso), le cui caratteristiche sono riportate nella legenda di **Tav. 2**.

In sintesi:

#### Area di affioramento dell'Unità Postglaciale

– depositi fluviali: acquifero di tipo libero in materiale alluvionale privo di copertura superficiale. Soggiacenza inferiore a 35 m.

*Grado di vulnerabilità:* estremamente elevato.

– depositi lacustri: locale presenza di acquiferi confinati a scarsa produttività, contenuti negli orizzonti a maggiore permeabilità.

*Grado di vulnerabilità:* molto basso.

Area di affioramento del Sintema di Cantù

- depositi lacustri: locale presenza di acquiferi confinati a scarsa produttività, contenuti negli orizzonti a maggiore permeabilità.  
*Grado di vulnerabilità:* molto basso.
- depositi fluvioglaciali: acquifero di tipo libero in materiale alluvionale privo di protezione superficiale in corrispondenza dei terrazzi dell'Alloformazione di Cantù. Soggiacenza inferiore a 35 m.  
*Grado di vulnerabilità:* elevato.
- depositi glaciali: acquiferi sospesi a carattere discontinuo alimentanti le strutture idrogeologicamente confinanti. Soggiacenza variabile.  
*Grado di vulnerabilità:* medio.

Area di affioramento del Supersintema di Besnate:

- depositi fluvioglaciali: acquifero di tipo libero, localmente confinato, protetto superficialmente dai depositi fluvioglaciali mediamente alterati dell'Allogruppo di Besnate, con copertura loessica costituita da limi sabbiosi massivi. Soggiacenza inferiore a 35 m.  
*Grado di vulnerabilità:* medio.
- depositi glaciali: acquiferi sospesi a carattere discontinuo alimentanti le strutture idrogeologicamente confinanti. Soggiacenza variabile.  
*Grado di vulnerabilità:* medio.

Area di affioramento del "Ceppo": rete acquifera in materiali alluvionali cementati e localmente carsificati, priva di protezione superficiale. Soggiacenza inferiore a 35 m.  
*Grado di vulnerabilità:* estremamente elevato.

Area di affioramento dell'Unità di Lambrugo: locale presenza di acquiferi confinati a scarsa produttività, contenuti negli orizzonti a maggiore permeabilità.  
*Grado di vulnerabilità:* molto basso.

Area di affioramento del substrato roccioso: rete acquifera in marne, calcari marnosi e arenarie a bassa permeabilità primaria e secondaria.  
*Grado di vulnerabilità:* molto basso.

-----

La vulnerabilità integrata considera, oltre alle caratteristiche naturali sopra elencate, la pressione antropica esistente sul sito, ed in particolare la presenza di "centri di pericolo", definibili come attività o situazioni non compatibili nella zona di rispetto dei pozzi ad uso potabile, ai sensi dell'art. 94 del D.Lgs. 152/2006 e della d.g.r. n. 7/12693 del 10 aprile 2003.

In **Tav. 2** sono stati riportati alcuni elementi di carattere puntuale, lineare e areale, che concorrono alla definizione della vulnerabilità integrata e che sono riconducibili alle seguenti categorie con riferimento alla Legenda Unificata del GNDCI – CNR.

Gli elementi cartografati sono riconducibili alle seguenti categorie:

### *Principali soggetti ad inquinamento*

- pozzi pubblici di captazione a scopo idropotabile (attualmente in rete), pozzi privati; è opportuno segnalare che i pozzi captanti acquiferi sovrapposti, oltre ad essere dei soggetti ad inquinamento, rappresentano essi stessi dei centri di pericolo per l'acquifero confinato in quanto costituiscono una interruzione della continuità degli orizzonti di protezione.
- Sorgenti pubbliche e private.

### *Preventori e/o riduttori di inquinamento*

- Piattaforma ecologica-centro raccolta differenziata di RSU, situata in prossimità del cimitero;
- Zona di rispetto dei pozzi pubblici ad uso idropotabile, definita con criterio geometrico (200 m) secondo il D.Lgs. 152/06, la d.g.r. n. 6/15137/96 e la d.g.r. n. 7/12693/03.
- Impianti di depurazione consortile. La depurazione delle acque reflue, avviene tramite trattamento presso l'impianto di Nibionno, gestito dalla Valbe Servizi S.p.a di Mariano C.se (CO) e in misura ridotta (settore settentrionale del centro abitato) presso l'impianto situato a confine con il territorio comunale di Merone (Baggero di Merone) in gestione all'Azienda Servizi Integrati Lambro (ASIL).

### *Potenziali ingestori e viacoli di inquinamento dei corpi idrici sotterranei*

- Ex ambito estrattivo, situato in località Baggero. Si tratta di un'area caratterizzata da cessata attività estrattiva di marna da cemento con asportazione dei materiali di copertura, estrazione di materiale litoide e formazione di laghi di cava. Esso può costituire viacolo di contaminazione.

### *Produttori reali e potenziali di inquinamento dei corpi idrici sotterranei*

- tracciato fognario comunale, collettore consortile e punti di allacciamento al collettore consortile (gestione ASIL-Azienda Servizi Integrati Lambro e Valbe Servizi S.p.A.) indipendentemente dalla presenza degli impianti di depurazione di Merone (CO) e Nibionno (LC), in grado di prevenire maggiori problemi di inquinamento, le reti fognarie rappresentano dei centri di pericolo per l'eventuale presenza di perdite accidentali (deterioramento dell'impermeabilizzazione del fondo) o sistematiche (cattiva esecuzione di tratti della rete);
- punti di scarico in corso d'acqua superficiale: sono stati ubicati i punti di scarico dei reflui urbani non depurati provenienti dalla pubblica fognatura e/o da insediamenti industriali e il punto di scarico dell'impianto di depurazione;
- scolmatori di piena, sono stati ubicati i punti di sfioro del troppo pieno della fognatura ed i relativi recapiti (canali scolmatori) in corso d'acqua superficiale;
- cimitero;
- strade di intenso traffico e rete ferroviaria FNM Milano-Meda-Asso;

- insediamenti produttivi considerati a rischio ai fini della contaminazione della falda.

In collaborazione con l'Ufficio Tecnico del Comune, sulla base del censimento delle attività produttive site in Lambrugo, si sono considerati ed ubicati quegli insediamenti la cui tipologia di lavorazione può prevedere lo stoccaggio di rifiuti pericolosi e/o materie prime che possono dar luogo a rifiuti pericolosi al termine del ciclo produttivo.

In particolare le categorie di attività ritenute "a rischio" sono le seguenti:

- Autofficina, concessionaria, elettrauto
- Falegnameria, trattamento del legno, produzione mobili, lucidatura mobili
- Carpenteria, torneria, metallurgia, officina meccanica, elettromeccanica, lavorazione alluminio
- Autotrasporti, rimessaggi, deposito automezzi
- Rottamazione, autodemolizione, depositi ferrosi
- Tintura e lavorazione fibre tessili, produzione filati, fibre sintetiche, serigrafia
- Azienda zootecnica
- Produzione di inchiostri per stampa, tipografia, tipolitografia
- Lavanderia a secco
- Florovivaista
- Produzione e lavorazione di cellulosa, carta e cartone
- Produzione di cemento, calce, gesso e relativi manufatti, lavorazione di sostanze minerali in genere
- Industria enologica, imbottigliamento vino
- Distributore di carburante e/o autolavaggio
- Verniciatura (carrozzerie e verniciature artigianali)
- Stampaggio e lavorazione materie plastiche, vulcanizzazione gomma

Nella Tav. 2 (1:10.000) è stata riportata l'ubicazione degli insediamenti produttivi a carattere artigianale e/o industriale appartenenti alle categorie sopraindicate, identificabili attraverso i diversi simboli assegnati a ciascun poligono.

- Aree che sono state soggette a spaglio di reflui zootecnici (PUA/PUAS): sulla base delle domande di autorizzazione effettuate dalle aziende zootecniche ai sensi della L.R. 37/93, della D.G.R. 6/17149 dell'1/08/96 (Piano di utilizzazione agronomica dei reflui zootecnici) e del D.P.G.R. 6/64368 del 10/07/98, sono state censite le aree di spaglio dei reflui zootecnici asserventi ogni singola attività zootecnica.

Le Aziende che effettuano e/o hanno effettuato spaglio dei reflui su terreni situati in comune di Lambrugo sono le seguenti:

PROV	COMUNE	N	DENOMINAZIONE AZIENDA	INDIRIZZO	NOTE
CO	Lambrugo	1	Azienda Agricola F.lli Rigamonti	Via Ai Prati, 11	Autorizzazione comunale del

					12/05/2000
LC	Rogeno	2	Donghi Domenico Dante	Via Fermi, 4	Parere positivo Servizio Agricoltura

- Ex discarica incontrollata oggetto di caratterizzazione ambientale ai sensi del D.M. 471/99, situata in località Momberto. Si tratta di un'area che in passato è stata oggetto di accumulo non autorizzato di materiali vari (rifiuti speciali ed inerti), sottoposta a Piano di Caratterizzazione.
- Ex area produttiva soggetta a Caratterizzazione Ambientale e Progetto di bonifica ai sensi dell'art. 249 del D.Lgs 152/06 e s.m.i., denominata "Ex Tessitura Molteni e C.", ubicata in Via Brianza.

## 6 DEFINIZIONE DEL BILANCIO IDROGEOLOGICO

Il bilancio idrogeologico nell'area di studio è stato eseguito mediante la quantificazione delle voci che concorrono a definire il rapporto ricarica/prelievi.

### 6.1 DISPONIBILITÀ IDRICA E MODALITÀ DI FUNZIONAMENTO DELL'ACQUEDOTTO

Il pubblico acquedotto di Lambrugo dispone attualmente delle seguenti fonti di approvvigionamento idrico in gestione a Pragma Spa di Seregno, le cui principali caratteristiche sono riassunte nella sottostante tabella:

Tabella 6.1 – Dotazione idrica comunale

n. pozzo	Località	Anno	Profondità (m)	Filtri (m dal p.c.)	Portata di esercizio (l/s)	Note
1	Via Milano	1977	35	da 9.5 a 17.5 m	4,16	In rete
2	Via Stoppani – C.na Giulia	1983	20	da 13.5 a 18 m	5,5	In rete, di prossima destinazione ad uso industriale
3/1	Brianza 1, in comune di Lurago d'Erba	1952	40	da 33.4 a 36.5 m	7,22	In rete
3/2	Brianza 2, in comune di Lurago d'Erba	1973	57	da 29.4 a 39.2 m	6,11	In rete
4	Via Dante, Belvedere	2007	55	da 37.0 a 45.0 m	-	In rete da ottobre 2010
					<b>totale</b>	<b>23</b>

Ulteriori fonti di approvvigionamento									
1	Interconnessione con acquedotto ex CIAB (ora Lario Reti Holding Spa)	Volume anno 2002 (m <sup>3</sup> )	Volume anno 2003 (m <sup>3</sup> )	Volume anno 2004 (m <sup>3</sup> )	Volume anno 2005 (m <sup>3</sup> )	Volume anno 2006 (m <sup>3</sup> )	Volume anno 2007 (m <sup>3</sup> )	Volume anno 2008 (m <sup>3</sup> )	Volume anno 2009 (m <sup>3</sup> )
		124.596	215.392	155.417	188.721	188.973	188.100	151.839	188.394
2	Interconnessione con acquedotto di Lurago d'Erba	0	22.097	72.125	76.732	72.575	21.148	0	0
<b>TOTALE parziale (m<sup>3</sup>/anno)</b>		124.596	237.489	227.542	264.846	261.548	209.248	151.839	188.394
<b>TOTALE (compresi i prelievi da pozzo) (m<sup>3</sup>/anno)</b>		501.093	517.121	448.018	514.030	493.272	462.270	400.144	476.471
<b>(l/s)</b>		15.89	16.40	14.21	16.30	15.64	14.66	12.69	15.11



I pozzi Brianza 1 e Brianza 2 sono ubicati in comune di Lurago d'Erba (CO) e recapitano direttamente al serbatoio (capienza di 150 mc) che alimenta la rete di Lambrugo, posto in posizione dominante su una collinetta in prossimità dei pozzi medesimi. Dal serbatoio l'acqua viene immessa in rete per alimentare, a gravità, la porzione centro-orientale dell'abitato e in pressione, previo sollevamento, la parte nord-ovest. Detto sollevamento avviene mediante l'utilizzo di un'autoclave con pressostato.

La porzione sud-ovest di rete viene invece alimentata direttamente dal collegamento con l'acquedotto consortile ex CIAB (Consorzio Intercomunale Acquedotto Brianteo), ora Lario Reti Holding Spa. Il collegamento è regolato da elettrovalvola corredata da pressostato.

Il pozzo di via Milano, non in funzione 24/24 h, ma comandato da un temporizzatore, pompa direttamente nella stessa porzione di rete alimentata a gravità dal serbatoio.

Il pozzo di via Stoppani (Cascina Giulia), attualmente in rete, in futuro sarà escluso e asservito ad uso industriale, in quanto già da tempo fornisce portate con livelli qualitativi fuori norma (presenza di un impianto a raggi U.V. per far fronte ad un costante inquinamento batteriologico) e sostituito attraverso la realizzazione del nuovo pozzo di via Dante.

È inoltre presente un collegamento tra la presa CIAB ed il serbatoio. Tale collegamento viene comandato da un impianto di telecontrollo che, in base al livello idrico presente all'interno del serbatoio, determina l'apertura di un'elettrovalvola e la conseguente immissione nel serbatoio della portata proveniente dall'acquedotto CIAB.

Infine lungo via Brianza è collocata l'interconnessione (attiva a partire dal 2003) con l'acquedotto del comune di Lurago d'Erba, che a portata continua fornisce acqua all'acquedotto di Lambrugo.

La rete è costituita da tronchi in acciaio/ferro catramato (i più vecchi) ed in polietilene (i tronchi di più recente realizzazione), aventi diametri compresi tra  $\phi$  25 e  $\phi$  200; le porzioni di rete alimentate dalle diverse fonti di approvvigionamento sono tra loro isolate con saracinesche che, normalmente, sono chiuse. Altre saracinesche presenti in rete sono normalmente aperte, ed utilizzate esclusivamente per le normali operazioni di manutenzione da effettuare sui vari tronchi.

Nel territorio comunale di Lambrugo sono ubicati anche tre pozzi privati: uno presso la Tessitura Molteni Palmira, uno presso la Tintoria Gessner e uno presso la F.lli Gerosa. Il volume globale annuo prelevato ammonta a circa 42.170 mc (denuncia prelievi anno 2000). Il rimanente volume di acqua necessaria viene prelevato dall'acquedotto cittadino.

## 6.2 QUANTIFICAZIONE DEI PRELIEVI DA POZZI PUBBLICI E PRIVATI

Alla base dell'analisi del bilancio idrico, sono stati richiesti al gestore del pubblico acquedotto, i dati di sollevato relativi ai pozzi pubblici comunali e alla Provincia di Como i dati di sollevato dei pozzi privati di Lambrugo.

Nella seguente tabella vengono riportati i dati di sollevato relativi agli anni 2002÷2009 (espressi in mc/anno), ripartiti per i diversi pozzi pubblici e con indicazione delle corrispondenti portate nell'ipotesi di funzionamento in continuo (365 giorni/anno, 24 ore/giorno - Fonte dati: Pragma Spa).

Tabella 6.2 - Sollevati complessivi dai pozzi del pubblico acquedotto

n.	pozzo	Prelievo 2002 (m <sup>3</sup> )	Prelievo 2003 (m <sup>3</sup> )	Prelievo 2004 (m <sup>3</sup> )	Prelievo 2005 (m <sup>3</sup> )	Prelievo 2006 (m <sup>3</sup> )	Prelievo 2007 (m <sup>3</sup> )	Prelievo 2008 (m <sup>3</sup> )	Prelievo 2009 (m <sup>3</sup> )
1	Via Milano	102.680	69.958	85.300	79.124	64.802	29.937	33.936	28.467
2	Via Stoppani – C.na Giulia	85.495	110.552	67.898	91.772	77.786	87.908	106.090	104.589
3/1	Brianza 1, in comune di Lurago d'Erba	188.322	83.668	56.723	77.673	60.366	66.047	71.971	69.811
3/2	Brianza 2, in comune di Lurago d'Erba		15.454	10.555	2.197	28.763	69.122	36.300	85.201
4	Via Dante, Belvedere	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>tot</b>	<b>m<sup>3</sup></b>	<b>376.497</b>	<b>279.632</b>	<b>220.476</b>	<b>250.766</b>	<b>231.717</b>	<b>253.014</b>	<b>248.297</b>	<b>288.068</b>
<b>media</b>	<b>l/s</b>	<b>11.94</b>	<b>8.87</b>	<b>6.99</b>	<b>7.95</b>	<b>7.35</b>	<b>8.02</b>	<b>7.87</b>	<b>9.13</b>

Nella tabella seguente (Tab. 6.3) si riportano i dati di sollevato relativi all'anno 2009 (espressi in mc/anno, l/s, mc/giorno) desunti dai dati forniti dal Gestore, ripartiti per pozzo.

Tabella 6.3 - Prelievi anno 2009

n pozzo	Denominazione	sollevato 2009 mc/anno	l/s	mc/g	Tipo di acquifero
1	Via Milano	28.467	0.90	77.99	superficiale
2	Via Stoppani	104.589	3.32	286.55	superficiale
3/1	Brianza 1	69.811	2.21	191.26	superficiale
3/2	Brianza 2	85.201	2.70	233.43	superficiale
4	Via Dante	0	0	0	superficiale
	<b>Totale</b>	<b>288.068</b>			

In totale, il prelievo di acque sotterranee relativo all'anno 2009 è stato di 288.068 mc.

Nella seguente tabella vengono riportati, invece, i dati di sollevato relativi agli anni 2003÷2009 (espressi in mc/anno) ripartiti per i diversi pozzi privati attivi (Fonte dati: Provincia di Como).

Tabella 6.4 - Dati di prelievo da pozzi privati

n.	Proprietario	Prof. (m)	Anno 2003 (m <sup>3</sup> )	Anno 2004 (m <sup>3</sup> )	Anno 2005 (m <sup>3</sup> )	Anno 2006 (m <sup>3</sup> )	Anno 2007 (m <sup>3</sup> )	Anno 2008 (m <sup>3</sup> )	Anno 2009 (m <sup>3</sup> )
23	Tessitura Molteni Palmira srl	12	710	659	0	0	0	0	0
22	Tintoria e stampa Gessner S.p.A.	4	30.858	31.685	19.460	16.585	15.820	16.870	20.509
21	F.Ili Gerosa sas	10	nd	3.055	2.193	2.216	2.558	1.552	0
25	Service Car	n.d.	n.d.	5	1	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
<b>TOTALE</b>			31.568	35.404	21.654	18.801	18.378	18.422	20.509

La differenziazione del prelievo tra pubblico e privato (riferito all'anno 2009) è riportata nella seguente tabella:

Tabella 6.5 - Differenziazione dei prelievi pubblici e privati

<b>sollevato pozzi pubblici mc/anno</b>	<b>sollevato pozzi privati mc/anno</b>	<b>TOTALE mc/anno</b>
<b>288.068</b>	<b>20.509</b>	<b>308.577</b>

### 6.3 STIMA DELL'INFILTRAZIONE EFFICACE

Per valutare l'entità dell'**infiltrazione delle acque meteoriche** sul bilancio è stato utilizzato il valore di deflusso profondo relativo al comune di Lambrugo. Questo valore è stato calcolato a partire da un evento di pioggia e sulla base del coefficiente CN (Curve Number) rappresentativo dello stato della copertura dei suoli per il settore di studio. La stima del CN presuppone, inizialmente, la determinazione del gruppo idrologico di ciascun suolo ricadente nel bacino e l'individuazione di aree omogenee per la destinazione d'uso, sistemazione e condizione idrica.

In base alla caratterizzazione di uso del suolo dell'area di studio, ricostruita a partire dal Dusaf - Destinazione d'Uso dei Suoli Agricoli e Forestali, disponibile sul SIT online della Regione Lombardia, rappresentata in Figura 6.1, si è stimato il coefficiente CN per ogni categoria.

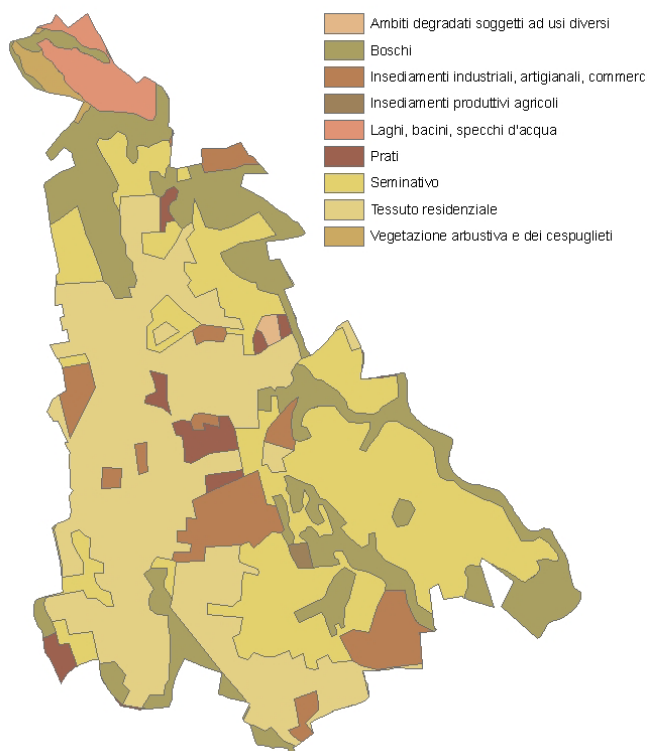


Figura 6.1 – Uso del suolo del comune di Lambrugo

Tabella 6.6 - Copertura del suolo e relativi coefficienti CN

Tipologia di copertura	%	CN
Corsi d’acqua	2.7	100
Ambiti degradati	0.3	80
Insediamenti agricoli	0.2	65
Parchi	1.0	58
Vegetazione arbustiva	0.8	55
Prati	1.4	58
Tessuto residenziale	33.9	68
Seminativo semplice	30.3	75
Boschi	21.7	55
Insediamenti industriali	7.8	88
Totale	100	

Il metodo tiene conto anche delle condizioni di umidità del suolo antecedenti all’inizio dell’evento (AMC). La definizione di AMC richiede la determinazione della precipitazione totale caduta nei cinque giorni precedenti l’evento in esame, che consente di definire le condizioni di umidità antecedente l’evento.

Le categorie che vengono individuate sono tre: AMCI secca, AMCII condizioni medie del parametro AMC, AMCIII umida.

Nel caso in esame viene considerata una condizione intermedia di tipo AMCI.

Dopo aver stimato i coefficienti CN per ogni categoria, è necessario stimare il medesimo coefficiente per l'intera area in esame,  $CN_b$ , facendo una media ponderata:

$$CN_b = 2.7 \cdot 100 + 0.3 \cdot 80 + 0.2 \cdot 65 + 1.0 \cdot 58 + 0.8 \cdot 55 + 1.4 \cdot 58 + 33.9 \cdot 68 + 30.3 \cdot 75 + 21.7 \cdot 55 + 7.8 \cdot 88 = 69.48$$

Si assume, pertanto, che il coefficiente CN per l'area in esame è pari a 69.

Al fine di calcolare il deflusso profondo è necessario prendere in considerazione l'altezza di pioggia totale relativa l'evento pluviometrico scelto. In questo studio si è scelto un evento pluviometrico assimilabile all'altezza di pioggia cumulata in un intero anno, il 2009:

$$P = 1389.40 \text{ mm / anno}$$

Più della metà dell'acqua che si infiltra nel suolo è restituita all'atmosfera mediante i fenomeni di evapotraspirazione. Questo rende necessaria la stima dell'evapotraspirazione al fine di ottenere la precipitazione che raggiunge il terreno. Questa, in parte defluisce superficialmente, (ruscellamento), e in parte si infiltra nel terreno, (deflusso profondo). Nel caso in esame il ruscellamento viene trascurato in quanto le caratteristiche del terreno rendono quasi nullo questo fenomeno.

Al fine di stimare il valore dell'evapotraspirazione reale ETR sul dominio di studio è stata applicata la formula empirica di Turc:

$$ETR = \frac{P}{\sqrt{0.9 + \frac{P^2}{L^2}}}$$

in cui P è la precipitazione cumulata annuale e il parametro L è funzione della temperatura media annuale secondo la seguente relazione:

$$L = 300 + 25 \cdot T + 0.05 \cdot T^2$$

L'applicazione della suddetta relazione alle serie temporali di temperatura e precipitazioni, disponibili per la stazione di Lambrugo, consente di ottenere i risultati riportati in Tabella 6.7:

Tabella 6.7 - Stima dei valori di evapotraspirazione ETR

Anno	P [mm/anno]	T [°C]	L [mm/anno]	ETR [mm/anno]
2003*	544.8	15.47	698.72	443.65
2004	1131.6	12.658	624.47	553.24
2005	908	12.055	608.63	513.59
2006	1010.4	13.029	634.22	544.92
2007	1114.00	13.49	646.22	566.15
2008	1741.20	12.89	630.58	596.36

Anno	P [mm/anno]	T [°C]	L [mm/anno]	ETR [mm/anno]
2009	1389.40	13.33	642.19	588.13
2010*	1907.60	13.36	642.82	612.29

\*serie non completa

Se si considera l'evapotraspirazione relativa all'anno 2009 si ottiene che l'afflusso netto è pari a:

$$A_n = P - ETR(2009) = 1389.40\text{mm} - 588.13\text{mm} = 777.11\text{mm}$$

A partire da questi dati è possibile calcolare il deflusso profondo (Formula di Turc):

$$S = 25.4 \left( \frac{1000}{CN} - 10 \right) = 25.4 \left( \frac{1000}{69} - 10 \right) = 111.6$$

$$V = \frac{(A_n - 0.2 \cdot S)^2}{A_n + 0.8 \cdot S} = \frac{(777.11 - 0.2 \cdot 111.6)^2}{777.11 + 0.8 \cdot 111.6} = 657.58\text{mm}$$

Nell'ambito di studio, considerando una superficie di 1.916.192 m<sup>2</sup>, si ottiene una ricarica da pioggia pari a 3.452 mc/giorno, pari a 40 l/s. Per i calcoli è stato considerato il volume complessivo delle acque prelevato da tutti i pozzi a servizio.

A questo valore si aggiungono le aliquote dell'**infiltrazione efficace dovuta alle perdite dalle reti tecnologiche** (perdite da acquedotto + perdite da fognatura) e cioè:

- **perdite da acquedotto:** è stata attribuita una perdita pari al 30% del volume sollevato pari a 236.77 mc/giorno;
- **perdite da fognatura:** in questo caso sono state valutate perdite dell'ordine del 15% (da letteratura) delle acque convogliate nella rete fognaria dalle aree urbanizzate, costituite dai seguenti contributi:
  - *contributo dal ruscellamento superficiale:* desunto dal valore del ruscellamento superficiale pari alla differenza tra altezza di pioggia P e sommatoria afflusso netto  $A_r$  + deflusso profondo V.
  - *contributo dalle acque potabili allo scarico:* desunto dal valore di sollevato pubblico a cui si sottrae l'aliquota derivante dalle perdite dalla rete acquedottistica;
  - *contributo dalle acque private (uso produttivo) allo scarico:* desunto dal valore di sollevato privato per usi produttivi a cui è stata sottratta l'aliquota derivate alle perdite di processo (comutate come il 15% del sollevato complessivo ad uso produttivo);

In totale, le perdite da fognatura (voci sopradette) risultano pari a 137.7 mc/giorno.

Il valore di infiltrazione efficace totale relativo all'anno 2009, ottenuto dalla somma della ricarica da pioggia + perdite di rete dell'acquedotto + perdite di rete dalla fognatura è di 3.827 mc/g, pari ad un'altezza media di 729 mm/anno per l'area in esame.

#### 6.4 BILANCIO IDROGEOLOGICO RICARICHE/PRELIEVI

Nella tabella che segue considerando in prima approssimazione una condizione di equilibrio tra afflussi dalle falde a monte e deflussi dalle falde a valle il bilancio risulterebbe:

ENTRATE (precipitazione efficace + perdite reti)

<b>VOCE DI BILANCIO</b>	<b>(mc/g)</b>
<b>TOT PRECIPITAZIONE EFFICACE</b>	<b>3.452</b>
<b>PERDITE RETE ACQUEDOTTO 30%</b>	<b>237</b>
<b>PERDITE FOGNATURE 15%</b>	<b>138</b>
<b>TOTALE</b>	<b>3.827</b>

USCITE (prelievi da pozzi)

<b>VOCE DI BILANCIO</b>	<b>(mc/g)</b>
<b>EMUNGIMENTO DA POZZI CAPTANTI L'ACQUIFERO SUPERIORE</b>	<b>845</b>

Ne consegue che il bilancio idrogeologico risulta positivo con un surplus di 2.981 mc/giorno (i prelievi del settore sono pari a circa il 25% della ricarica efficace).

Il bilancio idrogeologico effettuato, ha considerato un valore di precipitazione di 1390 mm/anno che rappresenta un valore di picco nell'ultimo quinquennio; anche considerando un valore di precipitazione inferiore (valore di 1010 mm/anno per l'anno 2006) il bilancio entrate - uscite risulta sempre positivo.

#### 6.5 STIMA DEI FABBISOGNI IDRICI FUTURI

Al fine di verificare per via teorica i futuri fabbisogni idrici, sono stati elaborati i dati demografici ed urbanistici acquisiti presso i competenti uffici del Comune di Lambrugo, secondo i criteri di cui all'art. 8 L.R. 32/80 - D.C.R. 15.1.2002 n. VII/402 per il dimensionamento dei pubblici acquedotti.

La stima dei fabbisogni è stata condotta sulla base della capacità teorica (abitanti) totale contenuta nel Documento di Piano del PGT e delle aree di futuro sviluppo produttivo. Essa potrà essere oggetto di successivi affinamenti, ma può fin d'ora essere considerata un utile riferimento per la verifica della congruità delle previsioni di Piano nei confronti della disponibilità della risorsa idrica.

I risultati sono riportati nella tabella seguente:

Tabella 6.8 - Fabbisogni idrici

<b>COMUNE DI: LAMBRUGO</b>			
<b>CALCOLO DEL FABBISOGNO IDRICO PER IL DIMENSIONAMENTO DEL PUBBLICO ACQUEDOTTO</b>			
<b>SECONDO I CRITERI DEL COMITATO TECNICO REGIONALE (ART. 8 L.R. 32/80)</b>			
<b>DATI DI BASE</b>			
1) DOTAZIONI E FABBISOGNI MEDI ANNUI AL 2015			
<b>1.1) FABBISOGNI POTABILI E SANITARI</b>			
A) POPOLAZIONE RESIDENTE	<b>2902</b>	unità	(prevista al 2015)
B) POPOLAZIONE STABILE NON RESIDENTE	<b>0</b>	unità	(ospiti di Ospedali, Caserme, Collegi, ecc.)
C) POPOLAZIONE FLUTTUANTE	<b>0</b>	unità	(ospiti di Alberghi, Camping, seconde case)
D) POPOLAZIONE SENZA PERNOTTAMENTO	<b>0</b>	unità	(addetti di attività lavorative o scuole che giungono da altre località)
E) AREE CON ADDETTI DEI FUTURI INSEDIAMENTI AD USO LAVORATIVO	<b>5*</b>	ettari	(dato desunto dal PGT)
<b>1.2) AREE CON FABBISOGNI PRODUTTIVI DELLE ATTIVITA' INDUSTRIALI E ZOOTECNICHE</b>	<b>8.45**</b>	ettari	il quantitativo calcolato non potrà essere superiore al 20% del totale della voce 1.1
1) fabbisogno per abitante in relazione alla classe demografica		260 litri/giorno	
2) coefficiente di incremento C24		1,5	coeff. adimensionale
3) coefficiente di incremento Cp		1,5	coeff. adimensionale
<b>RIEPILOGO DATI CALCOLATI</b>			
FABBISOGNO MEDIO	<b>854.6</b>	mc/g	
corrispondenti a	<b>9.89</b>	<b>l/s</b>	
GIORNO DI MASSIMO CONSUMO	<b>1,231.9</b>	mc/g	
corrispondenti a	<b>14.26</b>	<b>l/s</b>	
CALCOLO DELLA PORTATA DI PUNTA ORARIA	<b>1,857.7</b>	mc/g	
corrispondenti a	<b>21.50</b>	<b>l/s</b>	
<b>BILANCIO DISPONIBILITA'/FABBISOGNI</b>			
DISPONIBILITA' ATTUALE	<b>23</b>	<b>l/s</b>	
FABBISOGNO calcolato sul giorno di max consumo	<b>14.26</b>	<b>l/s</b>	
<b>SALDO</b>	<b>8.74</b>	<b>l/s</b>	

\*stima di massima (previsioni di PGT), che dovrà essere oggetto di verifica nel corso dell'iter del PGT

\*\* dato del produttivo esistente desunto dal PRG

I dati teorici evidenziano un saldo positivo tra disponibilità attuale (sulla base delle portate di esercizio dei pozzi, non considerando le interconnessioni con altri acquedotti) e fabbisogno tendenziale, ad indicare che l'acquedotto di Lambrugo è adeguatamente dimensionato in termini di portate teoriche disponibili.



## 7 CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICO-TECNICA E PEDOLOGICA

La classificazione del territorio su base geologico-tecnica e geopedologica ha seguito le indicazioni della d.g.r. n. 8/1566/2005, aggiornata dalla d.g.r. n. 8/7374/2008, che raccomanda l'effettuazione di una prima caratterizzazione geotecnica sulla base dei dati disponibili e delle osservazioni dirette.

A tale scopo si sono considerati i dati derivanti dai punti stratigrafici di riferimento quali:

- affioramenti naturali (AF);
- assaggi con escavatore (AS), appositamente effettuati nel corso della redazione dello studio del 2005;
- scavi edili in corso nelle aree urbanizzate;
- indagini geognostiche documentate. I punti di indagine riportati in Tav. 5 derivano dalla documentazione relativa a prove ed indagini effettuate da altri Autori a supporto di specifici progetti (IGT), resi disponibili dall'ufficio tecnico del comune di Lambrugo.

In **Tavola 5**, oltre all'ubicazione di tutti i punti di indagine, sono stati riportati i grafici penetrometrici (PNT) e le stratigrafie ritenuti significativi al fine della caratterizzazione geotecnica dei terreni.

### 7.1 SINTESI DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE DISPONIBILI

Nel presente paragrafo si descrivono in sintesi le indagini geognostiche effettuate da terzi, a supporto di specifici progetti realizzati ai sensi del D.M. 11/3/1988 o del d.m. 14 gennaio 2008.

In **All. 4** (su supporto informatico) si riporta la documentazione completa relativa a tali indagini.

#### **IGT1** – via Cadea

Committente: Francesco Ciceri Costruzioni S.p.A. – Albavilla (CO)

Autore: Dott. Geol. Flavio Rossini, Albavilla (CO) – ottobre 2003

Argomento: caratterizzazione geotecnica del primo sottosuolo sottostante l'edificio esistente in via Cadea e oggetto di sopraelevazione

Indagini: è stato eseguito un pozzetto esplorativo con escavatore, approfondito sino a -0,70 metri dal piano pavimento del garage interrato della palazzina oggetto di soprizzo.

Stratigrafia: i terreni rinvenuti nello scavo sono costituiti da ciottoli e ghiaie in matrice sabbiosa color giallo ruggine, verosimilmente interpretabili come la parte più superficiale dei conglomerati del "Ceppo".

#### **IGT2** – territorio comunale

Committente: Comune di Lambrugo (CO)

Autore: Studio Geoplan, Monza – marzo 1996

Argomento: caratterizzazione geologico-tecnica dei terreni per la redazione dello studio geologico a supporto del Piano Regolatore Generale (marzo 1996)

Indagini: sono state eseguite 6 prove penetrometriche dinamiche standard (SCPT), con penetrometro tipo Meardi AGI (peso del maglio: 73 kg), distribuite sul territorio comunale

### **IGT3** – via S. Francesco

Committente: Impresa Pelucchi S.r.l. – Sirone (LC)

Autore: Studio Geologico Tecnico Lecchese, Lecco (LC) – aprile 2010

Argomento: relazione geologica, geognostica e geotecnica preliminare a supporto del progetto di realizzazione di due fabbricati residenziali, con piano interrato in comune, due piani fuori terra e un sottotetto abitabile.

Indagini: sono state eseguite n. 6 prove penetrometriche con penetrometro pesante Pagani (massa battente: 63.5 kg, altezza caduta: 75 cm, avanzamento punta: 20 cm), spinte sino ad una profondità massima di -7.2 m dal piano campagna ed una prospezione sismica tipo MASW.

Stratigrafia: sulla base dei risultati delle prove condotte, è stata dedotta la seguente stratigrafia:

da 0 a -2.0/2.5 m da p.c.: livello di alterazione e terreno sabbioso limoso, con stato di addensamento molto sciolto;

da -2.0/2.5 a -2.4/5.8 m da p.c.: sabbie e sabbie limose, mediamente addensate con lenti sciolte;

da -2.4/5.8 a -4.2/7.0 m da p.c.: sabbie e sabbie limose con ghiaie, mediamente addensate, con lente da addensata a molto addensata;

oltre 4.2/7.0 m da p.c.: possibile presenza di conglomerati (arresto delle prove per rifiuto).

### **IGT4** – via Resegone

Committente: Sig.ra Maria Cristina Redaelli

Autore: Geotecno Dott. R. Cortiana - Dott. f. Valentini, novembre 2009

Argomento: indagine geologico tecnica per la realizzazione di un nuovo edificio residenziale costituito da un piano interrato, un piano fuori terra e sottotetto.

Indagini: sono state eseguite n. 3 prove penetrometriche di tipo dinamico (scpt) con penetrometro superpesante tipo Meardi AGI (peso del maglio: 73 kg)

Stratigrafia: sulla base dell'addensamento rilevato durante le prove, sono state riconosciute le seguenti litozone:

litozona A: addensamento basso e caratteristiche geotecniche da scarse a molto modeste (Nscpt<5)

litozona B: addensamento medio-elevato con caratteristiche geotecniche da discrete a ottime (Nscpt>10). In tale orizzonte si sono interrotte le verticali di indagine per rifiuto alla penetrazione, dovuto alla presenza di livelli molto addensati o cementati.

### **IGT5** – via Don Gnocchi

Committente: Arch. Caimi Armando

Autore: Erbafondazioni – Dott. Geol. Walter Tavecchio, agosto 2008

Argomento: indagine geologico tecnica per la realizzazione di un nuovo edificio residenziale.

Indagini: sono state eseguite n. 8 prove penetrometriche dinamiche leggere

### **IGT6** – via Roma

Committente: Immobiliare Oria

Autore: Studio Geotecnico lecchese, agosto 2001

Argomento: indagine geologico tecnica per la realizzazione di nuovi edifici residenziali.

Indagini: sono stati effettuati n. 2 sondaggi spinti fino alla profondità di 10 m dal p.c.

### **IGT7** – via Garibaldi, angolo via Volta

Committente: Frigerio Appalti srl per conto della Società La Filanda srl

Autore: Studio Geotecnico lecchese, marzo 2006

Argomento: indagine geologico tecnica per la realizzazione di un complesso residenziale costituito da n. 6 edifici con numero di piani fuori terra compreso tra 2 e 4 e piani interrati tra 1 e 2, a seconda dell'edificio considerato.

Indagini: sono state eseguite n. 7 prove penetrometriche di tipo dinamico (scpt) con penetrometro pesante (peso del maglio: 63.5 kg, avanzamento: 20 cm), spinte alla massima profondità di 8.6 m

Stratigrafia: data l'ampiezza della proprietà, l'estensione areale dell'intervento e la variabilità laterale delle caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione e di scavo, sono state distinte due zone:

Zona di valle

Orizzonte	Profondità (m da p.c.)	Nspt	Stato di addensamento
A	da 0 a -1.2/-3.8	3÷5	Terreno molto sciolto
B	da -1.2/-3.8 a -3.2/-6.0	12÷13	Terreno mediamente addensato
C	da -3.2/6.0 a -5.4./-8.6	~29	Terreno mediamente addensato
R	oltre -5.4./-8.6	>100	rifiuto

Zona di monte

Orizzonte	Profondità (m da p.c.)	Nspt	Stato di addensamento
A	da 0 a -2.2/-3.4	3÷4	Terreno molto sciolto
B1	da -2.2/-3.4 a -2.8/-5.0	7÷12 (16÷20)	Terreno da sciolto a mediamente addensato
R	oltre -2.8/-5.0	>100	rifiuto

### **IGT8a e 8b** – via Mauri

Committente: Costruzioni Edili s.n.c. di Rossetti Mauro & C.

Autore: R.G.M. Studio di Geologia Applicata Kindl Sandro, giugno 2007 e agosto 2007

Argomento: relazione geologica, geotecnica e parere di fattibilità finalizzati alle scelte del progetto esecutivo di un intervento residenziale, costituito da una coppia di fabbricati (parte fuori terra abitabile, sottotetto e piano seminterrato uso box e cantina), disposti a scalinata lungo il pendio esistente e collegati da un porticato.

Indagini: sono state eseguite n. 4 prove penetrometriche dinamiche di tipo DPSH con attrezzatura pesante Pagani.

Stratigrafia: con i dati forniti dall'indagine effettuata, è stata stimata la seguente composizione del sottosuolo

Unità 1: da 0 a 1.2-1.5 m da p.c., suolo agrario, a granulometria mista, comprendente ciottoli e qualche masso in matrice sabbiosa poco limosa

Unità 2: da 1.2-1.5 a circa 2 m da p.c., terre sabbiose poco consolidate

Unità 3: da circa 2 m a circa 5 m, depositi morenici generalmente da normal-addensato ad addensato

Unità 4: da circa 5 m a circa 6 m da p.c., intercalazioni di materiale sotto-consolidato

Unità 5: oltre 6 m da p.c., substrato duro e resistente del "Ceppo dell'Adda" lungo il pendio e rocce carbonatiche calcareo-marnose del Cretacico superiore nella parte bassa del pendio e sotto al fondovalle

### **IGT9** – via Mauri

Committente: Arch. Sgroi

Autore: R.G.M. Studio di Geologia Applicata Kindl Sandro, novembre 2007

Argomento: relazione geologica, geotecnica e parere di fattibilità finalizzati alle scelte del progetto esecutivo di un intervento residenziale, costituito da una coppia di fabbricati (parte fuori terra abitabile, sottotetto e piano seminterrato uso box e cantina), disposti a scalinata lungo il pendio esistente e distanziati 10 m.

Indagini: sono state eseguite n. 4 prove penetrometriche dinamiche di tipo DPSH con attrezzatura pesante Pagani.

Stratigrafia: nel sottosuolo è stata rilevata la presenza di due intercalazioni di terre poco addensate, sotto-consolidate, una prossima alla superficie (prof. di 1-1.5 m), alla base dello strato superficiale di terre colluviali poco indurite e l'altra a profondità tra 3 e 4 m, subito sopra al contatto con il substrato roccioso duro. Tra le due intercalazioni sciolte, i materiali sono in uno stato rimaneggiato e poco addensato. Tali intercalazioni sono interpretabili come zone di tensioni gravitative generate nel passato, mai evolute in scivolamenti, ma costituenti potenziali superfici indebolite.

### **IAMB1** – località Momberto

Committente: C.E.A.R. Laboratori Riuniti S.r.l.

Autore: Idrogea Varese e Tecnico Srl Mandello Lario (LC)

Argomento: Caratterizzazione ambientale preliminare e piano delle indagini dell'area interessata da una discarica incontrollata in località Momberto – Comune di Lambrugo (CO)

Indagini: sono stati realizzati 5 microsondaggi attrezzati a piezometro, 5 trincee esplorative e campionamenti di terreno, acqua di falda e acqua superficiale.

### **IAMB2** – Via Brianza

Committente: Molteni Gest S.p.A. - Erba

Autore: Geoplanet – Osnago (LC)

Argomento: Caratterizzazione ambientale e progetto di bonifica ex art. 249 D.Lgs. 152/06 e s.m.i. per la verifica dello stato qualitativo dell'area industriale "ex Tessitura Molteni & C." sita in Via Brianza.

*Indagini:* sono state realizzate n. 18 trincee esplorative per mezzo di escavatore, che hanno raggiunto la profondità di circa 3,00 m dal piano campagna. Per ogni scavo sono stati campionati due livelli: 0-1 m e 2-3 m.

## 7.2 PRIMA CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI

L'elaborazione dei dati a disposizione ha permesso la definizione di otto unità (riportate in **Tav. 5**), con caratteristiche litologiche, pedologiche e geotecniche omogenee.

Per quanto riguarda i caratteri pedologici, si è fatto riferimento ai contenuti della Base Informativa Suolo – scala di semidettaglio - Province di Como, Lecco e Varese, pubblicata da Regione Lombardia ed ERSAF nell'ottobre 2003 e costituente la revisione dei dati precedentemente acquisiti con il Progetto Carta Pedologica dell'ERSAL.

Le principali caratteristiche di queste unità sono di seguito riportate.

### Unità Pa

*Caratteri morfologici:* piana alluvionale recente ed attuale del fiume Lambro, interessata e potenzialmente interessata da fenomeni di esondazione.

*Caratteri litologici:* depositi fluviali e di esondazione costituiti da ghiaie da medie a grossolane a supporto di matrice con clasti poligenici, passanti a sabbie e sabbie limose, con intercalazioni di depositi fini costituiti da limi sabbiosi e limi nei settori a minore energia di sedimentazione.

*Pedologia:* MIC1, unità presente nelle valli alluvionali oloceniche soggette a periodiche inondazioni. I suoli MIC1 sono profondi su orizzonti idromorfi, con scheletro scarso, tessitura moderatamente grossolana, reazione subacida, saturazione alta, drenaggio mediocre e permeabilità moderatamente elevata.

*Assetto geologico-tecnico:* terreni da granulari sciolti e mediamente addensati a terreni fini coesivi con stato di consistenza medio. Caratteristiche geotecniche discrete, localmente scadenti. Permeabilità medio-alta.

*Drenaggio:* drenaggio delle acque discreto sia in superficie che in profondità. Presenza di orizzonti saturi nel primo sottosuolo.

### Unità Cag

*Caratteri morfologici:* aree altimetricamente rilevate, caratterizzate dalla presenza di morfologie glaciali (cordoni morenici). Presenza di substrato roccioso/conglomerato a ridotta profondità.

*Caratteri litologici:* depositi glaciali costituiti da diamicton massivi a supporto di matrice sabbioso-limosa, con clasti eterometrici e locale presenza di blocchi metrici. Profilo di alterazione superficiale poco evoluto.

*Pedologia:* PEG1/CSS1, unità presenti sui dossi dei cordoni morenici recenti, su substrato sabbioso-limoso con ghiaia, non o scarsamente calcareo. I suoli PEG1 sono molto profondi, a tessitura moderatamente grossolana, neutri in superficie e subalcalini in profondità, saturazione alta, non calcarei in superficie e debolmente calcarei in profondità, con drenaggio moderatamente rapido e permeabilità

moderatamente elevata. I suoli CSS1 sono molto profondi, con scheletro scarso, a tessitura moderatamente grossolana, reazione acida, saturazione molto bassa in superficie e media in profondità, drenaggio buono e permeabilità moderatamente elevata.

CSS2, unità presente sui rilievi morenici wurmiani principali e secondari, con superfici di raccordo fra i rilievi morenici e la piana fluvioglaciale, su substrato sabbioso-limoso, non calcareo. I suoli CSS2 sono molto profondi, a tessitura moderatamente grossolana con scheletro scarso o comune, subalcalini, con saturazione molto bassa, drenaggio moderatamente rapido e permeabilità moderatamente elevata.

Assetto geologico-tecnico: terreni eterogenei da mediamente a ben addensati, localmente sovraconsolidati, con discrete caratteristiche geotecniche. Locale presenza di blocchi lapidei che condizionano l'esecuzione di scavi. Presenza di substrato/conglomerato a ridotta profondità (2÷4 m). Permeabilità bassa.

Drenaggio: drenaggio delle acque difficoltoso sia in superficie che nel primo sottosuolo. Presenza di orizzonti saturi nel primo sottosuolo.

### **Unità Cav**

Caratteri morfologici: versanti moderatamente acclivi di raccordo tra i rilievi morenici e la piana fluvioglaciale, con substrato conglomeratico subaffiorante e/o a debole profondità.

Caratteri litologici: depositi di ridotto spessore costituiti da ghiaie massive a supporto di matrice sabbiosa e limi massivi con clasti sparsi.

Pedologia: PEG1/CSS1, unità presenti sui dossi dei cordoni morenici recenti, su substrato sabbioso-limoso con ghiaia, non o scarsamente calcareo. I suoli PEG1 sono molto profondi, a tessitura moderatamente grossolana, neutri in superficie e subalcalini in profondità, saturazione alta, non calcarei in superficie e debolmente calcarei in profondità, con drenaggio moderatamente rapido e permeabilità moderatamente elevata. I suoli CSS1 sono molto profondi, con scheletro scarso, a tessitura moderatamente grossolana, reazione acida, saturazione molto bassa in superficie e media in profondità, drenaggio buono e permeabilità moderatamente elevata.

CSS2, unità presente sui rilievi morenici wurmiani principali e secondari, con superfici di raccordo fra i rilievi morenici e la piana fluvioglaciale, su substrato sabbioso-limoso, non calcareo. I suoli CSS2 sono molto profondi, a tessitura moderatamente grossolana con scheletro scarso o comune, subalcalini, con saturazione molto bassa, drenaggio moderatamente rapido e permeabilità moderatamente elevata.

Assetto geologico-tecnico: terreni con variabili caratteristiche geotecniche e di permeabilità in aree di versante.

Drenaggio: drenaggio delle acque discreto. Presenza di fenomeni sorgentizi al piede dei versanti.

### **Unità Caf**

*Caratteri morfologici:* terrazzo fluvioglaciale a morfologia subpianeggiante o poco ondulata, degradante verso la valle del fiume Lambro, localmente interrotto da orli di terrazzo minori. Possibile presenza di argille grigie laminate a ridotta profondità.

*Caratteri litologici:* depositi fluvioglaciali costituiti da ghiaie da fini a grossolane a supporto di matrice sabbiosa, localmente clastico, con clasti poligenici ed eterometrici e subordinate sabbie da fini a grossolane. Profilo di alterazione superficiale poco evoluto.

*Pedologia:* PEG1/CSS1, unità presenti sui dossi dei cordoni morenici recenti, su substrato sabbioso-limoso con ghiaia, non o scarsamente calcareo. I suoli PEG1 sono molto profondi, a tessitura moderatamente grossolana, neutri in superficie e subalcalini in profondità, saturazione alta, non calcarei in superficie e debolmente calcarei in profondità, con drenaggio moderatamente rapido e permeabilità moderatamente elevata. I suoli CSS1 sono molto profondi, con scheletro scarso, a tessitura moderatamente grossolana, reazione acida, saturazione molto bassa in superficie e media in profondità, drenaggio buono e permeabilità moderatamente elevata.

CSS2, unità presente sui rilievi morenici wurmiani principali e secondari, con superfici di raccordo fra i rilievi morenici e la piana fluvioglaciale, su substrato sabbioso-limoso, non calcareo. I suoli CSS2 sono molto profondi, a tessitura moderatamente grossolana con scheletro scarso o comune, subalcalini, con saturazione molto bassa, drenaggio moderatamente rapido e permeabilità moderatamente elevata.

*Assetto geologico-tecnico:* terreni granulari da mediamente a ben addensati con discrete/buone caratteristiche geotecniche a partire da 2 m di profondità. Locale presenza di terreni fini con scadenti caratteristiche geotecniche fino a 4 m di profondità. Permeabilità medio-alta.

*Drenaggio:* drenaggio delle acque generalmente buono, localmente difficoltoso con formazione di aree di ristagno delle acque meteoriche (zone più prossime al versante conglomeratico) per la presenza di orizzonti a bassa permeabilità a debole profondità (argille e conglomerati compatti).

## **Unità Cal**

*Caratteri morfologici:* aree pianeggianti altimetricamente rilevate rispetto alla piana alluvionale del fiume Lambro con scarso drenaggio delle acque superficiali.

*Caratteri litologici:* depositi lacustri costituiti da argille, limi argillosi e limi sabbiosi con clasti sparsi. Locali orizzonti torbosi.

*Pedologia:* CTA1, pedopaesaggio dei depositi glaciali recenti (wurmiani) degli anfiteatri morenici dell'alta pianura. Substrato di origine fluvioglaciale ghiaioso-limoso non calcareo. I suoli CTA1 sono molto profondi con scheletro abbondante, tessitura moderatamente grossolana con scheletro frequente, subacida, drenaggio moderatamente rapido e permeabilità moderatamente elevata.

*Assetto geologico-tecnico:* terreni fini coesivi normalmente consolidati con stato di consistenza da tenero a medio. Permeabilità bassa.

*Drenaggio:* drenaggio delle acque scarso con formazione di aree di ristagno delle acque superficiali.

### **Unità Vco e Vco'**

Caratteri morfologici: versanti acclivi (VCo) e moderatamente acclivi (VCo') a raccordo tra le zone rilevate e il terrazzo fluvioglaciale, delimitati da cigli di scarpate naturali, con substrato conglomeratico affiorante o subaffiorante.

Caratteri litologici: conglomerati costituiti da ghiaie poligeniche a supporto di matrice o di clasti, generalmente ben cementate, massive o grossolanamente stratificate. Locali intercalazioni di sabbie. Copertura detritica di ghiaie massive (deposti di versante) derivanti dallo smantellamento del substrato conglomeratico.

Pedologia: suoli sottili o assenti di spessore compreso tra 0 e 15 cm.

Assetto geologico-tecnico: caratteristiche geotecniche in funzione del grado di cementazione. Tendenza a fenomeni di fessurazione del conglomerato e formazione di cavità di dissoluzione. Localmente fenomeni di dinamica gravitativa (ribaltamento e caduta di alberi e scivolamenti superficiali) entro i depositi di versante.

Drenaggio: drenaggio delle acque variabile in relazione al grado di cementazione e fratturazione del conglomerato. Fenomeni sorgentizi al piede dei versanti.

### **Unità Vm**

Caratteri morfologici: versanti a media e debole acclività a raccordo tra la piana fluvioglaciale e l'ambito di piana alluvionale del fiume Lambro.

Caratteri litologici: depositi costituiti da ghiaie a supporto di abbondante matrice sabbioso limosa e limi massivi con clasti sparsi.

Pedologia: CTA1, pedopaesaggio dei depositi glaciali recenti (wurmiani) degli anfiteatri morenici dell'alta pianura. Substrato di origine fluvioglaciale ghiaioso-limoso non calcareo. I suoli CTA1 sono molto profondi con scheletro abbondante, tessitura moderatamente grossolana con scheletro frequente, subacida, drenaggio moderatamente rapido e permeabilità moderatamente elevata.

Assetto geologico-tecnico: terreni da granulari sciolti a coesivi con variabili caratteristiche geotecniche e di permeabilità a seconda del litotipo dominante.

Drenaggio: drenaggio delle acque scarso e difficoltoso con formazione di aree di ristagno delle acque e di orizzonti saturi nel primo sottosuolo.

### **Unità Sr**

Caratteri morfologici: aree con substrato roccioso affiorante o subaffiorante in ex ambito estrattivo di materiale lapideo per cementificio (ora recuperato) e aree di affioramento naturale.

Caratteri litologici: calcari marnosi e marne calcaree di colore rosso e/o grigio, a stratificazione variabile da centimetrica a decimetrica), con intercalazioni di siltiti e areniti.

Pedologia: classificato come Area mista - R1 affioramenti rocciosi.



Assetto geologico-tecnico: caratteristiche geomeccaniche generalmente buone, localmente mediocri, in parte condizionate dalla giacitura e dal grado di fratturazione dell'ammasso roccioso.

Drenaggio: drenaggio da scarso ad assente.

### 7.3 PARAMETRI GEOTECNICI

Per la determinazione dei parametri geotecnici medi delle unità di sottosuolo in questa sede sono stati reinterpretati i risultati delle indagini disponibili, al fine di assicurare un più omogeneo trattamento dei dati di base.

I parametri geotecnici indicati nelle tabelle seguenti sono stati ottenuti indirettamente, mediante correlazioni empiriche, a partire dai risultati delle prove penetrometriche dinamiche continue disponibili.

In particolare, per ciò che riguarda l'elaborazione dei risultati delle prove penetrometriche dinamiche, è stato utilizzato un programma di calcolo che, in base alle correlazioni più comunemente accettate, permette di definire i principali parametri geotecnici, una volta noti i valori di resistenza alla penetrazione standard ( $N_{SPT}$ ) direttamente ricavata dalla resistenza alla penetrazione dinamica ( $N_{30}$ ) misurata nelle prove condotte secondo la correlazione:

$$N_{30} \approx 0.5 N_{SPT} \quad (\text{Cestari, 1990})$$

Sulla base di tali valori sono quindi stati calcolati i corrispondenti valori corretti in funzione del confinamento laterale ( $N_1$ ), i valori di densità relativa e angolo di attrito dei terreni di natura prevalentemente non coesiva, i valori di coesione non drenata dei terreni di natura coesiva, i valori di velocità di propagazione delle onde di taglio ed il modulo di elasticità.

In particolare i valori di  $N_1$  sono stati ottenuti a partire dai valori di  $N_{SPT}$  sulla base della seguente equazione:

$$N_1 = N_{SPT} / \sigma'_{vo}{}^{0.56} \quad [\text{Jamiolkowski et al., 1985}]$$

La densità relativa è stata calcolata a partire dai valori di  $N_1$  in accordo alle seguenti equazioni, ricavate dall'analisi di numerose evidenze sperimentali [Skempton, 1986]:

$$Dr = [ (N_1)_{60} / (71.7 * (N_1)_{60} - 0.056 ) ]^{0.5} \quad \text{per } (N_1)_{60} > 8$$

$$Dr = [ (N_1)_{60} / (296.6 * (N_1)_{60} - 0.728) ]^{0.5} \quad \text{per } (N_1)_{60} \leq 8$$

dove  $(N_1)_{60} = N_1$  in base a considerazioni relative al rendimento medio dell'attrezzatura impiegata per le prove SPT, pari a circa il 60%

L'angolo di attrito dei terreni investigati è stato determinato sulla base dei valori di densità relativa e della natura dei terreni attraversati, in accordo alla procedura US NAVY - NAV FAC DM7 - 1982.

La coesione non drenata dei terreni di natura coesiva è stata determinata sulla base della correlazione empirica proposta da Terzaghi e Peck (1948):

$$c_u = 6.67 \cdot N_{SPT}$$

I parametri di deformabilità dei terreni sono stati ottenuti a partire dai valori di velocità di propagazione delle onde di taglio  $V_S$ , ricavati indirettamente dai valori di resistenza alla penetrazione standard  $N_{SPT}$  attraverso la correlazione di *Yoshida et al. (1988)*:

$$V_S = 55 \cdot N_{SPT}^{0.25} \cdot \sigma'_{v0}{}^{0.14}$$

A partire dai valori di  $V_S$  sono stati quindi calcolati i valori di modulo di elasticità iniziale  $E_i$  dalle relazioni  $G_i = \gamma \cdot V_S^2$  (dove  $G_i$  rappresenta il modulo di taglio iniziale e  $\gamma$  il peso di volume del terreno) e  $E_i = G_i \cdot 2(1 + \nu)$ , dove  $\nu$  è il coefficiente di Poisson del terreno assunto.

Dai valori di  $E_i$  sono quindi stati ricavati, sulla base delle curve di decadimento del modulo di elasticità in funzione della deformazione, i moduli di elasticità drenati presentati nello schema delle pagine seguenti; in particolare il valore del modulo operativo è stato ricavato sulla base del rapporto  $E_i / E = 10$  per i valori di deformazione di riferimento.

Per quanto concerne i conglomerati e le unità della scaglia, la caratterizzazione è stata basata sul modello costitutivo proposto da Hoek-Brown:

$$\sigma_1 = \sigma_3 + \sigma_{ci} \cdot \left[ \left( m_b \cdot \frac{\sigma_3}{\sigma_c} \right) + s \right]^a$$

ove:

- $\sigma_1$ : sforzo principale massimo applicato a rottura;
- $\sigma_3$ : sforzo principale minimo applicato a rottura;
- $\sigma_{ci}$ : resistenza a compressione monoassiale della roccia intatta;
- $m_b$ ;  $s$ ;  $a$ : coefficienti dipendenti dalle caratteristiche dell'ammasso roccioso.

L'utilizzo del criterio di Hoek-Brown per la modellazione del comportamento degli ammassi rocciosi fratturati si basa su tre proprietà intrinseche degli stessi:

- $\sigma_{ci}$ : resistenza a compressione monoassiale della roccia intatta;

- $m_i$ : costante di Hoek-Brown relativa alla roccia intatta;
- GSI: valore del Geological Strength Index relativo all'ammasso roccioso.

La resistenza di un ammasso roccioso fratturato dipende, quindi, dalle proprietà del materiale roccia intatto di cui è costituito e, attraverso il GSI, dalle condizioni di fratturazione ed alterazione che lo caratterizzano.

Il valore del Geological Strength Index (GSI) deriva da quello del Rock Mass Rating, attraverso la relazione:

$$GSI = RMR' - 5$$

e dal valore del Q-System tramite la relazione:

$$GSI = 9 \ln Q' + 44$$

La prima relazione è applicabile per valori di  $GSI > 25$  ovvero  $URMR < 30$ ; per ammassi rocciosi di qualità più scadente risulta è più corretto ottenere il valore di GSI attraverso la seconda relazione. In alternativa l'Autore suggerisce l'utilizzo di tabelle comparative attraverso cui è possibile stimare direttamente in sito l'intervallo rappresentativo del GSI dell'ammasso roccioso affiorante.

I parametri riportati nei paragrafi successivi sono stati ottenuti in funzione delle seguenti relazioni.

*Coefficienti  $m_b - s - a$  caratteristici dell'ammasso roccioso:*

I parametri che descrivono la resistenza dell'ammasso roccioso sono calcolati come segue:

$$m_b = m_i \exp\left[\frac{GSI - 100}{28 - 14D}\right]$$

$$s = \exp\left[\frac{GSI - 100}{9 - 3D}\right]$$

$$a = \frac{1}{2} + \frac{1}{6}(e^{-GSI/15} - e^{-20/3})$$

Ove D è un fattore dipendente dal grado di disturbo cui è soggetto l'ammasso roccioso in relazione alla metodologia di scavo e agli sforzi tensionali presenti ( $0 \leq D \leq 1$ ; valore nullo per ammasso indisturbato).

*Resistenza a compressione dell'ammasso roccioso:*

La resistenza d'ammasso è ottenibile dalle relazioni:

$$\sigma_c = \sigma_{ci} * s^a$$

$$\sigma_{cm} = \sigma_{ci} \cdot \frac{(m_b + 4s - a(m_b - 8s))(m_b / 4 + s)^{a-1}}{2(1+a)(2+a)}$$

ove:

- $\sigma_c$  = resistenza a compressione monoassiale dell'ammasso roccioso ottenuta dal criterio di rottura di Hoek-Brown ( $\sigma_1$  per  $\sigma_3=0$ );
- $\sigma_{cm}$  = resistenza a compressione globale dell'ammasso roccioso.

La  $\sigma_{cm}$  esprime il comportamento globale di un ammasso roccioso in condizioni di scarso confinamento; le dimensioni della zona soggetta a tali condizioni risultano nella realtà pratica superiori a quelle della zona localizzata in cui si ha effettivamente  $\sigma_3=0$ , per cui nell'insieme la resistenza ( $\sigma_{cm}$ ) risulta maggiore a quella limite ( $\sigma_c$ ).

Coesione e angolo di resistenza al taglio dell'ammasso roccioso:

I valori dell'angolo di resistenza al taglio "φ" e della coesione "c" che esprimono la resistenza del materiale secondo il criterio di rottura lineare di Mohr-Coulomb sono espressi attraverso le seguenti relazioni:

$$\varphi = \text{sen}^{-1} \left[ \frac{6am_b(s + m_b\sigma_{3n})^{a-1}}{2(1+a)(2+a) + 6am_b(s + m_b\sigma_{3n})^{a-1}} \right]$$

$$c = \frac{\sigma_{ci} [(1+2a)s + (1-a)m_b\sigma_{3n}](s + m_b\sigma_{3n})^{a-1}}{(1+a)(2+a) \sqrt{1 + \frac{6am_b(s + m_b\sigma_{3n})^{a-1}}{(1+a)(2+a)}}}$$

ove:

$$\sigma_{3n} = \sigma_{3max} / \sigma_{ci}$$

$$\sigma_{3max} = \sigma_{cm} \cdot 0.47 \left( \frac{\sigma_{cm}}{\gamma H} \right)^{-0.94}$$

Modulo di Deformazione:

Il valore del Modulo di deformazione dell'ammasso roccioso è ottenibile tramite le relazioni:

$$E = \left(1 - \frac{D}{2}\right) \cdot \sqrt{\frac{\sigma_{ci}}{100}} \cdot 10^{\left(\frac{GSI-10}{40}\right)} \quad \text{[GPa]} \quad \text{per } \sigma_{ci} < 100 \text{MPa}$$

$$E = \left(1 - \frac{D}{2}\right) \cdot 10^{\left(\frac{GSI-10}{40}\right)} \quad \text{[GPa]} \quad \text{per } \sigma_{ci} > 100 \text{MPa}$$

### 7.3.1 Modello geotecnico delle aree omogenee

Sulla base dei risultati delle indagini disponibili, le unità geologiche affioranti nel territorio comunale di Lambrugo (esclusi i conglomerati), sono state raggruppate dal punto di vista geotecnico in **quattro aree omogenee** in ragione della sostanziale omogeneità dei parametri geotecnici.

Di seguito si riporta il modello geotecnico ottenuto per ciascuna area omogenea in cui i valori riportati rappresentano rispettivamente il valore caratteristico (5° percentile) e la media della distribuzione statistica; per i parametri che mostrano distribuzioni dipendenti dalla profondità si indicano le leggi di variazione della media in funzione della profondità  $z$  [m].

**Area omogenea 1:** - Comprende le unità **Cag, Cav, VCo e VCo'** individuate nello studio geologico di base.

#### UNITÀ A: *sabbie limose, limi sabbiosi*

Resistenza alla penetrazione standard media	$N_{SPT} = 2 \div 7$	colpi/30 cm
Peso di volume naturale	$\gamma_n = 18$	$kN/m^3$
Stato di addensamento	= da sciolto a mediamente addensato	
Densità relativa	$D_r = 0.16 \div 0.41$	°
Angolo d'attrito efficace	$\varphi' = 28 \div 31$	°
Coesione efficace	$c' = 5 \div 10$	kPa
Velocità di propagazione delle onde di taglio	$V_s = 100 \div 130$	m/s
Modulo di elasticità drenato	$E' = 5 \div 9$	MPa
Spessore (medio)	= $3 \div 3,5$	m

#### UNITÀ B: *ghiaie e sabbie limoso argillose*

Resistenza alla penetrazione standard media	$N_{SPT} = 16 \div 22$	colpi/30 cm
Peso di volume naturale	$\gamma_n = 19 \div 20$	$kN/m^3$
Stato di addensamento	= mediamente addensato	
Densità relativa	$D_r = 0.61 \div 0.73$	
Angolo d'attrito efficace	$\varphi' = 34 \div 37$	°
Coesione efficace	$c' = 0 \div 5$	kPa
Velocità di propagazione delle onde di taglio	$V_s = 185 \div 200$	m/s
Modulo di elasticità drenato	$E' = 19 \div 23$	MPa
Spessore (medio)	= $3,5 \div 4$	m

#### UNITÀ C: *ghiaie con ciottoli sabbioso limose*

Resistenza alla penetrazione standard media	$N_{SPT} = 41 \div 60$	colpi/30 cm
Peso di volume naturale	$\gamma_n = 20 \div 21$	$kN/m^3$
Stato di addensamento	= molto addensato	
Densità relativa	$D_r = 0.93 \div 1$	

Angolo d'attrito efficace	$\varphi'$	= 39÷41	°
Coesione efficace	$c'$	= -	kPa
Velocità di propagazione delle onde di taglio	$V_s$	= 250÷285	m/s
Modulo di elasticità drenato	$E'$	= 37÷49	MPa
Spessore (medio)		= 4÷5	m

**UNITÀ D:** *ghiaie a cementazione variabile*

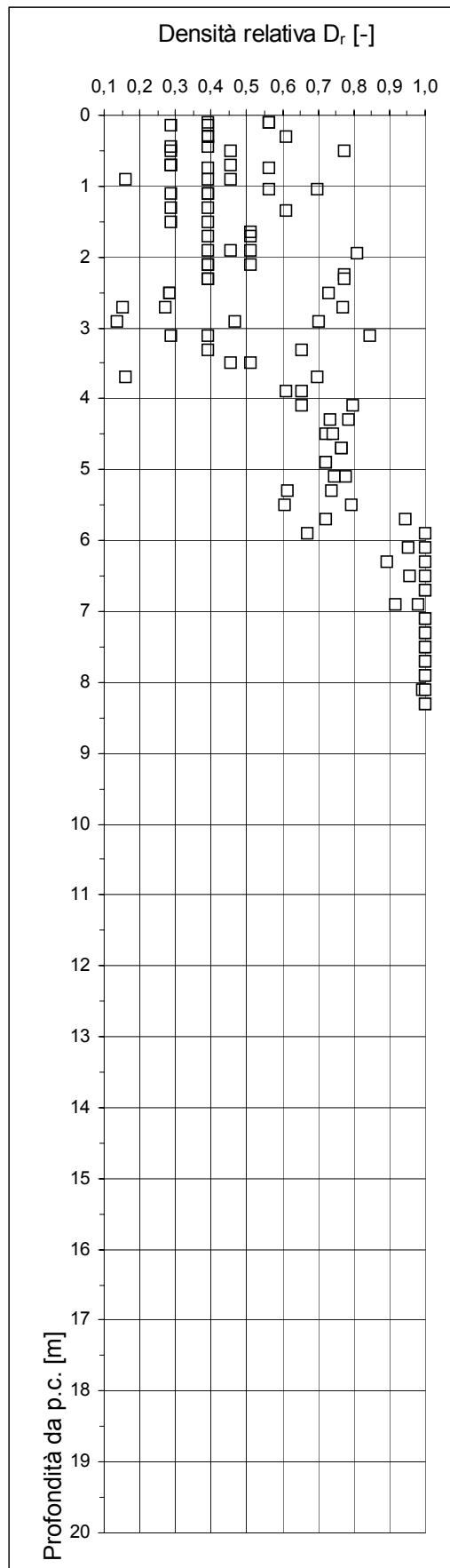
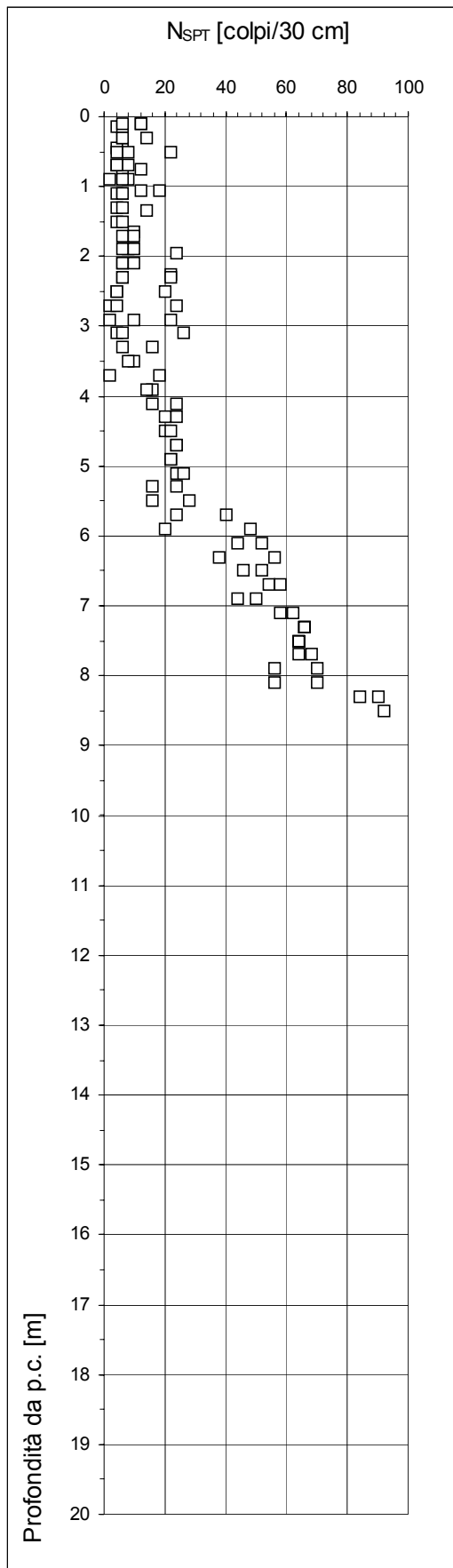
Peso di volume naturale	$\gamma_n$	= 22÷24	kN/m <sup>3</sup>
Geological strenght index	GSI	= 30÷40	-
Resistenza di matrice	$C_o$	= 5÷10	MPa
Angolo d'attrito efficace	$\varphi'$	= 43÷48	°
Coesione efficace	$c'$	= 60÷100	kPa
Velocità di propagazione delle onde di taglio	$V_s$	= 700÷900	m/s
Modulo di elasticità	$E'$	= 100÷400	MPa
Spessore (medio)		= 2÷7	m

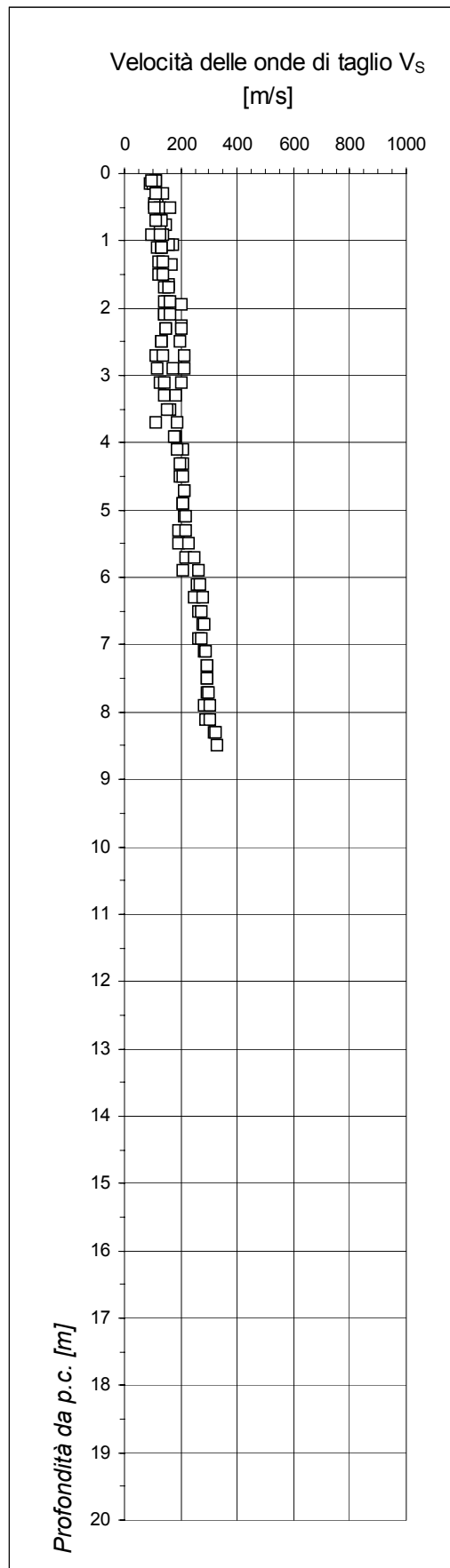
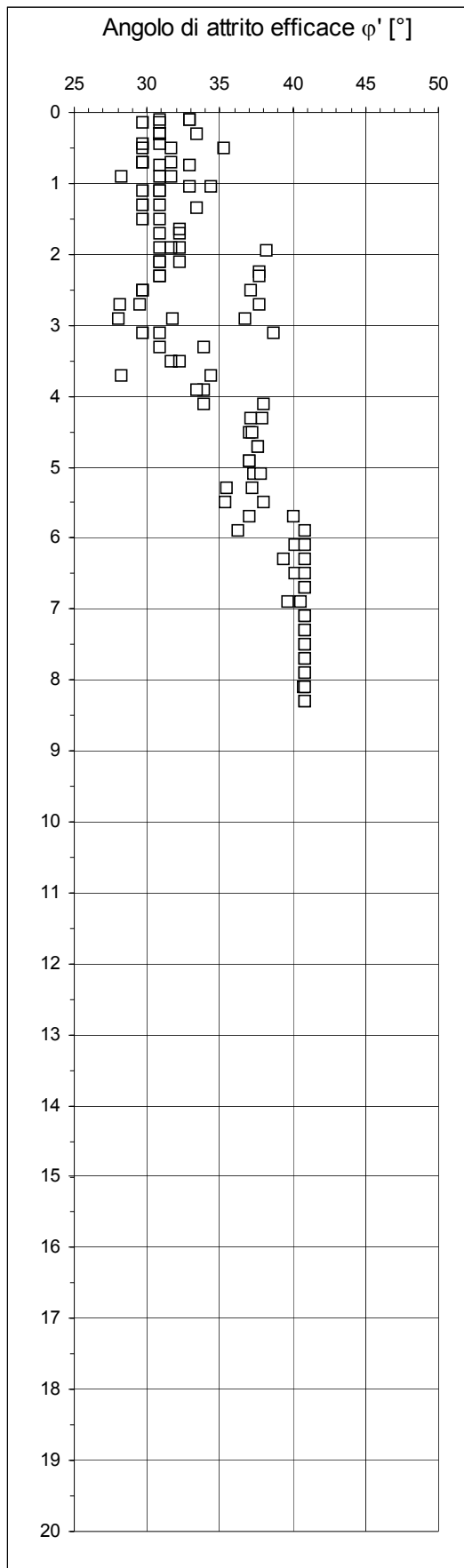
**UNITÀ E:** *limi argillosi e limi sabbiosi con locali livelli di argilla limosa*

Peso di volume naturale	$\gamma_n$	= 20÷21	kN/m <sup>3</sup>
Stato di consistenza		= duro	
Angolo d'attrito efficace	$\varphi'$	= 28÷30	°
Coesione efficace	$c'$	= 10÷30	kPa
Coesione non drenata	$C_u$	= 200÷400	kPa
Velocità di propagazione delle onde di taglio	$V_s$	= 600÷800	m/s
Modulo di elasticità non drenato	$E_u$	= 60÷120	MPa
Spessore (medio)		= 25÷30	m

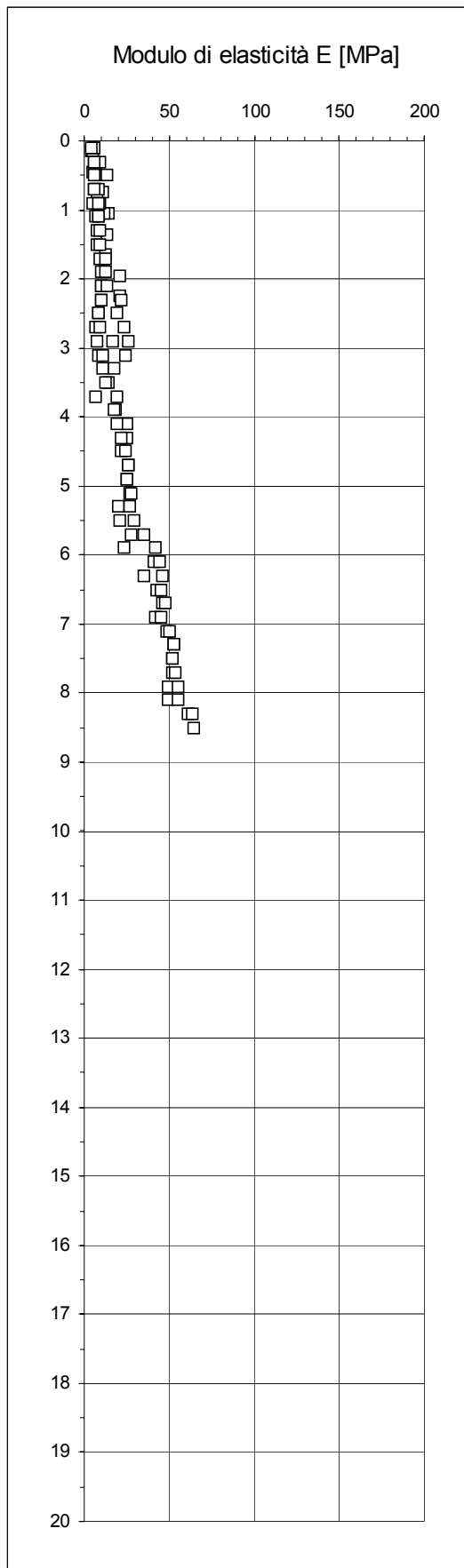
**UNITÀ F:** *calcari marnosi e marne calcaree*

Peso di volume naturale	$\gamma_n$	= 25÷26	kN/m <sup>3</sup>
Geological strenght index	GSI	= 30÷40	-
Resistenza di matrice	$C_o$	= 20÷30	MPa
Angolo d'attrito efficace	$\varphi'$	= 45÷50	°
Coesione efficace	$c'$	= 100÷175	kPa
Velocità di propagazione delle onde di taglio	$V_s$	> 800	m/s
Modulo di deformabilità	$E'$	= 250÷850	MPa
Spessore (medio)		= n.d.	m









**Area omogenea 2:** - Comprende le unità **Caf** e **Vm** individuate nello studio geologico di base.

**UNITÀ A:** *sabbie limoso argillose*

Resistenza alla penetrazione standard media	$N_{SPT} = 2 \div 3$	colpi/30 cm
Peso di volume naturale	$\gamma_n = 18$	$kN/m^3$
Stato di addensamento	= da molto sciolto a sciolto	
Densità relativa	$D_r = 0.12 \div 0.25$	°
Angolo d'attrito efficace	$\varphi' = 28 \div 29$	°
Coesione efficace	$c' = 5 \div 10$	kPa
Velocità di propagazione delle onde di taglio	$V_s = 85 \div 120$	m/s
Modulo di elasticità drenato	$E' = 4 \div 7$	MPa
Spessore (medio)	= $4 \div 5$	m

**UNITÀ B:** *ghiaie e sabbie limoso argillose*

Resistenza alla penetrazione standard media	$N_{SPT} = 18 \div 32$	colpi/30 cm
Peso di volume naturale	$\gamma_n = 19 \div 20$	$kN/m^3$
Stato di addensamento	= Da mediamente addensato ad addensato	
Densità relativa	$D_r = 0.57 \div 0.72$	
Angolo d'attrito efficace	$\varphi' = 35 \div 37$	°
Coesione efficace	$c' = 0 \div 5$	kPa
Velocità di propagazione delle onde di taglio	$V_s = 200 \div 250$	m/s
Modulo di elasticità drenato	$E' = 22 \div 32$	MPa
Spessore (medio)	= $3,5 \div 4$	m

**UNITÀ C:** *ghiaie a cementazione variabile*

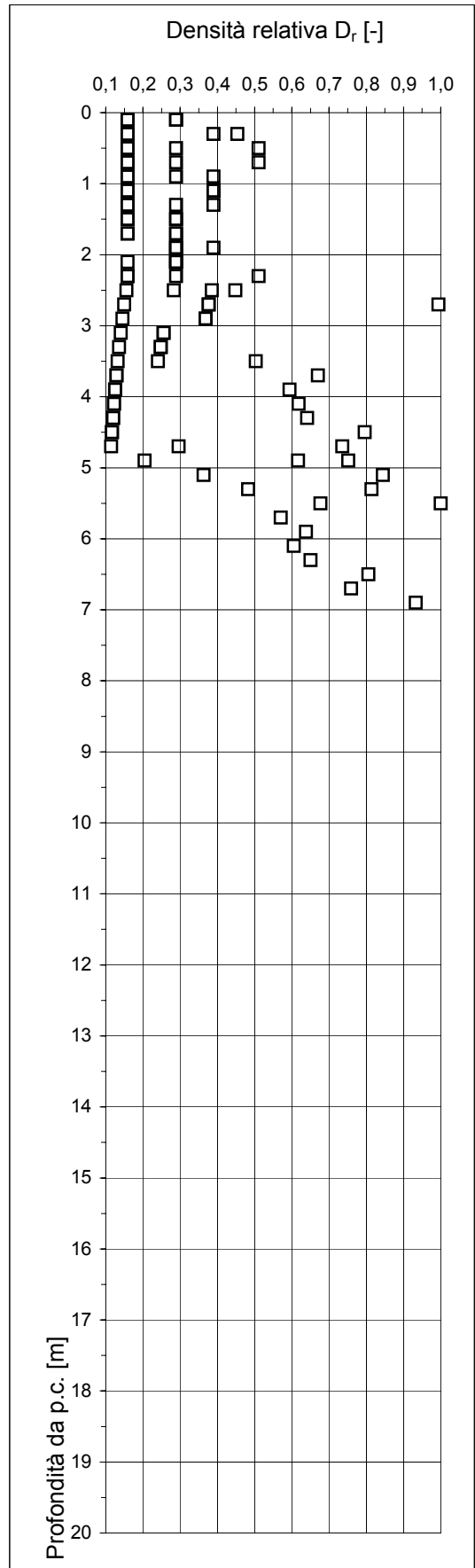
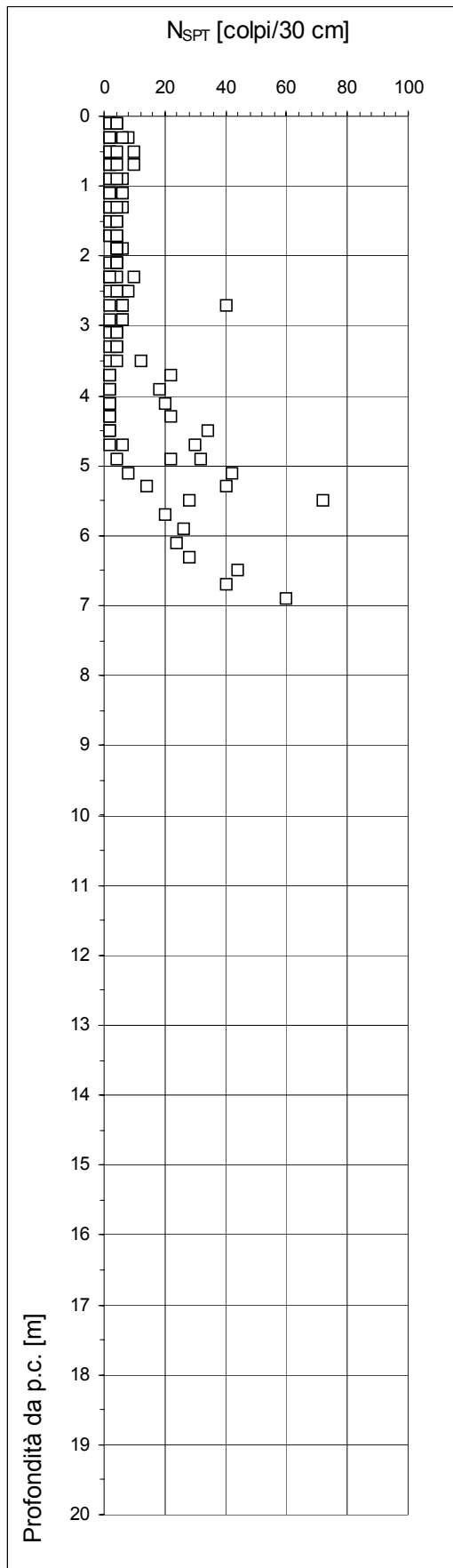
Peso di volume naturale	$\gamma_n = 22 \div 24$	$kN/m^3$
Geological strenght index	$GSI = 30 \div 40$	-
Resistenza di matrice	$C_o = 5 \div 10$	MPa
Angolo d'attrito efficace	$\varphi' = 43 \div 48$	°
Coesione efficace	$c' = 60 \div 100$	kPa
Velocità di propagazione delle onde di taglio	$V_s = 700 \div 900$	m/s
Modulo di elasticità	$E' = 100 \div 400$	MPa
Spessore (medio)	= $0 \div 5$	m

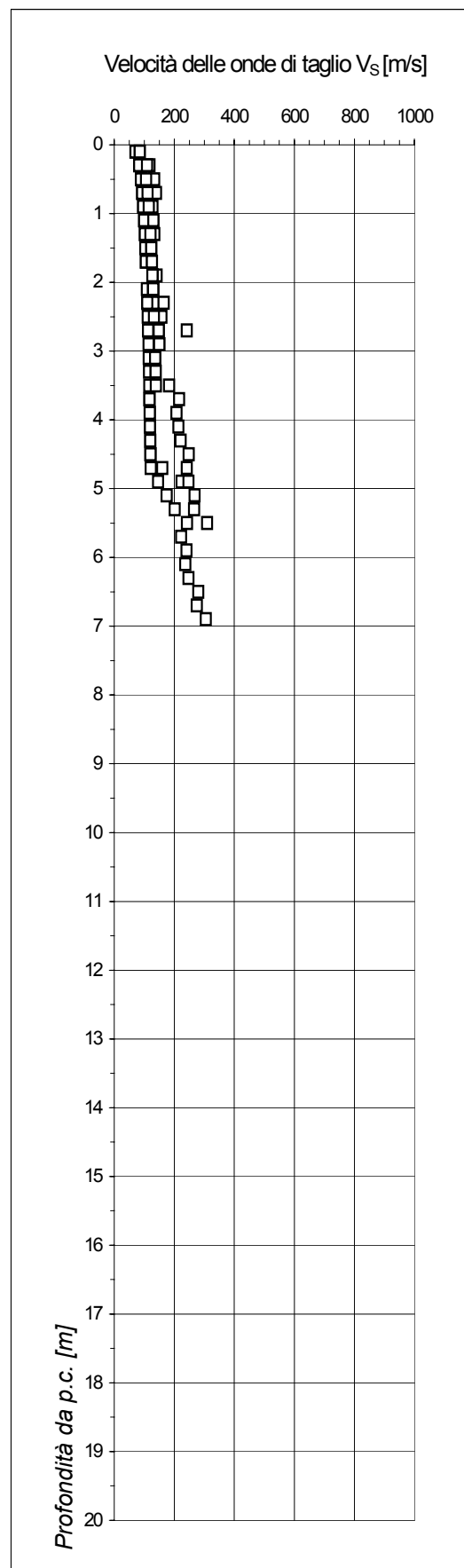
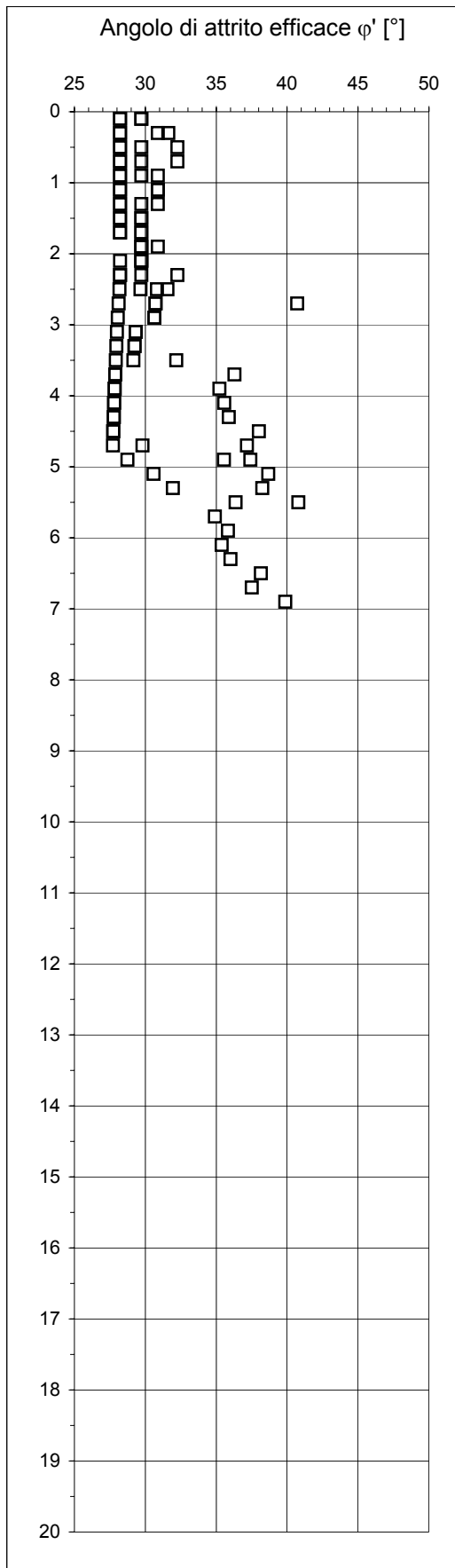
**UNITÀ D:** *limi argillosi e limi sabbiosi con locali livelli di argilla limosa*

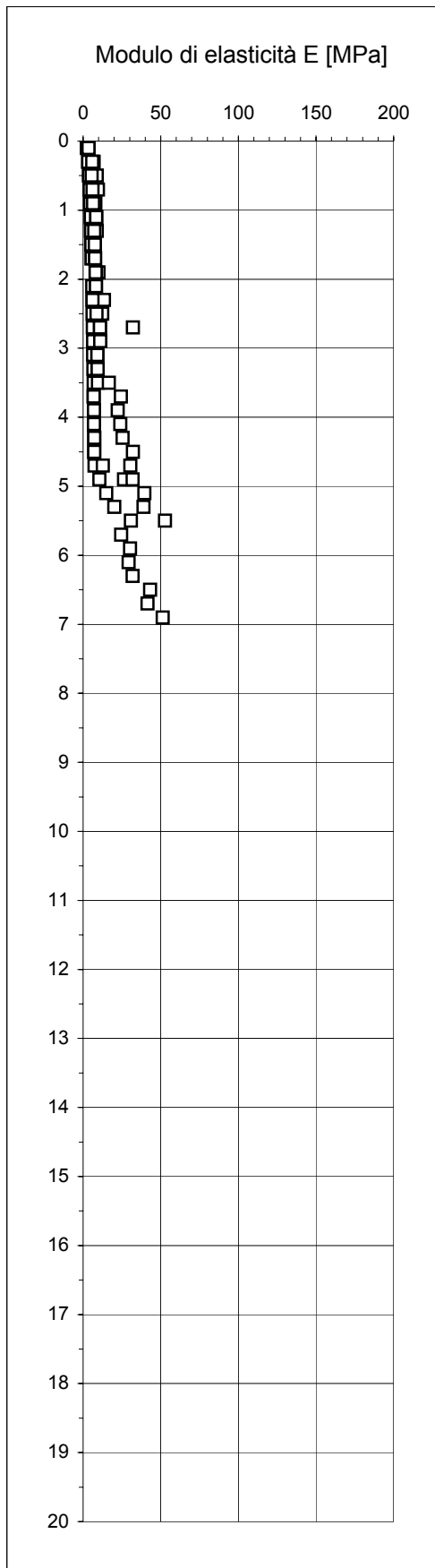
Peso di volume naturale	$\gamma_n = 20 \div 21$	$kN/m^3$
Stato di consistenza	= duro	
Angolo d'attrito efficace	$\varphi' = 28 \div 30$	°
Coesione efficace	$c' = 10 \div 30$	kPa
Coesione non drenata	$C_u = 200 \div 400$	kPa
Velocità di propagazione delle onde di taglio	$V_s = 600 \div 800$	m/s
Modulo di elasticità non drenato	$E_u = 60 \div 120$	MPa
Spessore (medio)	= $0 \div 30$	m

**UNITÀ E:** *calcari marnosi e marne calcaree*

Peso di volume naturale	$\gamma_n$	= 25÷26	kN/m <sup>3</sup>
Geological strenght index	GSI	= 30÷40	-
Resistenza di matrice	Co	= 20÷30	MPa
Angolo d'attrito efficace	$\varphi'$	= 45÷50	°
Coazione efficace	c'	= 100÷175	kPa
Velocità di propagazione delle onde di taglio	$V_s$	> 800	m/s
Modulo di deformabilità	E'	= 250÷850	MPa
Spessore (medio)		= n.d.	m







**Area omogenea 3:** - Comprende le unità **Cal** e **Pa** individuate nello studio geologico di base.

**UNITÀ A:** *limi argillosi e argille limose debolmente sabbiosi*

Peso di volume naturale	$\gamma_n$	= 18÷19	kN/m <sup>3</sup>
Stato di consistenza		= Da tenero a mediamente consistente	
Angolo d'attrito efficace	$\phi'$	= 26÷28	°
Coazione efficace	$c'$	= 5÷15	kPa
Coazione non drenata	$C_u$	= 20÷60	kPa
Modulo di elasticità non drenato	$E_u$	= 5÷20	MPa
Spessore (medio)		= 2÷10	m

**UNITÀ D:** *limi argillosi e limi sabbiosi con locali livelli di argilla limosa*

Peso di volume naturale	$\gamma_n$	= 20÷21	kN/m <sup>3</sup>
Stato di consistenza		= duro	
Angolo d'attrito efficace	$\phi'$	= 28÷30	°
Coazione efficace	$c'$	= 10÷30	kPa
Coazione non drenata	$C_u$	= 200÷400	kPa
Velocità di propagazione delle onde di taglio	$V_s$	= 600÷800	m/s
Modulo di elasticità non drenato	$E_u$	= 60÷120	MPa
Spessore (medio)		= 0÷15	m

**UNITÀ E:** *calcari marnosi e marne calcaree*

Peso di volume naturale	$\gamma_n$	= 25÷26	kN/m <sup>3</sup>
Geological strenght index	GSI	= 30÷40	-
Resistenza di matrice	$C_o$	= 20÷30	MPa
Angolo d'attrito efficace	$\phi'$	= 45÷50	°
Coazione efficace	$c'$	= 100÷175	kPa
Velocità di propagazione delle onde di taglio	$V_s$	> 800	m/s
Modulo di deformabilità	$E'$	= 250÷850	MPa
Spessore (medio)		= n.d.	m

**Area omogenea 4:** - Comprende l'unità **Sr** individuata nello studio geologico di base.

**UNITÀ A:** *calcari marnosi e marne calcaree*

Peso di volume naturale	$\gamma_n$	= 25÷26	kN/m <sup>3</sup>
Geological strenght index	GSI	= 30÷40	-
Resistenza di matrice	$C_o$	= 20÷30	MPa
Angolo d'attrito efficace	$\phi'$	= 45÷50	°
Coazione efficace	$c'$	= 100÷175	kPa
Velocità di propagazione delle onde di taglio	$V_s$	> 800	m/s
Modulo di deformabilità	$E'$	= 250÷850	MPa
Spessore (medio)		= n.d.	m

Si precisa che in assenza di indagini dirette sitospecifiche relative alle unità sottostanti i depositi glaciali e fluvioglaciali di copertura, rappresentati dalle ghiaie

cementate (Unità dei conglomerati), limi argillosi (Unità delle argille sotto il ceppo) e marne calcaree (substrato lapideo), i parametri geotecnici sopra riportati sono stati ricavati sulla base di dati d'archivio in possesso degli scriventi relativi ad aree limitrofe, e che gli spessori delle unità descritte sono stati estrapolati dalle sezioni riportate in Tav.3 ricostruite su dati di pozzo.

Si precisa altresì, che per le ghiaie cementate e per i calcari marnosi, caratterizzati da inviluppi di rottura marcatamente curvilinei, i valori di resistenza a taglio espressi in termini di angolo d'attrito e coesione efficace sopra indicati, sono da ritenersi validi unicamente nel campo tensionale compreso tra 0 e 0.1 Mpa, significativo per problematiche applicative di carattere superficiale (capacità portante di fondazioni superficiali, verifiche di stabilità di scavi di altezza limitata a 4÷5 m).

#### **7.4 ULTERIORI ELEMENTI DI CARATTERE GEOLOGICO-TECNICO, IDROGEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO**

Oltre alle aree descritte, trovano espressione sul territorio comunale alcuni elementi areali e lineari, riportati in **Tav. 5**, da considerare nella pianificazione urbanistica, quali:

- Idrografia (corsi d'acqua, laghi in ex ambito estrattivo, zone umide);
- Piana alluvionale potenzialmente esondabile, lungo la valle del fiume Lambro;
- Aree interessate dalla presenza di ex ambito estrattivo recuperato, attualmente adibito a parco pubblico – Oasi di Baggero.

La coltivazione di marna da cemento nella miniera di Baggero, comune di Merone (CO), si è esaurita a metà degli anni settanta. Successivamente, a seguito degli interventi di recupero ambientale il cantiere è stato trasformato in un'oasi naturalistica. Attualmente l'Oasi di Baggero si estende su una superficie di 200.000 metri quadrati ed è composta da due laghi comunicanti circondati da pareti completamente rinverdite.

Nel corso del 2002 Holcim Italia S.p.A ha stipulato un accordo con il Consorzio Parco regionale Valle Lambro ed i comuni interessati per la gestione dell'Oasi con programmi specifici, ridando così valore e fruibilità collettiva al sito.

- Aree interessate dalla presenza di discarica incontrollata, oggetto di caratterizzazione ambientale ai sensi del D.M. 471/99.

Si tratta di un'area situata in località Momberto, che in passato (a partire dalla fine degli anni '70) è stata oggetto di accumulo non autorizzato di materiali vari, essenzialmente costituiti da inerti e laterizi provenienti dalla demolizione di vecchi fabbricati. Ciò ha determinato una modificazione della morfologia naturale dell'area. La presenza della discarica incontrollata è stata denunciata al Sindaco di Lambrugo nel 1986 da un gruppo naturalistico operante nel comune stesso. Da quella data si sono susseguiti una serie di atti amministrativi e di indagini (tra cui due campagne di campionamento delle acque di percolato e dei rifiuti), che si sono conclusi con una Ordinanza Sindacale del luglio 2001 in cui è stata imposta la predisposizione di un piano di caratterizzazione ambientale ai sensi del D.M. 471/99.



Le indagini previste da tale piano sono state eseguite nel mese di aprile 2002 e sono consistite nella realizzazione di 5 microsondaggi attrezzati a piezometro situati tutti alla base della scarpata del fronte della discarica, di 5 trincee esplorative, di campionamenti di terreno, acqua di percolazione, acqua di falda e di acqua superficiale. Dalle stratigrafie delle trincee esplorative è emerso che lo spessore dei rifiuti aumenta da ovest (dove lo spessore è di circa 1 m) ad est (dove lo spessore dei rifiuti è superiore a 3,5 m). Le determinazioni analitiche condotte sui terreni dei microsondaggi hanno evidenziato che cadmio, mercurio ed idrocarburi in tutti i campioni hanno concentrazioni inferiori ai limiti di rilevabilità del metodo analitico, mentre i restanti metalli presentano valori di concentrazione entro i limiti del D.M. 471/99 per uso verde residenziale. Nei campioni di acqua il mercurio, il nichel, il piombo e gli idrocarburi presentano valori di concentrazione inferiori al limite di rilevabilità del metodo analitico. Infine nei campioni di terreno e di acque prelevati nel corso della realizzazione delle trincee esplorative e nei campioni di acqua prelevati da acque superficiali non sono state rilevate situazioni di non conformità rispetto ai limiti tabellari del D.M. 471/99.

Pertanto non si è ritenuto necessario predisporre indagini integrative e prevedere alcun tipo di intervento di bonifica.

- Area interessata da Caratterizzazione ambientale e Progetto di bonifica ex art. 249 D.Lgs 152 e s.m.i..

Si tratta dell'ex area produttiva "Tessitura Molteni & C." sita in via Brianza, inserita in un Piano Integrato di Intervento di riconversione a destinazione residenziale, presso la quale nel corso del mese di dicembre 2009 è stata eseguita una Indagine ambientale preliminare ex D.Lgs 152/06 al fine di verificare lo stato qualitativo del sito, consistita nella realizzazione di n. 18 trincee esplorative tramite escavatore spinte fino alla profondità di circa 3,00 m da p.c.. e campionamento negli intervalli 0 - 1 m e 2 - 3 m.

A seguito del rinvenimento dei serbatoi interrati nel punto di indagine T1, vista l'alterazione organolettica del terreno adiacente ai serbatoi interrati di gasolio, si è provveduto alla messa in sicurezza di emergenza dello scavo mediante asportazione ed accumulo temporaneo del terreno all'interno del capannone esistente. Al termine delle operazioni di messa in sicurezza sono stati prelevati dei campioni di terreno dal fondo scavo e dalle tre pareti residuali dello scavo T1, al fine di verificarne analiticamente lo stato qualitativo. Dai referti analitici è stato riscontrato il superamento delle Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC), previste per la destinazione urbanistica residenziale dal D.Lgs 152/06 e s.m.i. (tabella 1 dell'allegato 5 al titolo V, colonna A), esclusivamente per il campione T1 di fondo scavo per il parametro C>12 (73 mg/kg contro un valore limite di 50 mg/kg).

Vista l'esigua estensione della potenziale contaminazione, si è proceduto alla Caratterizzazione e alla elaborazione del Progetto di Bonifica ai sensi dell'art. 249 del D.Lgs 152/06. In esso è stata prevista la rimozione di un volume di circa 90 mc di terreno in corrispondenza del punto T1 (definito tramite la realizzazione di tre trincee esplorative di caratterizzazione) ed il suo conferimento come rifiuto certificato in impianto autorizzato. Per l'accertamento della corretta esecuzione

degli interventi di bonifica prefissati, è stato previsto, in contraddittorio con gli Enti di controllo, di procedere al collaudo del fondo scavo di bonifica mediante prelievo di campioni di terreno e ricerca analitica del parametro Idrocarburi pesanti  $C>12$ .

In data 6 luglio 2010, presso il Comune di Lambrugo, si è svolta la conferenza dei servizi durante la quale è stato espresso parere favorevole con prescrizioni al Progetto di Bonifica presentato.

## 8 ANALISI DEL RISCHIO SISMICO

La valutazione degli aspetti di "pericolosità sismica", intesa come la misura dello scuotimento al suolo atteso in un dato sito e derivata da dati sismologici già disponibili, concorre alla valutazione del rischio sismico che condiziona la componente geologico-applicativa a fini urbanistici.

Con il termine rischio sismico vengono in qualche modo identificati e valutati gli effetti prodotti da un terremoto sul territorio, misurabili come danni attesi.

La normativa antisismica vigente basa il proprio principio nella stima dello scuotimento del suolo previsto in un certo sito durante un dato periodo di tempo a causa dei terremoti e definisce i requisiti antisismici per le nuove costruzioni in determinate zone del Paese.

Gli studi sismologici e geologici che seguirono i terremoti del 1976 in Friuli e del 1980 in Irpinia, svolti nell'ambito del Progetto Finalizzato Geodinamica del CNR, hanno portato ad un sostanziale sviluppo delle conoscenze sulla sismicità del territorio nazionale ed hanno permesso la formulazione di una proposta di classificazione sismica del territorio nazionale che fu adottata tra il 1981 ed il 1984 con vari decreti del Ministro dei Lavori Pubblici. Tale proposta si basava per la prima volta su parametri quantitativi definiti in modo omogeneo per tutto il territorio nazionale (scuotibilità e massima intensità risentita), con l'integrazione di alcuni elementi sismotettonici. La sismicità veniva stabilita attraverso il grado di sismicità S e venivano individuate 3 categorie sismiche con rispettivi valori del coefficiente S. In particolare per il territorio lombardo, il decreto ministeriale del 5 marzo 1984, a titolo "Dichiarazione di sismicità di alcune zone della Regione Lombardia", dichiarava di II categoria sismica, quarantuno Comuni suddivisi in quattro province (Figura 8.1).



Figura 8.1 – Classificazione sismica del territorio italiano del 1984

La mappa delle zone sismiche non è stata più aggiornata dal 1984, sebbene le conoscenze scientifiche si siano progressivamente evolute rispetto agli anni ottanta. Nel 1996, al termine di un ciclo di studi realizzati dal Gruppo nazionale per la difesa dei terremoti (GNDT), sono state prodotte mappe di pericolosità sismica, denominate PS4, basate su un nuovo catalogo di terremoti (NT4), su una zonazione sismogenetica (ZS4) definita sulla base di dati geologici e geofisici, sull'utilizzo di leggi di attenuazione di parametri strumentali e macrosismici, su metodologie di determinazione dei ratei di sismicità e della distribuzione della pericolosità sismica aggiornati ed innovativi.

Nel 1998 è stata prodotta dal Gruppo di Lavoro 1999, istituito dalla Commissione Grandi Rischi del Dipartimento della Protezione Civile, la mappa di pericolosità sismica che è divenuta l'elaborato provvisorio nazionale di riferimento e cioè: "Proposta di riclassificazione sismica del territorio nazionale" che utilizza 3 categorie sismiche più una categoria di Comuni Non Classificati (NC) (Figura 8.2).

L'approccio per la definizione di tale mappa è di tipo probabilistico (metodo di Cornell), con l'utilizzo delle relazioni di attenuazione di due indicatori di pericolosità d'interesse rappresentati dall'accelerazione orizzontale di picco denominata in inglese  $a_{max}$  (con probabilità di superamento del 10% in 50 anni) e l'intensità macrosismica.

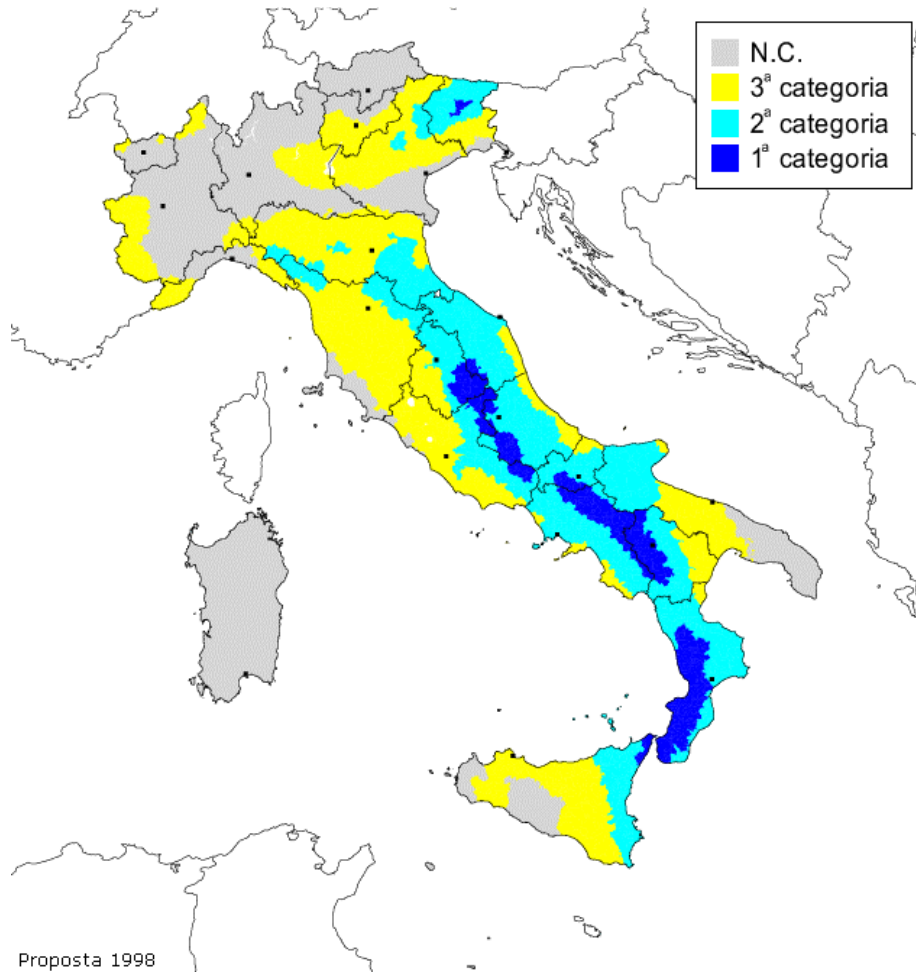


Figura 8.2 – Proposta di riclassificazione del 1998

In seguito al terremoto del 31 ottobre 2002 ed in particolare con il crollo della scuola di San Giuliano, il 20 marzo 2003 è stata promulgata l'ordinanza n. 3274 della Presidenza del Consiglio dei Ministri: "*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e normative tecniche per le costruzioni in zona sismica*", con la quale sono stati approvati i "Criteri per l'individuazione delle zone sismiche – individuazione, formazione ed aggiornamento degli elenchi delle medesime zone" (allegato 1) e le connesse norme tecniche per fondazioni e muri di sostegno, edifici e ponti (allegati 2, 3 e 4). Tale ordinanza ha definitivamente sancito che **tutto il territorio italiano è sismico**, con diversi livelli di pericolosità.

Le novità introdotte dall'ordinanza sono così sinteticamente descritte:

- le Regioni provvedono, ai sensi del D.Lgs 112/98 e sulla base dei criteri generali di cui all'All. 1, all'individuazione, formazione ed aggiornamento dell'elenco delle zone sismiche; è facoltà delle regioni di introdurre in zona 4 la progettazione antisismica;
- obbligo di applicazione delle nuove norme tecniche non oltre i 18 mesi dall'entrata in vigore dell'ordinanza;
- obbligo di verifica, entro 5 anni, sia degli edifici di interesse strategico e delle opere infrastrutturali fondamentali per finalità di protezione civile durante gli

eventi sismici, sia degli edifici e delle opere infrastrutturali che possono assumere rilevanza in relazione alle conseguenze di un eventuale collasso; le verifiche dovranno riguardare in via prioritaria edifici ed opere ubicate nelle zone 1 e 2, secondo quanto indicato nell'Allegato 1;

- le norme tecniche dell'Ordinanza indicano 4 classi di accelerazione orizzontale massima del suolo ( $a_{max}$ ) con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni e le relative norme progettuali e costruttive da applicare; pertanto il numero delle zone sismiche è fissato in 4;
- l'ordinanza stabilisce inoltre che la competenza delle Regioni in materia di individuazione delle zone sismiche si eserciti a partire da un elaborato di riferimento, da elaborarsi entro 1 anno in modo omogeneo e a scala nazionale secondo i criteri previsti dal citato All. 1.

La Regione Lombardia, con d.g.r. 7 novembre 2003, n. 7/14964, in cui vengono indicate le disposizioni preliminari per l'attuazione dell'Ordinanza, ha recepito, in via transitoria e fino a nuova determinazione, l'elenco delle zone sismiche (Allegato A dell'Allegato 1 dell'Ordinanza n. 3274/03).

In particolare, in prima applicazione, fino alle deliberazioni delle Regioni, le zone sismiche sono state individuate sulla base del documento del 1998 sopra citato "Proposta di riclassificazione sismica del territorio nazionale", con la seguente precisazione:

- la classificazione di ciascun comune è riportata in Allegato A;
- i comuni "non classificati" devono essere intesi come appartenenti alla zona 4;
- i comuni appartenenti rispettivamente alla I, II, e III categoria devono essere intesi come rispettivamente alle zone 1, 2 e 3;
- laddove un comune passasse da una categoria a rischio più elevato ad una a rischio meno elevato, viene mantenuta la zona con rischio più elevato.

Di seguito si citano alcune importanti disposizioni della d.g.r. sopraccitata:

- punto 3: nella zona sismiche 4, le norme tecniche di cui all'Ordinanza si applicano obbligatoriamente ai soli edifici strategici ed opere infrastrutturali di interesse fondamentale per finalità di protezione civile durante gli eventi sismici e agli edifici e opere infrastrutturali che possono assumere rilevanza in relazione alle conseguenze di un eventuale collasso;
- punto 8: i comuni classificati in zona 2 e 3 devono aggiornare gli studi geologici di supporto agli strumenti urbanistici in prospettiva sismica, secondo i disposti del punto 2.2 della d.g.r. 7/6645/01 "Particolari norme per i comuni classificati in zona sismica". I comuni classificati in zona 4 predisporranno l'aggiornamento dello studio in prospettiva sismica all'atto della revisione del proprio strumento urbanistico.

Le mappe di pericolosità sismica in riferimento all'Ordinanza 3274, per il territorio italiano e per la regione Lombardia, sono illustrate nella Figura 8.3 e nella Figura 8.4, mentre in Figura 8.5 è riportata la classificazione sismica per il territorio lombardo.

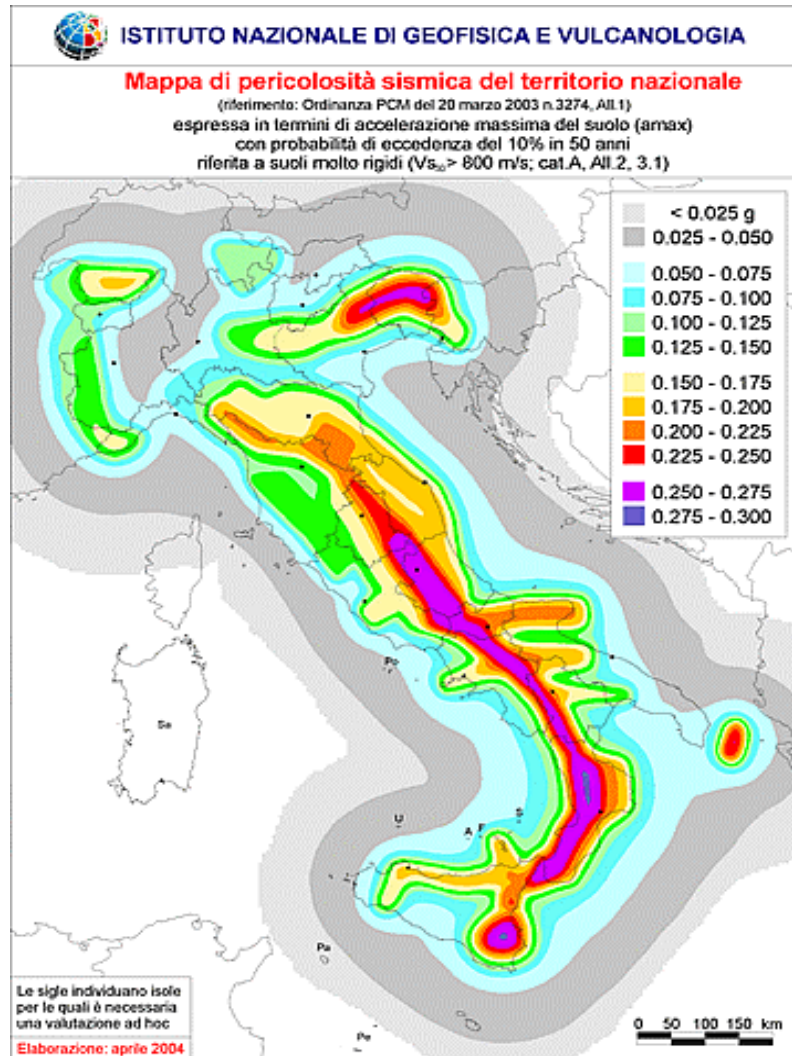


Figura 8.3 - Mappa di pericolosità sismica OPCM 20 marzo 2003 n. 3274



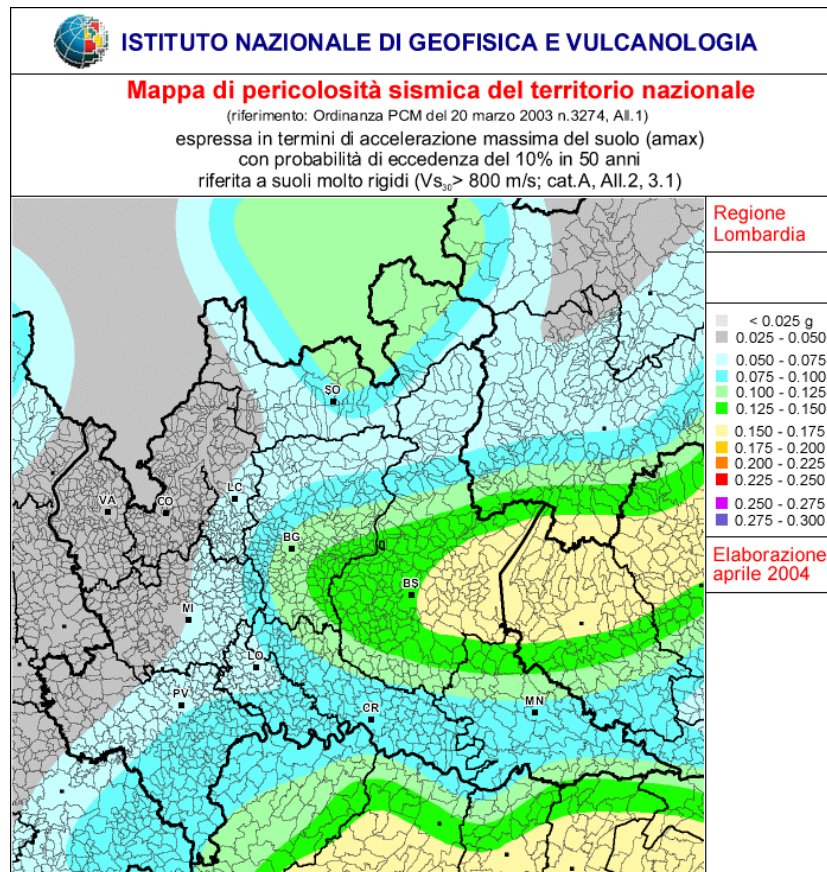


Figura 8.4 - Mappa di pericolosità sismica Opcom 20 marzo 2003 n. 3274, Lombardia

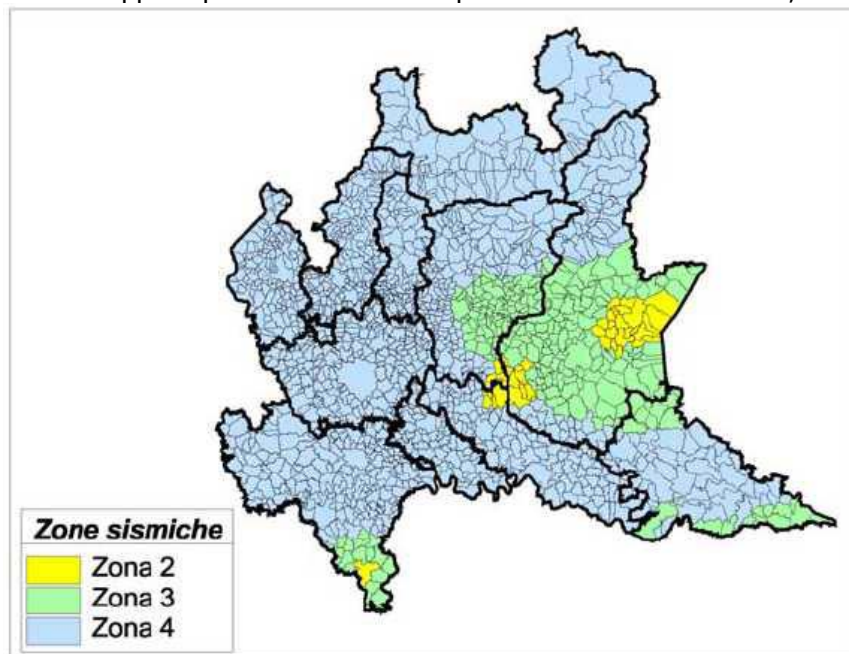


Figura 8.5 - Classificazione dei comuni lombardi in zone sismiche

In data 11 maggio 2006 è stata pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale l'Ordinanza della Presidenza del Consiglio dei Ministri n. 3519, con la quale sono stati approvati i "Criteri per l'individuazione delle zone sismiche e la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone" (Allegato 1.A) e la Mappa di pericolosità sismica



di riferimento a scala nazionale (Allegato 1.B) (Figura 8.6) definiti nel "Progetto INGV-DPC S1 (2006). Proseguimento della assistenza al DPC per il completamento e la gestione della mappa di pericolosità sismica prevista dall'Ordinanza PCM 3274 e progettazione di ulteriori sviluppi". I criteri sono stati successivamente aggiornati, al fine di armonizzarne il testo con la revisione delle Norme Tecniche per le costruzioni e sono stati approvati con parere favorevole dell'Assemblea del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici del 27 luglio 2007, voto n. 36.

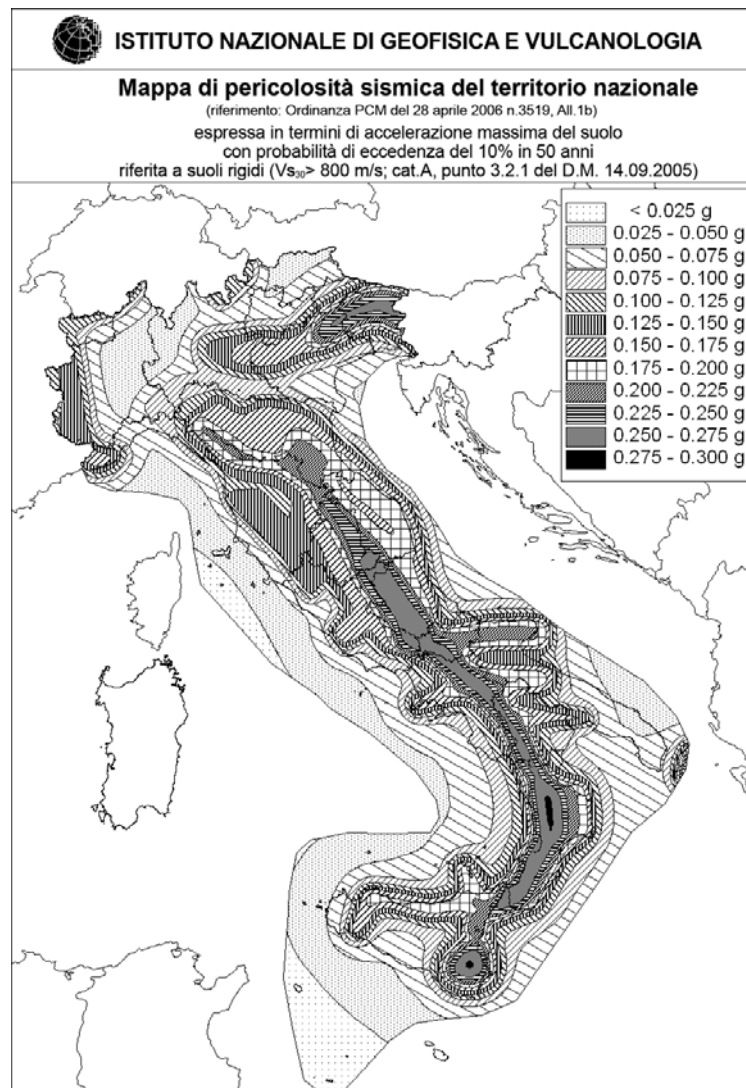


Figura 8.6 - Mappa di pericolosità sismica Opcm n. 3519

Il 4 febbraio 2008 sono state pubblicate sulla Gazzetta Ufficiale le "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni" elaborate dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici. L'allegato A di tali Norme prevede che l'azione sismica di riferimento per la progettazione venga definita sulla base dei valori di pericolosità sismica proposti dall'INGV al termine del Progetto S1 (2006).

Queste stime di pericolosità sismica sono state elaborate dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici per ottenere i parametri che determinano la forma dello spettro di

risposta elastica; tali parametri sono proposti nell'allegato B del Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008.

Secondo il nuovo decreto e come definito nell'allegato A del decreto stesso, in fase di progettazione l'**azione sismica** è valutata in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido a superficie orizzontale, riferendosi non ad una zona sismica territorialmente coincidente con più entità amministrative (quattro zone sismiche), ad un'unica forma spettrale e ad un periodo di ritorno prefissato ed uguale per tutte le costruzioni, bensì **deve essere definita puntualmente al variare del sito e del periodo di ritorno considerati**, in termini sia di accelerazione orizzontale massima del suolo  $a_g$  che di forma dello spettro di risposta ( $F_0$  – valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale,  $T^*_c$  – periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale), in corrispondenza di un reticolo di riferimento con nodi a distanza non superiore ai 10 km.

L'azione sismica così individuata deve essere variata in funzione delle modifiche apportate dalle condizioni sito-specifiche (caratteristiche litologiche e morfologiche locali).

L'Allegato B al decreto fornisce le tabelle contenenti i valori dei parametri  $a_g$ ,  $F_0$  e  $T^*_c$  relativi alla pericolosità sismica su reticolo di riferimento, consultabile sul sito <http://esse1.mi.ingv.it/>.

## 8.1 ASPETTI NORMATIVI E METODOLOGICI REGIONALI

All'interno del percorso normativo nazionale, con la pubblicazione sul B.U.R.L. n. 3 del 19 gennaio 2006, 3° supplemento straordinario, della 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 legge regionale 11 marzo 2005 n. 12"* e del recente aggiornamento – d.g.r. 28 maggio 2008 n. 8/7374, la Regione Lombardia ha definito le linee guida e le procedure operative per la valutazione degli effetti sismici di sito a cui uniformarsi nella definizione del rischio sismico locale.

Tenuto conto dei valori di sollecitazione sismica di base  $a_g$  attesi all'interno del territorio comunale di Lambrugo, così come definiti nella tabella 1 dell'Allegato B al d.m. 14 gennaio 2008 *"Nuove Norme tecniche per le costruzioni"* per eventi con tempo di ritorno di 475 anni e probabilità di superamento del 10% in 50 anni, compresi tra 0.0458g e 0.0519g, l'intero territorio comunale è attribuibile alla **Zona Sismica 4** ai sensi dei criteri generali di classificazione di cui al Voto n. 36 del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici del 27/07/2007 *"Pericolosità sismica e criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale"* e della O.P.C.M. 28 aprile 2006 n. 3519 *"Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento delle medesime zone"*.

Tuttavia, in base alla classificazione attualmente vigente in Regione Lombardia, derivante dalla O.P.C.M. 20 marzo 2003 n. 3274, recepita dalla Regione Lombardia con d.g.r. 7 novembre 2003 n. 14964, il territorio comunale di Lambrugo è inserito in Zona Sismica 4. Tale classificazione consente a livello amministrativo di definire gli ambiti di applicazione dei vari livelli di approfondimento (1° livello, 2° livello e 3° livello) come indicato al punto 1.4.3 della d.g.r. 28 maggio 2008 n. 8/7374 e secondo le specifiche del relativo allegato 5.

Alla luce di tali considerazioni, nell'ambito dei diversi livelli di approfondimento previsti dall'Allegato 5 alla d.g.r. n. 8/7374/08, nel presente studio l'analisi del rischio sismico locale è stata condotta adottando la procedura di 1° livello (obbligatoria per i comuni in zona sismica 4) che, a partire dalle informazioni già acquisite nella fase di analisi territoriale di base, consente l'individuazione di ambiti areali caratterizzati da specifici scenari di pericolosità sismica locale in cui gli effetti della sollecitazione sismica di base attesa sono prevedibili con sufficiente approssimazione, la cui quantificazione dovrà essere oggetto di specifici studi di approfondimento (come indicato nelle successive Norme geologiche di Piano – artt. 2 e 3).

Si sottolinea comunque che, in accordo alla d.g.r. 28 maggio 2008 n. 8/7374 e al comma 4 dell'art. 20 della Legge 28 febbraio 2008, n. 31 *“Conversione in legge, con modificazioni, del decreto legge 31 dicembre 2007, n. 248, recante Proroga di termini previsti da disposizioni legislative e disposizioni urgenti in materia finanziaria”*, su tutto il territorio comunale gli edifici il cui uso prevede affollamenti significativi, gli edifici industriali con attività pericolose per l'ambiente, le reti viarie e ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza e le costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti e con funzioni sociali essenziali di cui al d.d.u.o. 21 novembre 2003 n. 19904 *“Approvazione elenco tipologie degli edifici e opere infrastrutturali e programma temporale delle verifiche di cui all'art. 2, commi 3 e 4 dell'ordinanza p.c.m. n. 3274 del 20 marzo 2003, in attuazione della d.g.r. n. 14964 del 7 novembre 2003”* **dovranno essere progettati adottando i criteri antisismici di cui al d.m. 14 gennaio 2008** *“Nuove Norme tecniche per le costruzioni”*.

Per l'individuazione degli scenari di pericolosità sismica locale si è fatto riferimento alla Tabella 1 di cui all'Allegato 5 alla d.g.r. 28 maggio 2008 n. 8/7374 di seguito riportata.

Tabella 8.1 - Scenari di pericolosità sismica locale e relativi effetti

<i>Sigla</i>	<i>SCENARIO PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE</i>	<i>EFFETTI</i>
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	
Z2	Zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti (riporti poco addensati, depositi altamente compressibili, ecc.) Zone con depositi granulari fini saturi	Cedimenti e/o liquefazioni
Z3a	Zona di ciglio H > 10 m (scarpata, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica)	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

Ai fini della individuazione dei possibili scenari di pericolosità sismica locale nell'ambito del territorio in esame si sono analizzati criticamente e rielaborati i dati geologici e geotecnici acquisiti nel corso della fase di analisi, facendo in particolare riferimento ai seguenti elaborati:

- Tav. 1 caratteri geologici e geomorfologici - scala 1:10.000
- Tav. 2 Idrogeologia e vulnerabilità - scala 1:10.000
- Tav. 3 Sezioni idrogeologiche - scala 1:10.000
- Tav. 4 Dinamica geomorfologica - scala 1:5.000
- Tav. 5 Caratteri geologico- tecnici - scala 1:5.000

e alle indagini geognostiche condotte all'interno del territorio esaminato in occasione di interventi edilizi, precedentemente elencate nel § 7.1.

## 8.2 PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE DEL TERRITORIO COMUNALE

Con riferimento al d.m. 14/01/08 "Norme tecniche per le costruzioni" la sismicità di base del territorio comunale di Lambrugo è definibile in funzione del valore assunto dall'accelerazione massima attesa su suolo rigido per eventi con tempo di ritorno di 475 anni e probabilità di superamento del 10% in 50 anni definita nella tabella 1 allegata al citato decreto ministeriale in corrispondenza dei nodi di un reticolo di riferimento nazionale mostrato nella figura sottostante per l'area in esame.

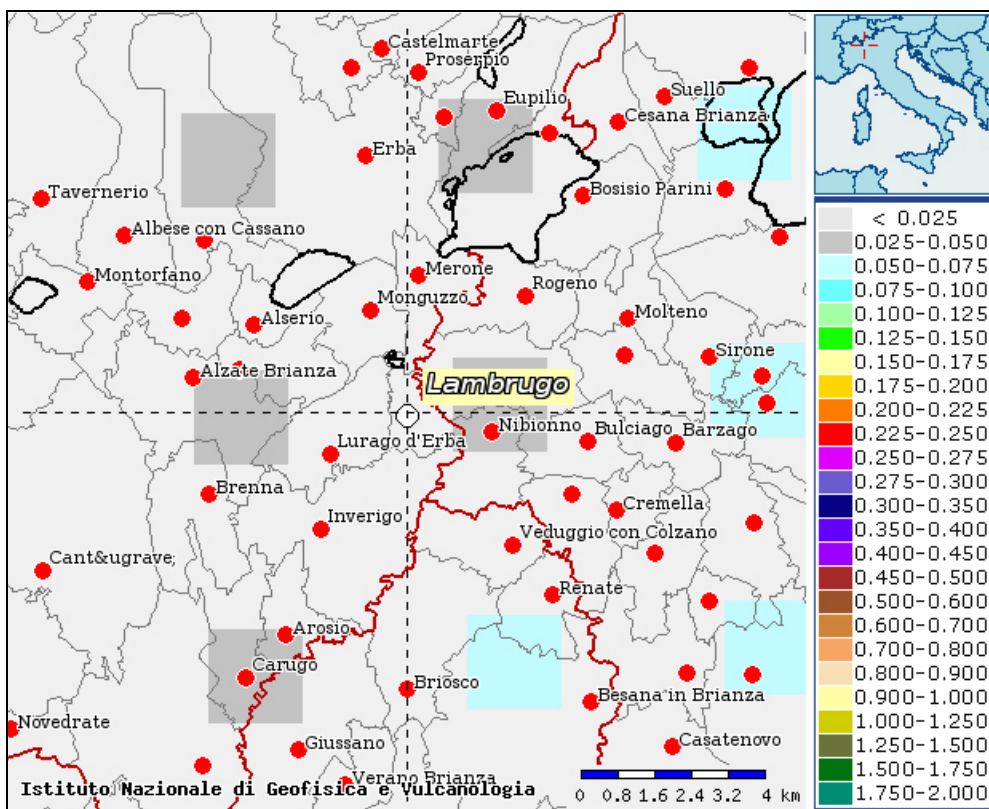


Figura 8.7 - Reticolo di riferimento nazionale

In particolare i valori di scuotimento relativi ai quattro nodi utilizzabili per la definizione del valore medio significativo per il territorio in esame sono mostrati nella seguente tabella unitamente ai parametri di base che definiscono lo spettro di risposta elastico:

ID Punto [-]	Coord. Nord [°]	Coord. Est [°]	$a_{g(475)}$ [g]	$F_o$ [-]	$T_c^*$ [s]
10930	45,761	9,2671	0,0498	2,630	0,280
10929	45,759	9,1957	0,0458	2,650	0,280
11152	45,711	9,2707	0,0519	2,620	0,280
11151	45,709	9,1993	0,0472	2,640	0,280

Sulla base dei dati sopra indicati è possibile definire **un valore medio valido** nell’ambito del territorio esaminato **ai soli fini pianificatori**, mentre per la definizione delle azioni sismiche a livello progettuale occorrerà definire puntualmente le azioni sismiche come media pesata dei valori assunti nei quattro vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento contenente il punto in esame adottando come pesi gli inversi delle distanze tra il punto in esame ed i vertici considerati (nel caso in cui non sia prevista l’applicazione di studi di approfondimento di 3° livello e nel caso in cui il Fattore di Amplificazione (Fa) calcolato con l’applicazione del 2° livello risulti minore di Fa di soglia).

Nel caso in esame si ottengono i seguenti valori medi dei parametri sismici di base:

$a_{g(475)}$ [g]	$F_o$ [-]	$T_c^*$ [s]
0,0487	2,64	0,28

Sulla base del d.m. 14/01/08, per le costruzioni di **Tipo 2** e **Classe d'Uso 4**, in cui possono ritenersi ricomprese le tipologie previste nel d.d.u.o. 21 novembre 2003 n. 19904, la sismicità di base è caratterizzata da un valore medio di accelerazione massima al bedrock  $a_g$  per eventi con tempo di ritorno di 949 anni e probabilità di superamento del 10% (Stato Limite di salvaguardia della Vita – SLV) in 100 anni pari a 0.0591g.

Si ottengono così i seguenti valori medi dei parametri sismici di base:

$a_{g(949)}$ [g]	$F_o$ [-]	$T_c^*$ [s]
0.0591	2.67	0.30

Sulla base delle leggi di variazione delle velocità di propagazione delle onde di taglio ricavate all'interno di ciascuna area omogenea (cfr. § 7.3.1) è possibile definire un valore di velocità media di propagazione delle onde di taglio nei primi 30 m al di sotto del piano campagna  $V_{S30}$ , secondo la seguente espressione, in accordo al d.m. 14.01.08:

$$V_{S30} = 30 / \sum (h_i / V_{Si})$$

dove  $h_i$  e  $V_{Si}$  rappresentano rispettivamente lo spessore e la velocità di propagazione delle onde di taglio di ciascuno strato.

Per il territorio comunale di Lambrugo le indagini disponibili e le correlazioni empiriche dei dati esaminati, individuano, in tutto il territorio comunale, la presenza di un substrato rigido nei primi 30÷35 m di profondità (localmente anche molto più in superficie, fino a zone in cui è addirittura affiorante o sub-affiorante); in tale contesto la  $V_S$  media è da riferire allo spessore dei terreni di copertura e non all'intero spessore di 30 m. Pertanto, il valore medio di  $V_S$  dei terreni di copertura ottenuto è pari a **200m/s**, e la corrispondente categoria sismica del terreno, individuata tra quelle previste al punto 3.2.2 del d.m. 14.01.08, per tutto il territorio comunale è la categoria **E**, ad eccezione della zona omogenea 4 caratterizzata dalla presenza di substrato lapideo affiorante o subaffiorante ed ascritta di conseguenza alla categoria **A**.

Sulla base della categoria dei terreni e delle accelerazioni sismiche attese al bedrock è possibile definire quindi l'azione sismica di base che caratterizza il territorio esaminato sulla base dello spettro di risposta elastico riferito ad uno smorzamento convenzionale del 5% definito dalle seguenti espressioni:

Componente orizzontale

$$\begin{aligned}
 0 \leq T < T_B & \quad S_e(T) = a_g * S * \eta * F_o * \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta F_o} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right] \\
 T_B \leq T < T_C & \quad S_e(T) = a_g * S * \eta * F_o \\
 T_C \leq T < T_D & \quad S_e(T) = a_g * S * \eta * F_o \left( \frac{T_C}{T} \right) \\
 T_D \leq T & \quad S_e(T) = a_g * S * \eta * F_o \left( \frac{T_C T_D}{T^2} \right)
 \end{aligned}$$

Componente verticale

$$\begin{aligned}
 0 \leq T < T_B & \quad S_{ve}(T) = a_g * S * \eta * F_v * \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta F_v} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right] \\
 T_B \leq T < T_C & \quad S_{ve}(T) = a_g * S * \eta * F_v \\
 T_C \leq T < T_D & \quad S_{ve}(T) = a_g * S * \eta * F_v * \left( \frac{T_C}{T} \right) \\
 T_D \leq T & \quad S_{ve}(T) = a_g * S * \eta * F_v * \left( \frac{T_C T_D}{T^2} \right)
 \end{aligned}$$

dove:

T = periodo di vibrazione

**S<sub>e</sub>** = accelerazione spettrale orizzontale e verticale

**S** = fattore funzione della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche espresso dalla relazione:

$$S = S_S * S_T$$

Con S<sub>S</sub> = coefficiente di amplificazione stratigrafica e S<sub>T</sub> = coefficiente di amplificazione topografica

η = fattore di alterazione dello spettro per smorzamenti viscosi ξ diversi dal 5% espresso dalla relazione:

$$\eta = \sqrt{\frac{10}{(5 + \xi)}} \geq 0.55$$

- F<sub>o</sub>** = fattore di quantificazione della componente orizzontale dell'amplificazione spettrale massima  
**F<sub>v</sub>** = fattore di quantificazione della componente verticale dell'amplificazione spettrale massima  
**T<sub>c</sub>** = periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro di risposta elastica espresso dalla relazione:

$$T_c = C_c * T_c^*$$

con **T<sub>c</sub>\*** = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale su suolo rigido e **C<sub>c</sub>** = parametro funzione della categoria di sottosuolo

- T<sub>B</sub>** = periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante definito dalla relazione:

$$T_B = T_c / 3$$

- T<sub>D</sub>** = periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro a spostamento costante espresso dalla relazione:

$$T_D = 4.0 * \frac{a_g}{g} + 1.6$$

N Nel caso in esame i fattori ed i periodi sopra elencati assumono i valori indicati nello schema seguente:

**Aree omogenee 1, 2, 3:**

<i>componenti orizzontali</i>				<i>componenti verticali</i>			
<i>S</i>	<i>TB</i>	<i>TC</i>	<i>TD</i>	<i>S</i>	<i>TB</i>	<i>TC</i>	<i>TD</i>
<b>1,60</b>	<b>0,19</b>	<b>0,56</b>	<b>1,84</b>	<b>1,00</b>	<b>0,05</b>	<b>0,15</b>	<b>1,00</b>

con η = 1.00

**Area omogenea 4:**

<i>componenti orizzontali</i>				<i>componenti verticali</i>			
<i>S</i>	<i>TB</i>	<i>TC</i>	<i>TD</i>	<i>S</i>	<i>TB</i>	<i>TC</i>	<i>TD</i>
<b>1,00</b>	<b>0,10</b>	<b>0,30</b>	<b>1,84</b>	<b>1,00</b>	<b>0,05</b>	<b>0,15</b>	<b>1,00</b>

con η = 1.00

In presenza di situazioni morfologiche particolari il fattore di amplificazione topografica **S<sub>T</sub>** assume valori compresi tra 1.0 e 1.4. Nel caso in esame, ai soli fini della valutazione della sismicità di base, il fattore **S<sub>T</sub>** è stato posto pari a 1.0.



Introducendo i valori sopra riportati nelle espressioni che definiscono le componenti dello spettro di risposta elastico si ottiene la forma spettrale riportata nei seguenti grafici (**Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** e Figura 8.9), riferita ad uno smorzamento viscoso pari al 5% e valida in assenza di effetti di amplificazione locale per costruzioni di **tipo 2** e **classe d'uso 4**:

**Arete omogenee 1, 2, 3:**

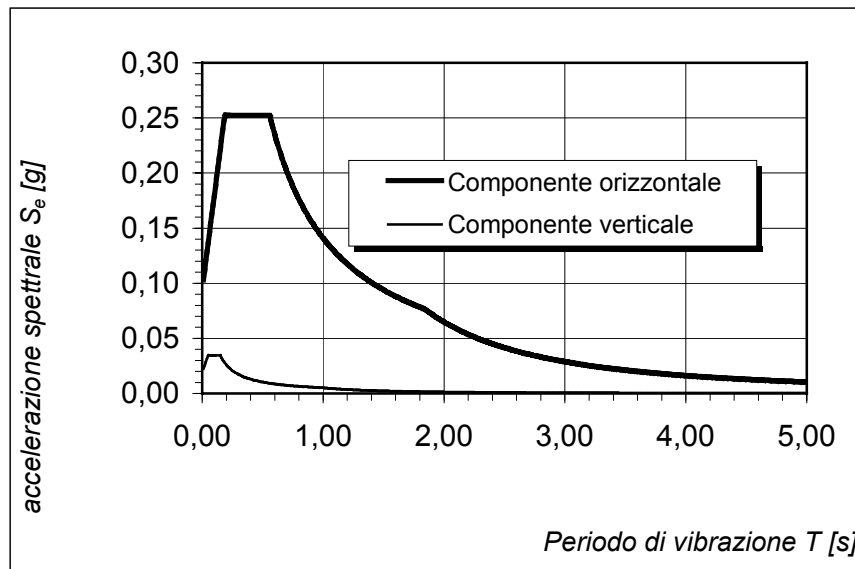


Figura 8.8 - Spettro di risposta elastico aree 1, 2, 3

**Area omogenea 4:**

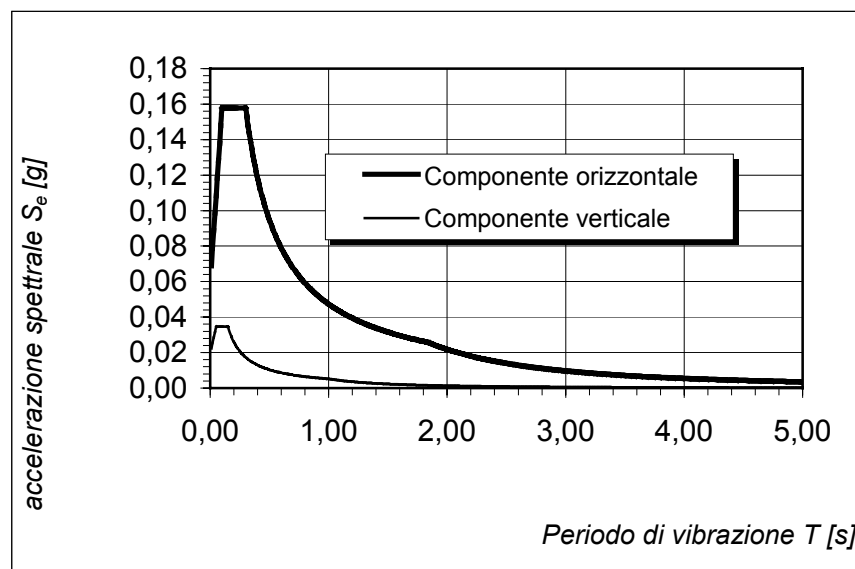


Figura 8.9 - Spettro di risposta elastico area 4

Nell'ipotesi di effettuare analisi semplificate per via pseudostatica, nei casi in cui tale approccio è consentito dal d.m. 14/01/08, l'azione sismica è schematizzabile come un

insieme di forze statiche orizzontali e verticali rappresentative delle forze inerziali prodotte dal passaggio delle onde sismiche nel terreno, date dal prodotto delle forze di gravità per un coefficiente di accelerazione sismica orizzontale  $k_h$  ed un coefficiente di accelerazione sismica verticale  $k_v$  espressi dalle seguenti relazioni:

$$K_h = \beta \left( \frac{a_{\max}}{g} \right)$$

$$K_v = \pm 0.5 K_h$$

dove:

- $\beta$  = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito, funzione della tipologia di opera, della categoria del suolo di fondazione del valore di  $a_g$  atteso, compreso tra 0.18 e 1.00;  
 $a_{\max}$  = accelerazione orizzontale massima attesa al sito;  
 $g$  = accelerazione di gravità.

In assenza di analisi specifiche della risposta sismica locale, l'accelerazione massima attesa al sito può essere valutata con la relazione:

$$a_{\max} = S * a_g = S_S * S_T * a_g$$

dove:

- $S$  = coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica ( $S_S$ ) e dell'amplificazione topografica ( $S_T$ );  
 $a_g$  = accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

Introducendo i valori numerici sopra specificati si ottengono i seguenti valori dei coefficienti di accelerazione sismica orizzontale e verticale, validi per opere rigide che non ammettono spostamenti:

**Aree omogenee 1, 2, 3:**

$$k_h = 0.0946$$

$$k_v = 0.04728$$

**Area omogenea 4:**

$$k_h = 0.0591$$

$$k_v = 0.02955$$

Sulla base della categoria dei terreni di fondazione e della zona sismica di appartenenza è infine possibile calcolare i valori di spostamento orizzontale massimo al suolo  $d_g$  e di velocità orizzontale massima al suolo  $v_g$  in occasione dell'evento sismico atteso a mezzo delle seguenti espressioni:

$$d_g = 0.025 * S * T_C * T_D * a_g$$

$$v_g = 0.16 * S * T_C * a_g$$

Inserendo i valori dei fattori e dei periodi più sopra indicati si ottiene:

**Aree omogenee 1, 2, 3:**

$$d_g = 24.30 \text{ [mm]}$$

$$v_g = 0.084 \text{ [m/s]}$$

**Area omogenea 4:**

$$d_g = 8.16 \text{ [mm]}$$

$$v_g = 0.028 \text{ [m/s]}$$

***8.2.1 Scenari di pericolosità sismica locale e possibili effetti indotti***

L'esame della documentazione analitica di base e l'osservazione dettagliata dell'assetto morfologico del territorio ha consentito l'individuazione degli scenari di pericolosità sismica locale di seguito descritti in grado di dar luogo ad apprezzabili modificazioni dello spettro di risposta elastica.

*Z2.1 – Zone con terreni di fondazione potenzialmente particolarmente scadenti*

Sono state inserite in tale ambito le aree di affioramento delle unità Pa e Cal. In tali zone, localmente, è possibile prevedere scarse caratteristiche geotecniche nei primi metri di copertura.

*Z2.2 – Zone con presenza di terreni granulari fini con falda superficiale*

Questa condizione si riscontra localmente all'interno dell'unità Caf e Pa. A scopo cautelativo l'intera porzione di territorio in cui affiora tale unità è stata inserita in tale ambito.

In tali aree sono da ritenersi possibili fenomeni di liquefazione in occasione dell'evento sismico atteso.

*Z3a – Zone di ciglio con dislivello > 10 m*

Si tratta di zone che delimitano il ciglio superiore delle scarpate del sistema di terrazzi fluviali del fiume Lambro e le zone di recupero ambientale della ex cava della cemeniera di Merone (attualmente Oasi di Baggero). L'ampiezza di tali zone è stata determinata in funzione dell'altezza e dell'inclinazione della scarpata in accordo alle indicazioni di cui all'allegato 5 alla d.g.r. 28 maggio 2008 n. 8/7374, basate su considerazioni relative alla modalità di propagazione delle onde di taglio nel sottosuolo. In tali zone, estese fino alla base del pendio sotteso al ciglio di scarpata,

e aventi ampiezza in sommità pari all'altezza della scarpata nei tratti in cui quest'ultima ha un'altezza inferiore a 20 m, a 3/4 dell'altezza della scarpata nei tratti di altezza compresa tra 20 e 40 m, e a 2/3 dell'altezza della scarpata nei tratti di altezza superiore a 40 m, sono prevedibili effetti di amplificazione della sollecitazione sismica al suolo conseguenti a fenomeni di riflessione sulla superficie libera e di interazione tra l'onda incidente e l'onda diffratta.

*Z4a – Zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali con bedrock lapideo a modesta profondità*

A tale zona è stato attribuito tutto l'ambito di depositi fluvioglaciali e alluvionali. L'analisi effettuata ha evidenziato la presenza di depositi, generalmente granulari, ricoprenti il bedrock sismico con modesti spessori.

In tali zone sono da prevedersi fenomeni di amplificazioni del segnale sismico atteso in superficie a causa del contrasto di velocità tra i terreni di copertura ed il bedrock sismico e della ridotta profondità di quest'ultimo dalla superficie topografica.

*Z4c – Zona morenica con presenza di depositi granulari*

A tale zona sono stati attribuiti gli ambiti territoriali caratterizzati dalla presenza in superficie di coperture glaciali che ricoprono con spessori variabili i termini del substrato lapideo.

In tali zone sono da prevedersi fenomeni di amplificazioni del segnale sismico atteso in superficie a causa del marcato contrasto di velocità tra i terreni di copertura ed il bedrock sismico e della ridotta profondità di quest'ultimo dalla superficie topografica

---

La distribuzione delle aree di pericolosità sismica locale individuate all'interno del territorio esaminato è mostrata nella **Tavola 6** redatta in scala 1:5.000.

## 9 DINAMICA GEOMORFOLOGICA

Gli elementi lineari ed areali di dinamica geomorfologica sono stati riportati in **Tav. 4**, distinti in funzione della tipologia di processo e dello stato di attività.

L'individuazione delle aree in dissesto è derivata dai seguenti elementi:

- rilievi geomorfologici diretti sul territorio comunale, con particolare attenzione alle aree urbane e periurbane più prossime agli abitati;
- informazioni ottenute dall'Ufficio Tecnico Comunale.

Di seguito si riportano le considerazioni emerse per gli elementi censiti.

- Orli di terrazzo/scarpata e relativo piede (ove rilevabile), ben evidenti soprattutto all'esterno dell'area urbanizzata;
- Nicchia di frana di scivolamento superficiale, lungo le sponde del Fosso detto del Caolto, che ha origine a valle del cimitero comunale;
- Sponda in erosione, lungo il fiume Lambro;
- Versanti ad acclività da media ad elevata, soggetti o potenzialmente soggetti a fenomeni di dinamica geomorfologica, situati nel settore settentrionale del comune, in corrispondenza delle aree di affioramento del Ceppo;
- Area di dissesto oggetto di interventi di stabilizzazione;
- Punto di recente (2010) cedimento della struttura di stabilizzazione del versante e posa di cubi in calcestruzzo prefabbricato riempiti di inerti, lungo la scarpata prospiciente via Cesare Battisti (Figura 9.1), ad est del centro sportivo comunale, già interessata in passato da interventi di stabilizzazione attraverso la posa di reti.



Figura 9.1 – Cubi in calcestruzzo di contenimento in via Cesare Battisti

Oltre ad elementi di tipo idrologico ed idrografico ritenuti significativi, sono inoltre stati riportati alcuni elementi di natura antropica (attraversamenti e scarichi) ed opere di difesa ed interventi di regimazione (gabbionate, muri, traverse), che possono influire, con la loro presenza, sulla dinamica del territorio.

## 10 QUADRO DEI VINCOLI NORMATIVI VIGENTI SUL TERRITORIO

In **Tav. 7** (Carta dei vincoli) sono stati riportati i limiti delle aree sottoposte a vincolo, da riferirsi sia a normative nazionali che regionali e di seguito sintetizzate.

### 10.1 PIANIFICAZIONE DI BACINO AI SENSI DELLA L. 183/89

Il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del bacino idrografico del fiume Po (PAI), redatto dall'Autorità di bacino del Fiume Po ai sensi della legge 18 maggio 1989 n. 183, art. 17 comma 6-ter, è stato approvato con D.P.C.M. del 24 maggio 2001. Con la pubblicazione del D.P.C.M. di approvazione sulla G.U. n. 183 del 8 agosto 2001 il Piano è entrato definitivamente in vigore e dispiega integralmente i suoi effetti normativi.

*Il PAI "...persegue l'obiettivo di garantire al territorio del bacino del fiume Po un livello di sicurezza adeguato rispetto ai fenomeni di dissesto idraulico ed idrogeologico, attraverso il ripristino degli equilibri idrogeologici e ambientali, il recupero degli ambiti fluviali e del sistema delle acque, la programmazione degli usi del suolo ai fini della stabilizzazione e del consolidamento dei terreni, il recupero delle aree fluviali, con particolare attenzione a quelle degradate, anche attraverso usi ricreativi"* (art. 1, comma 3 delle Norme di Attuazione).

#### 10.1.1 Fasce fluviali

Per i corsi d'acqua principali di pianura e fondovalle (tra i quali il fiume Adda) sono state definite fasce di pertinenza fluviale che individuano le aree soggette a diversi gradi di pericolosità.

Per ognuna delle fasce sono definite specifiche norme di uso del suolo e specifici divieti.

La classificazione delle fasce fluviali è evidenziata da apposito segno grafico nelle tavole appartenenti al piano stralcio stesso, ed è la seguente:

- la **fascia A**, costituita dalla porzione di alveo che è sede prevalente, per la piena di riferimento, del deflusso della corrente, cui corrisponde una portata di calcolo pari a quella di piena relativa ad un tempo di ritorno di 200 anni e ridotta del 20 %. Più precisamente risulta la porzione d'alveo nella quale defluisce l'80 % della portata di piena relativa ad un tempo di ritorno di 200 anni, con la verifica che le portate esterne a tale porzione di alveo abbiano una velocità di deflusso non superiore a  $0,4 \text{ m s}^{-1}$
- la **fascia B**, che delimita la porzione di alveo nella quale scorre la portata di piena corrispondente ad un tempo di ritorno di 200 anni; i limiti spesso coincidono con quelli di fascia A, in particolare quando la presenza di arginature e rifacimenti spondali determinano una variazione della conformazione originaria della geometria e della morfologia dell'alveo.

- La fascia B di progetto è un limite (esterno) di fascia B che si considera tale solo all'avvenuta realizzazione delle opere lineari di difesa (dalle esondazioni) previste lungo quel tratto. Di fatto, la porzione di fascia interna a tale limite (definita infelicemente "fascia B di progetto") è e rimane una fascia B (dunque non cambia classificazione conseguentemente alla realizzazione delle opere sopra indicate) mentre la porzione di fascia esterna a tale limite si considera fascia B solo fino alla realizzazione delle opere di difesa, dopodiché si considera fascia C.
- la fascia C che delimita una parte di territorio che può essere interessata da eventi di piena straordinari, tanto che le portate di riferimento risultano quella massima storicamente registrata, se corrispondente ad un tempo di ritorno superiore a 200 anni, oppure quella relativa ad un tempo di ritorno pari a 500 anni.

Ai sensi dell' art. 27, commi 1, 2 delle Norme di Attuazione, i Comuni in cui ricadono le fasce fluviali definite nel PAI, hanno l'obbligo di recepire le medesime nel proprio strumento urbanistico tramite il tracciamento delle Fasce Fluviali nella Carta dei vincoli e il recepimento nelle Norme Tecniche di Attuazione delle norme del PAI riguardanti le fasce fluviali, con particolare riguardo a quanto stabilito dall'articolo 1, commi 5 e 6; articolo 29, comma 2; articolo 30, comma 2, articolo 31; articolo 32, commi 3 e 4; articolo 38; articolo 38bis; articolo 39, commi dall'1 al 6; articolo 41.

Per il tratto di fiume Lambro ricadente nel territorio comunale di Lambrugo, sono state individuate le fasce fluviali A, B, B di progetto e C (Tav. 7). Laddove vi è coincidenza tra la Fascia A e la Fascia B, il graficismo riportato in tavola corrisponde al limite di Fascia B.

La D.G.R. cita che i comuni interessati dal "limite di progetto tra la fascia B e la fascia C", in sede di adeguamento degli strumenti urbanistici sono tenuti a valutare le condizioni di rischio idraulico nel territorio compreso tra la fascia B di progetto e la fascia C e, al fine di minimizzare le stesse ad applicare, anche parzialmente, fino all'avvenuta realizzazione delle opere, le norme relative alla fascia B.

Le fasce riportate in tavola 7 sono quelle contenute nello studio geologico redatto nel marzo 2005 per conto del Comune di Lambrugo "Indagini geologico tecniche di supporto alla pianificazione comunale ai sensi della l.r. 41/97 e della d.g.r. 7/6645/01", approvato con delibera del C.C. n. 9 del 28 febbraio 2007, così come individuate nel PAI "Variante al Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) approvato con d.p.c.m. 24 maggio 2001 – Fasce fluviali del fiume Lambro nel tratto dal Lago di Pusiano alla confluenza con il Deviatore Redefossi" approvata con d.p.c.m. 10 dicembre 2004, pubblicato su G.U. n. 28 del 4 febbraio 2005 (allegato 7).

La porzione nord-orientale del territorio comunale di Lambrugo, in prossimità del depuratore di Baggero, è interessata dalla presenza del limite di progetto tra la fascia B e C.

### **10.1.2 Dissesti**



La D.G.R. 11/12/2001 n. 7/7365 riguardante l'attuazione del PAI in campo urbanistico prevede che lo strumento di pianificazione urbanistica e territoriale sia compatibile con le condizioni di dissesto idraulico ed idrogeologico presente o potenziale, rendendo necessaria l'elaborazione della cartografia dei dissesti (quadro dei dissesti) con legenda uniformata a quella del PAI e il conseguente adeguamento della carta di fattibilità geologica e delle NTA del PRG. Tale adeguamento è finalizzato al conseguimento della condizione di esonero ai sensi dell'art. 18 delle N.d.A. del PAI e, nello stesso tempo, alla formulazione delle proposte di aggiornamento al PAI.

L'Allegato A alla sopraccitata delibera, come anche la tabella 2 dell'Allegato 13 alla d.g.r. 28 maggio 2008 n. 8/7374 "Individuazione dei comuni compresi nella d.g.r. 11 dicembre 2001 n. 7/7365 che hanno concluso l'iter di cui all'art. 18 delle N.D.A. del PAI", individua il comune di Lambrugo tra i comuni esonerati dall'applicazione delle procedure di cui all'art. 18 delle NdA del PAI in quanto già dotati di strumenti urbanistici compatibili con le condizioni di dissesto presente o potenziale.

Per tale motivo non si è resa necessaria la redazione della cartografia del quadro del dissesto con legenda uniformata PAI.

## **10.2 AREE DI SALVAGUARDIA DELLE CAPTAZIONI AD USO IDROPOTABILE**

L'art. 94 del **D.Lgs 3 aprile 2006 n. 152** "Norme in materia ambientale" riguarda la disciplina delle aree di salvaguardia delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano e definisce la zona di tutela assoluta e la zona di rispetto dei pozzi a scopo idropotabile.

Comma 3 la zona di tutela assoluta è costituita dall'area immediatamente circostante le captazioni; deve avere un'estensione di almeno 10 m di raggio dal punto di captazione, deve essere adeguatamente protetta e deve essere adibita esclusivamente a opere di captazione e ad infrastrutture di servizio.

Comma 4 La zona di rispetto è costituita dalla porzione di territorio circostante la zona di tutela assoluta, da sottoporre a vincoli e destinazioni d'uso tali da tutelare qualitativamente e quantitativamente la risorsa idrica captata e può essere suddivisa in zona di rispetto ristretta e zona di rispetto allargata, in relazione alla tipologia dell'opera di captazione e alla situazione locale di vulnerabilità e rischio della risorsa.

L'Allegato 1, punto 3 di cui alla delibera di **G.R. 10 aprile 2003 n. 7/12693** "Decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152 e successive modifiche, art. 21, comma 5 – Disciplina delle aree di salvaguardia delle acque sotterranee destinate al consumo umano" fornisce le direttive per la disciplina delle attività (fognature, opere e infrastrutture di edilizia residenziale e relativa urbanizzazione, infrastrutture viarie, ferroviarie ed in genere infrastrutture di servizio, pratiche agricole) all'interno delle zone di rispetto.

Nello specifico, le zone di tutela assoluta e di rispetto delle fonti di approvvigionamento idrico potabile del comune di Lambrugo, sono così definite:

#### Zona di tutela assoluta (ZTA)

Tutti i pozzi pubblici (Via Milano, Via Stoppani, via Brianza e via Dante), sono ubicati entro un'area recintata.

#### Zona di rispetto (ZR)

E' definita con criterio geometrico (raggio  $r = 200$  metri) per i pozzi n. 1 – via Milano, n. 2 – via Stoppani, n. 3/1 e n. 3/2 – pozzi Brianza.

Per il pozzo n. 4 di via Dante, la zona di rispetto è stata definita con criterio temporale (tempo di sicurezza  $t = 60$  giorni) nell'ambito della domanda di autorizzazione alla escavazione del pozzo stesso. Essa è stata autorizzata con Provvedimento Dirigenziale n. 5/A del 22 agosto 2007.

Per quanto riguarda il vincolo e le limitazioni relative alla zona di rispetto del pozzo n. 2 di Via Stoppani, si precisa che esse andranno a decadere dal momento dell'approvazione definitiva della Domanda di variante sostanziale della concessione di derivazione dal pozzo (in istruttoria presso la Provincia di Como al momento della stesura della presente relazione), per il cambio di destinazione d'uso delle acque da potabile ad industriale, così come specificato all'art. 32.2 - Zona D2 per attività produttive di trasferimento ed espansione delle NTA del PRG vigente – marzo 2007.

Le ubicazioni dei pozzi comunali ad uso potabile e della Zona di Tutela Assoluta (ZTA), sono riportate negli estratti mappa catastali dell'Allegato 6.

### **10.3 VINCOLI DI POLIZIA IDRAULICA**

Il comune di Lambrugo, in adeguamento alla d.g.r. n. 7/7868 del 25 gennaio 2002 e s.m.i. *"Determinazione del reticolo idrico principale. Trasferimento delle funzioni di polizia idraulica concernenti il reticolo idrico minore come indicato dall'Art. 3 comma 114 della L.R. 1/2000"*, secondo la quale le Amministrazioni Comunali sono tenute alla individuazione del reticolo idrico minore di loro competenza, alla definizione delle relative fasce di rispetto e alla stesura di un Regolamento di polizia idraulica, ha promosso la redazione di tale studio.

Lo studio è stato redatto nel mese di marzo 2005 e integrato con la Dichiarazione di conformità richiesta nella Comunicazione della Regione Lombardia – Sede Territoriale di Como, Struttura Sviluppo del Territorio in data 5 ottobre 2005.

Esso è stato oggetto di **parere tecnico favorevole** espresso dal Dirigente della Struttura Sviluppo del Territorio in data 3 gennaio 2006, Prot. AD08.2006.0000033.

Con Deliberazione di Consiglio comunale n. 9 del 28 febbraio 2007, è stata approvata la Variante al PRG per il recepimento dello studio nello strumento urbanistico vigente.

L'elaborato tecnico è costituito da una parte cartografica con l'individuazione del reticolo idrografico e da una parte normativa, con l'indicazione delle attività vietate e soggette ad autorizzazione all'interno delle fasce di rispetto.

Dal confronto con l'Allegato A alla delibera regionale, in territorio di Lambrugo il fiume Lambro è classificato come principale.

Dall'esame delle cartografie ufficiali e dai rilievi effettuati in sito, sono stati individuati i corsi d'acqua appartenenti al reticolo idrografico minore (**Tav. 7**), spesso privi di una denominazione propria e classificati con il nome della località più prossima: corso d'acqua zona depuratore/via Battisti, corso d'acqua zona C.na Momberto, corso d'acqua C.na Giulia/zona industriale, corso d'acqua C.na Carpanea, roggia Carpanea, fosso del Caolto, corso d'acqua Provinciale Briantea e corso d'acqua località Momberto.

Sulla base di quanto indicato nell'Allegato B alla d.g.r. 1 agosto 2003 n. 7/13950, è stata definita una proposta di fasce di rispetto e di normativa di polizia idraulica da applicare al reticolo principale e minore esistente nel territorio comunale di Lambrugo.

Le fasce di rispetto, riportate nella tavola dei vincoli del presente studio (Tav. 8), sono state individuate:

- per il fiume Lambro, tenendo in considerazione l'estensione delle aree comprese entro la fascia fluviale A del PAI e le aree estese a 10 m rispetto alla sommità della sponda incisa o dal piede esterno dell'argine (vincolo di inedificabilità ai sensi del R.D. 523/1904);
- per i corsi d'acqua del reticolo minore, sottendendo un'area di ampiezza di 10 m rispetto ai cigli di scarpata su entrambi i lati dei corsi d'acqua. Localmente, le fasce sono state ampliate a comprendere:
  - le zone umide con difficoltà di drenaggio poste in corrispondenza delle zone di sorgente di alcuni corsi d'acqua;
  - le aree di spaglio dei corsi d'acqua dove non è più riconoscibile un alveo ben definito.

## 11 SINTESI DEGLI ELEMENTI CONOSCITIVI

La classificazione del territorio che sintetizza le conoscenze aggiornate emerse dalla fase di analisi è illustrata in **Tav. 8** (Sintesi degli elementi conoscitivi).

La descrizione dei caratteri di ciascuna area è di seguito riportata, con particolare riferimento alle problematiche geologiche da considerare nella pianificazione urbanistica.

### Area Pa

Caratteristiche litotecniche: ghiaie da medie a grossolane a supporto di matrice sabbiosa, passanti a sabbie e sabbie limose, con intercalazioni di depositi fini costituiti da limi sabbiosi e limi. Profilo di alterazione superficiale nullo o poco sviluppato.

Vulnerabilità degli acquiferi: vulnerabilità di grado estremamente elevato.

Problematiche specifiche: aree soggette o potenzialmente soggette a fenomeni di esondazione del fiume Lambro e a dissesti lungo le sponde per erosione fluviale. Caratteristiche portanti discrete, localmente scadenti per presenza di terreni fini coesivi che possono essere interessati da saturazione.

### Area Cag

Caratteristiche litotecniche: diamicton massivi a supporto di matrice sabbioso-limosa, con locale presenza di blocchi metrici. Profilo di alterazione superficiale poco evoluto. Presenza di substrato roccioso/conglomerato a ridotta profondità.

Vulnerabilità degli acquiferi: vulnerabilità di grado medio.

Problematiche specifiche: aree altimetricamente rilevate, caratterizzate dalla presenza di morfologie glaciali. Terreni eterogenei con discrete caratteristiche geotecniche. Presenza di substrato/conglomerato a ridotta profondità (2÷4 m). Locale presenza di blocchi lapidei che condizionano l'esecuzione di scavi. Drenaggio delle acque difficoltoso con formazione di orizzonti saturi nel primo sottosuolo.

### Area Cav

Caratteristiche litotecniche: ghiaie massive a supporto di matrice sabbiosa e limi massivi con clasti sparsi.

Vulnerabilità degli acquiferi: vulnerabilità di grado elevato.

Problematiche specifiche: aree di versante moderatamente acclive con substrato conglomeratico subaffiorante e/o a debole profondità. Drenaggio discreto con possibile presenza di fenomeni sorgentizi al piede del versante.

### Area Caf

Caratteristiche litotecniche: ghiaie da fini a grossolane a supporto di matrice sabbiosa, localmente clastico e subordinate sabbie da fini a grossolane. Profilo di alterazione superficiale poco evoluto.

Vulnerabilità degli acquiferi: vulnerabilità di grado elevato.

Problematiche specifiche: terrazzo fluvioglaciale a morfologia subpianeggiante, localmente interrotto da orli di terrazzo minori, caratterizzato dalla presenza di

terreni granulari da mediamente a ben addensati a partire da 2 m di profondità. Locale presenza di terreni fini con scadenti caratteristiche geotecniche fino a 4 m di profondità. Drenaggio delle acque generalmente buono, localmente difficoltoso (aree di ristagno delle acque).

### **Aree Vco e Vco'**

Caratteristiche litotecniche: conglomerati costituiti da ghiaie a supporto di matrice o di clasti, generalmente ben cementate, massive o grossolanamente stratificate, con locali intercalazioni di sabbie.

Vulnerabilità degli acquiferi: vulnerabilità di grado estremamente elevato.

Problematiche specifiche: versanti acclivi (VCo) e moderatamente acclivi (VCo'), con substrato conglomeratico affiorante e/o subaffiorante, soggetti o potenzialmente soggetti a fenomeni di dinamica geomorfologica (scivolamenti dei depositi di copertura superficiale, ribaltamento di alberi). Drenaggio variabile con formazione di orizzonti saturi e fenomeni sorgentizi al piede dei versanti.

### **Area Vm**

Caratteristiche litotecniche: ghiaie a supporto di abbondante matrice sabbioso-limosa e limi massivi con clasti sparsi.

Vulnerabilità degli acquiferi: vulnerabilità di grado elevato.

Problematiche specifiche: versanti da moderatamente acclivi a poco acclivi. Terreni da granulari sciolti a coesivi con caratteristiche geotecniche variabili. Drenaggio delle acque scarso e difficoltoso con formazione di aree di ristagno delle acque e di orizzonti saturi.

### **Area Sr**

Caratteristiche litotecniche: calcari marnosi e marne calcaree di colore rosso e/o grigio, a stratificazione variabile da centimetrica a decimetrica, con intercalazioni di siltiti e areniti.

Vulnerabilità degli acquiferi: vulnerabilità di grado estremamente basso.

Problematiche specifiche: aree con substrato roccioso affiorante o subaffiorante in ex ambito estrattivo di materiale lapideo per cementificio (ora recuperato) e aree di affioramento naturali. Drenaggio delle acque da scarso ad assente.

---

In aggiunta alle aree sopra descritte, derivanti dall'analisi geologica e geomorfologica del territorio, sono stati riportati in Tav. 8, oltre a quanto già indicato nelle Tavv. 5 e 7, i seguenti ambiti:

- Aree pericolose dal punto di vista dell'instabilità dei versanti;
- Piana alluvionale potenzialmente esondabile, lungo la valle del fiume Lambro;
- Versanti ad acclività da media ad elevata, soggetti o potenzialmente soggetti a fenomeni di dinamica geomorfologica;
- Aree soggette ad indagini ambientali.

## 12 CONCLUSIONI

Il presente studio geologico è stato condotto a supporto del Piano di Governo del Territorio (PGT) del Comune di Lambrugo, con la specifica finalità di orientare le scelte di pianificazione territoriale, fornendo un quadro conoscitivo aggiornato dei caratteri fisici, geologico-tecnici, idrogeologici, sismici ed ambientali del territorio.

Date le specifiche finalità, l'impostazione dello studio ha privilegiato il criterio di fornire informazioni di natura pratico-applicativa per i possibili interventi sul territorio che interagiscono con suolo e sottosuolo, tra le quali si evidenziano:

- caratteri morfologici e del fiume Lambro: che consiste nell'individuazione dell'ambito fluviale del fiume Lambro soggetto ad esondazione;
- caratterizzazione morfologica del territorio, quale elemento complementare alla conoscenza litologico-geotecnica dei terreni;
- caratterizzazione geologico-tecnica dei terreni, che consiste nella definizione della stratigrafia litologica dei primi metri di sottosuolo per trarne informazioni dirette a supporto della progettazione di massima degli interventi edificatori;
- la caratterizzazione idrogeologica del territorio, che consiste nell'individuazione delle strutture acquifere di sottosuolo e nella definizione del grado di vulnerabilità all'inquinamento delle falde utilizzate a scopo idropotabile;
- individuazione degli ambiti di modificazione antropica: individuazione delle principali problematiche derivanti da attività antropiche/industriali pregresse e/o in corso, che hanno indotto sostanziali modifiche quali-quantitative delle caratteristiche geotecniche ed ambientali dei terreni;
- analisi del rischio sismico locale: che consiste nella individuazione delle diverse situazioni in grado di determinare effetti sismici locali con un'analisi di I livello e con l'individuazione degli spettri di risposta elastica di base.

Sulla base del quadro conoscitivo del territorio, rappresentato da cartografie tematiche a diversa scala, si è elaborata la conclusiva carta della "fattibilità geologica" in accordo con quanto prescritto dalla l.r. 12/2005 e dalla d.g.r. 8/7374/2008.

La carta della "fattibilità geologica" (**Tav. 9**) rappresenta lo strumento tecnico su cui compiere le scelte progettuali di gestione e destinazione d'uso del territorio in quanto esprime le principali limitazioni alle azioni antropiche. Essa dovrà essere attentamente analizzata dal Progettista in quanto contiene una rappresentazione della pericolosità del territorio comunale, che assieme alla "normativa geologica" è da inserire nel Documento di Piano e nel Piano delle Regole del Piano di Governo del Territorio.

Nell'ambito di una scala di classificazione definita nei criteri regionali, il territorio di Lambrugo presenta aree da "*fattibilità geologica con modeste limitazioni*", prettamente di natura geotecnica (presenza di terreni con scadenti caratteristiche

portanti) o idrogeologica (protezione delle acque sotterranee) e che non richiedono indagini o interventi particolari, se non la considerazione di eventuali problematiche locali, a "fattibilità con gravi limitazioni" legate alla presenza di aree a rischio idraulico lungo il fiume Lambro e di aree di versante acclive con substrato conglomeratico affiorante o subaffiorante e movimenti franosi pregressi, suscettibili di riattivazione.

A scala dell'intero territorio comunale, lo studio condotto ha portato inoltre alla individuazione delle principali problematiche di carattere geologico-tecnico e idrogeologico, tra le quali:

Esondabilità del fiume Lambro: esulando dal presente studio l'analisi approfondita del regime idraulico del fiume Lambro, si è individuata l'area di piana alluvionale che è stata e può essere interessata da fenomeni di esondazione in occasione di eventi di piena.

Il presente studio geologico ha recepito, all'interno della classificazione della fattibilità geologica, l'estensione delle fasce fluviali definite dal PAI relativamente alla Variante Lambro, approvata con d.p.c.m. 10 dicembre 2004, pubblicato su G.U. n. 28 del 4 febbraio 2005.

Reticolo idrografico: il presente studio ha recepito i contenuti dello studio sul reticolo idrografico effettuato dallo Scrivente ai sensi della d.g.r. 7/7868/2002 e s.m.i., con l'istituzione di classi di fattibilità geologica 4 in corrispondenza delle fasce di rispetto individuate, allo scopo di indirizzare la pianificazione urbanistica comunale al recepimento delle limitazioni d'uso derivanti dal Regolamento di Polizia Idraulica.

Caratteristiche geotecniche dei terreni: i terreni nel territorio di Lambrugo presentano caratteristiche litotecniche variabili sia arealmente che in profondità. Nei primi metri di sottosuolo possono essere presenti materiali fini, con spessori e distribuzione disomogenea, dotati di scarsa portanza, come rilevato nel corso di prove geotecniche in sito.

La realizzazione di nuovi interventi edificatori, a partire dalla classe 2 di fattibilità, è stata pertanto subordinata alle risultanze di approfondite indagini geotecniche (IGT di base per tutti i tipi di opere edificatorie). Qualora l'indagine geotecnica evidenziasse problematiche specifiche per una determinata area, l'intervento dovrà essere ritenuto non ammissibile.

Scarso drenaggio delle acque superficiali: per la bassa permeabilità dei terreni in alcune zone, lo smaltimento delle acque meteoriche può risultare spesso difficoltoso con tendenza alla formazione di aree di ristagno. Di tale condizione si dovrà tenere conto in occasione di ogni intervento edificatorio sia puntuale che infrastrutturale.

Presenza di aree di modificazione antropica: nel territorio di Lambrugo sono presenti aree condizionate da attività estrattiva/antropica pregressa, già oggetto di interventi di recupero (Oasi di Baggero) e di Piano di Caratterizzazione (discarica Momberto),

ma che necessitano di una verifica di compatibilità ambientale prima di qualunque eventuale altra destinazione d'uso delle aree.

Collettamento degli scarichi fognari: per quanto attiene la tutela del buon regime delle acque superficiali, si ravvisa l'importanza di un riassetto dei recapiti fognari e di un più organico collettamento delle acque reflue (fognature miste), che attualmente sfiorano nella rete idrografica in alcuni punti del territorio.



## **13 NORME GEOLOGICHE DI PIANO**

SECONDA PARTE

# **NORME GEOLOGICHE DI PIANO**

## ARTICOLO 1 - DEFINIZIONI

**Rischio:** entità del danno atteso in una data area e in un certo intervallo di tempo in seguito al verificarsi di un particolare evento.

**Elemento a rischio:** popolazione, proprietà, attività economica, ecc. esposta a rischio in una determinata area.

**Vulnerabilità:** attitudine dell'elemento a rischio a subire danni per effetto dell'evento.

**Pericolosità:** probabilità di occorrenza di un certo fenomeno di una certa intensità in un determinato intervallo di tempo ed in una certa area.

**Dissesto:** processo evolutivo di natura geologica o idraulica che determina condizioni di pericolosità a diversi livelli di intensità.

**Pericolosità sismica locale:** previsione delle variazioni dei parametri della pericolosità di base e dell'accadimento di fenomeni di instabilità dovute alle condizioni geologiche e geomorfologiche del sito; è valutata a scala di dettaglio partendo dai risultati degli studi di pericolosità sismica di base (terremoto di riferimento) e analizzando i caratteri geologici, geomorfologici e geologico-tecnici del sito. La metodologia per la valutazione dell'amplificazione sismica locale è contenuta nell'Allegato 5 alla d.g.r. 28 maggio 2008 n. 8/7374 "Analisi e valutazione degli effetti sismici di sito in Lombardia finalizzate alla definizione dell'aspetto sismico nei piani di governo del territorio".

**Vulnerabilità intrinseca dell'acquifero:** insieme delle caratteristiche dei complessi idrogeologici che costituiscono la loro suscettività specifica ad ingerire e diffondere un inquinante idrico o idroveicolato.

**Studi ed indagini preventive e di approfondimento:** insieme degli studi, rilievi, indagini e prove in sito e in laboratorio, commisurate alla importanza ed estensione delle opere in progetto e alle condizioni al contorno, necessarie alla verifica della fattibilità dell'intervento in progetto, alla definizione del modello geotecnico del sottosuolo e a indirizzare le scelte progettuali ed esecutive per qualsiasi opera/intervento interagente con i terreni e con le rocce, ottimizzando la progettazione sia in termini di costi che di tempi.

Gli studi e le indagini a cui si fa riferimento sono i seguenti:

- Indagini geognostiche (IGT): indagini con prove in sito e laboratorio, comprensive di rilevamento geologico di dettaglio (RG), assaggi con escavatore, prove di resistenza alla penetrazione dinamica o statica, indagini geofisiche in foro, indagini geofisiche di superficie, caratterizzazione idrogeologica ai sensi del d.m. 14 gennaio 2008 "Nuove Norme tecniche per le costruzioni".
- Valutazione di stabilità dei fronti di scavo e dei versanti (SV): valutazione preliminare, ai sensi del d.m. 14 gennaio 2008 "Nuove Norme tecniche per le costruzioni", della stabilità dei fronti di scavo o di riporto a breve termine, in assenza di opere di contenimento, determinando le modalità di scavo e le eventuali opere provvisorie necessarie a garantire la stabilità del pendio durante l'esecuzione dei lavori.

Nei terreni/ammassi rocciosi posti in pendio, o in prossimità a pendii, oltre alla stabilità localizzata dei fronti di scavo, deve essere verificata la stabilità del pendio

nelle condizioni attuali, durante le fasi di cantiere e nell'assetto definitivo di progetto, considerando a tal fine le sezioni e le ipotesi più sfavorevoli, nonché i sovraccarichi determinati dalle opere da realizzare, evidenziando le opere di contenimento e di consolidamento necessarie a garantire la stabilità a lungo termine.

Le indagini geologiche devono inoltre prendere in esame la circolazione idrica superficiale e profonda, verificando eventuali interferenze degli scavi e delle opere in progetto nonché la conseguente compatibilità degli stessi con la suddetta circolazione idrica.

Nelle AREE IN DISSESTO, per una maggiore definizione della pericolosità e del rischio, possono essere utilizzate le metodologie riportate nella Parte II dell'Allegato 2 alla d.g.r. 22 dicembre 2005 n. 8/1566 *"Procedure di dettaglio per la valutazione e la zonazione della pericolosità e del rischio da frana"* e nell'Allegato 4 alla d.g.r. 28 maggio 2008 n. 8/7374 *"Criteri per la valutazione di compatibilità idraulica delle previsioni urbanistiche e delle proposte di uso del suolo nelle aree a rischio idraulico"*.

- Recupero morfologico e ripristino ambientale (SRM): studio volto alla definizione degli interventi di riqualificazione ambientale e paesaggistica, che consentano di recuperare il sito alla effettiva e definitiva fruibilità per la destinazione d'uso conforme agli strumenti urbanistici.
- Compatibilità idraulica (SCI): studio finalizzato a valutare la compatibilità idraulica delle previsioni degli strumenti urbanistici e territoriali o più in generale delle proposte di uso del suolo, ricadenti in aree che risultino soggette a possibile esondazione secondo i criteri dell'Allegato 4 alla d.g.r. 28 maggio 2008 n. 8/7374 *"Criteri per la valutazione di compatibilità idraulica delle previsioni urbanistiche e delle proposte di uso del suolo nelle aree a rischio idraulico"* e della direttiva *"Criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce A e B"* approvata con Deliberazione del Comitato Istituzionale n. 2 dell'11 maggio 1999, aggiornata con deliberazione n. 10 del 5 aprile 2006, come specificatamente prescritto nelle diverse Classi di fattibilità geologica (articolo 3).
- Indagini preliminari sullo stato di salubrità dei suoli (ISS) ai sensi del Regolamento di Igiene comunale (o del Regolamento di Igiene Tipo regionale) e/o dei casi contemplati nel D.Lgs. 3 aprile 2006 n. 152 *"Norme in materia ambientale"* e s.m.i.: insieme delle attività che permettono di ricostruire gli eventuali fenomeni di contaminazione a carico delle matrici ambientali (suolo, sottosuolo e acque sotterranee).  
Nel caso di contaminazione accertata (superamento delle concentrazioni soglia di contaminazione – Csc) devono essere attivate le procedure di cui al D.Lgs. 3 aprile 2006 n. 152 e s.m.i. *"Norme in materia ambientale"*, comprendenti la redazione di un Piano di caratterizzazione (PCA) e di un Progetto operativo degli interventi di bonifica (POB) in modo da ottenere le informazioni di base su cui prendere decisioni realizzabili e sostenibili per la messa in sicurezza e/o bonifica del sito.
- Verifica della qualità degli scarichi e della portata adottata per la corretta gestione delle acque sotto il profilo qualitativo e quantitativo (VQS).

- Studio di compatibilità idrogeologica (SCID) che accerti la compatibilità dell'intervento con lo stato di vulnerabilità della risorsa idrica e dia apposite prescrizioni sulle modalità di attuazione degli interventi stessi.

**Interventi di tutela ed opere di mitigazione del rischio da prevedere in fase progettuale:**

complesso degli interventi e delle opere di tutela e mitigazione del rischio, di seguito elencate:

- Opere di regimazione idraulica e smaltimento delle acque meteoriche superficiali e sotterranee; individuazione dell'idoneo recapito finale delle acque in funzione della normativa vigente e delle locali condizioni idrogeologiche (RE)
- Interventi di recupero morfologico e/o di funzione e/o paesistico ambientale (IRM)
- Opere per la difesa del suolo, contenimento e stabilizzazione dei versanti (DS)
- Dimensionamento delle opere di difesa passiva/attiva e loro realizzazione prima degli interventi edificatori (DP)
- Predisposizione di sistemi di controllo ambientale (CA) per gli insediamenti a rischio di inquinamento da definire in dettaglio in relazione alle tipologie di intervento (piezometri di controllo della falda a monte e a valle flusso dell'insediamento, indagini nel terreno non saturo per l'individuazione di eventuali contaminazioni in atto, ecc.)
- Interventi di bonifica (BO) ai sensi del D.Lgs. 3 aprile 2006 n. 152 "Norme in materia ambientale" e s.m.i., qualora venga accertato lo stato di contaminazione dei suoli;
- Collettamento in fognatura delle acque reflue e delle acque non smaltibili in loco (CO).

**Fascia fluviale A del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del bacino idrografico del fiume Po (PAI):**

costituita dalla porzione di alveo che è sede prevalente, per la piena di riferimento, del deflusso della corrente, cui corrisponde una portata di calcolo pari a quella di piena relativa ad un tempo di ritorno di 200 anni e ridotta del 20 %. Più precisamente risulta la porzione d'alveo nella quale defluisce l'80 % della portata di piena relativa ad un tempo di ritorno di 200 anni, con la verifica che le portate esterne a tale porzione di alveo abbiano una velocità di deflusso non superiore a  $0,4 \text{ m s}^{-1}$

**Fascia fluviale B del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del bacino idrografico del fiume Po (PAI):**

delimita la porzione di alveo nella quale scorre la portata di piena corrispondente ad un tempo di ritorno di 200 anni; i limiti spesso coincidono con quelli di fascia A, in particolare quando la presenza di arginature e rifacimenti spondali determinano una variazione della conformazione originaria della geometria e della morfologia dell'alveo.

**Fascia fluviale B di progetto del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del bacino idrografico del fiume Po (PAI):**

la fascia B di progetto è un limite (esterno) di fascia B che si considera tale solo all'avvenuta realizzazione delle opere lineari di difesa (dalle esondazioni) previste lungo quel tratto. Di fatto, la porzione di fascia interna a tale limite (definita infelicitemente "fascia B di progetto") è e rimane una fascia B (dunque non cambia classificazione conseguentemente alla realizzazione delle opere sopra indicate) mentre la porzione di fascia esterna a tale limite si

considera fascia B solo fino alla realizzazione delle opere di difesa, dopodiché si considera fascia C.

**Fascia fluviale C del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del bacino idrografico del fiume Po (PAI)**: delimita una parte di territorio che può essere interessata da eventi di piena straordinari, tanto che le portate di riferimento risultano quella massima storicamente registrata, se corrispondente ad un tempo di ritorno superiore a 200 anni, oppure quella relativa ad un tempo di ritorno pari a 500 anni.

**Zona di tutela assoluta dei pozzi a scopo idropotabile**: è costituita dall'area immediatamente circostante le captazioni; deve avere un'estensione di almeno 10 m di raggio dal punto di captazione, deve essere adeguatamente protetta e deve essere adibita esclusivamente a opere di captazione e ad infrastrutture di servizio (D.Lgs. 3 aprile 2006 n. 152 "Norme in materia ambientale" e s.m.i., art. 94, comma 3).

**Zona di rispetto dei pozzi a scopo idropotabile**: è costituita dalla porzione di territorio circostante la zona di tutela assoluta, da sottoporre a vincoli e destinazioni d'uso tali da tutelare qualitativamente e quantitativamente la risorsa idrica captata e può essere suddivisa in zona di rispetto ristretta e zona di rispetto allargata, in relazione alla tipologia dell'opera di captazione e alla situazione locale di vulnerabilità e rischio della risorsa (D.Lgs 3 aprile 2006 n. 152 "Norme in materia ambientale", e s.m.i., art. 94, comma 4).

**Edifici ed opere strategiche** di cui al d.d.u.o. 21 novembre 2003 n. 19904 "Approvazione elenco tipologie degli edifici e opere infrastrutturali e programma temporale delle verifiche di cui all'art. 2, commi 3 e 4 dell'ordinanza p.c.m. n. 3274 del 20 marzo 2003, in attuazione della d.g.r. n. 14964 del 7 novembre 2003": categorie di edifici e di opere infrastrutturali di interesse strategico di competenza regionale, la cui funzionalità durante gli eventi sismici assume rilievo fondamentale per le finalità di protezione civile.

**Edifici:**

- a. Edifici destinati a sedi dell'Amministrazione Regionale \*
- b. Edifici destinati a sedi dell'Amministrazione Provinciale \*
- c. Edifici destinati a sedi di Amministrazioni Comunali \*
- d. Edifici destinati a sedi di Comunità Montane \*
- e. Strutture non di competenza statale individuate come sedi di sale operative per la gestione delle emergenze (COM, COC, ecc.)
- f. Centri funzionali di protezione civile
- g. Edifici ed opere individuate nei piani d'emergenza o in altre disposizioni per la gestione dell'emergenza
- h. Ospedali e strutture sanitarie, anche accreditate, dotati di Pronto Soccorso o dipartimenti di emergenza, urgenza e accettazione
- i. Sedi Aziende Unità Sanitarie Locali \*\*
- j. Centrali operative 118

\* prioritariamente gli edifici ospitanti funzioni/attività connesse con la gestione dell'emergenza

\*\* limitatamente gli edifici ospitanti funzioni/attività connesse con la gestione dell'emergenza

**Edifici ed opere rilevanti** di cui al d.d.u.o. 21 novembre 2003 n. 19904 "Approvazione elenco tipologie degli edifici e opere infrastrutturali e programma temporale delle verifiche di cui all'art. 2, commi 3 e 4 dell'ordinanza p.c.m. n. 3274

del 20 marzo 2003, in attuazione della d.g.r. n. 14964 del 7 novembre 2003': categorie di edifici e di opere infrastrutturali di competenza regionale che possono assumere rilevanza in relazione alle conseguenze di un eventuale collasso.

### **Edifici**

- a. Asili nido e scuole, dalle materne alle superiori
- b. Strutture ricreative, sportive e culturali, locali di spettacolo e di intrattenimento in genere
- c. Edifici aperti al culto non rientranti tra quelli di cui all'allegato 1, elenco B, punto 1.3 del Decreto del Capo del Dipartimento della Protezione Civile, n. 3685 del 21.10.2003 (edifici il cui collasso può determinare danni significativi al patrimonio storico, artistico e culturale – musei, biblioteche, chiese)
- d. Strutture sanitarie e/o socioassistenziali con ospiti non autosufficienti (ospizi, orfanotrofi, ecc.)
- e. Edifici e strutture aperti al pubblico destinate alla erogazione di servizi, adibiti al commercio\* suscettibili di grande affollamento

*\* Il centro commerciale viene definito (D.Lgs. n. 114/1998) quale una media o una grande struttura di vendita nella quale più esercizi commerciali sono inseriti in una struttura a destinazione specifica e usufruiscono di infrastrutture comuni e spazi di servizio gestiti unitariamente. In merito a questa destinazione specifica si precisa comunque che i centri commerciali possono comprendere anche pubblici esercizi e attività paracommerciali (quali servizi bancari, servizi alle persone, ecc.).*

### **Opere infrastrutturali**

- a. Punti sensibili (ponti, gallerie, tratti stradali, tratti ferroviari) situati lungo strade "strategiche" provinciali e comunali non comprese tra la "grande viabilità" di cui al citato documento del Dipartimento della Protezione Civile nonché quelle considerate "strategiche" nei piani di emergenza provinciali e comunali
- b. Stazioni di linee ferroviarie a carattere regionale (FNM, metropolitane)
- c. Porti, aeroporti ed eliporti non di competenza statale individuati nei piani di emergenza o in altre disposizioni per la gestione dell'emergenza
- d. Strutture non di competenza statale connesse con la produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica
- e. Strutture non di competenza statale connesse con la produzione, trasporto e distribuzione di materiali combustibili (oleodotti, gasdotti, ecc.)
- f. Strutture connesse con il funzionamento di acquedotti locali
- g. Strutture non di competenza statale connesse con i servizi di comunicazione (radio, telefonia fissa e portatile, televisione)
- h. Strutture a carattere industriale, non di competenza statale, di produzione e stoccaggio di prodotti insalubri e/o pericolosi
- i. Opere di ritenuta di competenza regionale.

**Polizia idraulica:** comprende tutte le attività che riguardano il controllo degli interventi di gestione e trasformazione del demanio idrico e del suolo in fregio ai corpi idrici, allo scopo di salvaguardare le aree di espansione e di divagazione dei corsi d'acqua e mantenere l'accessibilità al corso d'acqua stesso.

**Opere edificatorie:** tipologia di opere a cui si fa riferimento nella definizione del tipo di intervento ammissibile per le diverse classi di fattibilità geologica (cfr. articolo 3 e legenda Tav. 8a-b). Esse corrispondono alla seguente classificazione:

<b>Opere sul suolo e sottosuolo</b>	
1	Edilizia singola uni-bifamiliare, 3 piani al massimo, di limitata estensione
2	Edilizia intensiva uni-bifamiliare, 3 piani al massimo, o edilizia plurifamiliare, edilizia pubblica
3	Edilizia plurifamiliare di grande estensione, edilizia pubblica
4	Edilizia produttiva di significativa estensione areale (> 500 mq sc)
5	Cambio di destinazione d'uso di ambiti produttivi
6	Opere infrastrutturali (opere d'arte in genere quali strade, ponti, parcheggi nel rispetto ed a fronte di indagini preventive in riferimento alla normativa nazionale), posa di reti tecnologiche o lavori di escavazione e sbancamento

## ARTICOLO 2 – INDAGINI ED APPROFONDIMENTI GEOLOGICI

- Il presente studio geologico di supporto alla pianificazione comunale *"Componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio ai sensi della l.r. 12/2005 e secondo i criteri della d.g.r. n. 8/7374/2008"*, contenuto integralmente nel Documento di Piano – Quadro conoscitivo del Piano di Governo del Territorio del comune di Lambrugo, ha la funzione di orientamento urbanistico, ma non può essere sostitutivo delle relazioni di cui al d.m. 14 gennaio 2008 *"Nuove Norme tecniche per le costruzioni"*.
- Tutte le indagini e gli approfondimenti geologici prescritti per le diverse classi di fattibilità (cfr. articolo 3 e legenda Tav. 9) dovranno essere consegnati contestualmente alla presentazione dei piani attuativi o in sede di richiesta di permesso di costruire/Dia e valutati di conseguenza prima dell'approvazione del piano o del rilascio del permesso.
- Gli approfondimenti d'indagine non sostituiscono, anche se possono comprendere, le indagini previste dal d.m. 14 gennaio 2008.
- **PIANI ATTUATIVI**  
Rispetto alla componente geologica ed idrogeologica, la documentazione minima da presentare a corredo del piano attuativo dovrà necessariamente contenere tutte le indagini e gli approfondimenti geologici prescritti per le classi di fattibilità geologica in cui ricade il piano attuativo stesso, che a seconda del grado di approfondimento, potranno essere considerati come anticipazioni o espletamento di quanto previsto dal d.m. 14 gennaio 2008 *"Nuove Norme tecniche per le costruzioni"*.  
In particolare dovranno essere sviluppati, sin dalla fase di proposta, gli aspetti relativi a:
  - interazioni tra il piano attuativo e l'assetto geologico-geomorfologico e/o l'eventuale rischio idrogeologico;
  - interazioni tra il piano attuativo e il regime delle acque superficiali;
  - fabbisogni e smaltimenti delle acque (disponibilità dell'approvvigionamento potabile, differenziazione dell'utilizzo delle risorse in funzione della valenza e della potenzialità idrica, possibilità di smaltimento in loco delle acque derivanti dalla impermeabilizzazione dei suoli e presenza di un idoneo recapito finale per le acque non smaltibili in loco).
- Gli interventi edilizi di nuova costruzione, di ristrutturazione edilizia, di restauro e risanamento conservativo e di manutenzione straordinaria (quest'ultima solo nel caso in cui comporti all'edificio esistente modifiche strutturali di particolare rilevanza) dovranno essere progettati adottando i criteri di cui al d.m. 14 gennaio 2008 *"Nuove Norme tecniche per le costruzioni"*.

La documentazione di progetto dovrà comprendere i seguenti elementi:



- indagini geognostiche per la determinazione delle caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione, in termini di caratteristiche granulometriche e di plasticità e di parametri di resistenza e deformabilità, spinte sino a profondità significative in relazione alla tipologia di fondazione da adottare e alle dimensioni dell'opera da realizzare;
  - determinazione della velocità di propagazione delle onde di taglio nei primi 30 m di profondità al di sotto del prescelto piano di posa delle fondazioni, ottenibile a mezzo di indagini geofisiche in foro (down-hole o cross-hole), indagini geofisiche di superficie (SASW – *Spectral Analysis of Surface Waves*, MASW – *Multichannel Analysis of Surface Waves* - o REMI – *Refraction Microtremor for Shallow Shear Velocity*), o attraverso correlazioni empiriche di comprovata validità con prove di resistenza alla penetrazione dinamica o statica. La scelta della metodologia di indagine dovrà essere commisurata all'importanza dell'opera e dovrà in ogni caso essere adeguatamente motivata;
  - definizione della categoria del suolo di fondazione in accordo al d.m. 14 gennaio 2008 sulla base del profilo di  $V_s$  ottenuto e del valore di  $V_{S30}$  calcolato;
  - definizione dello spettro di risposta elastico in accordo al d.m. 14 gennaio 2008.
- All'interno delle AREE A PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE (PSL) individuate in Tav. 6 e in Tav. 9 e solo per gli edifici il cui uso prevede affollamenti significativi, per gli edifici industriali con attività pericolose per l'ambiente, per le reti viarie e ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza e per le costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti e con funzioni sociali essenziali di cui al d.d.u.o. 21 novembre 2003 n. 19904 "Approvazione elenco tipologie degli edifici e opere infrastrutturali e programma temporale delle verifiche di cui all'art. 2, commi 3 e 4 dell'ordinanza p.c.m. n. 3274 del 20 marzo 2003, in attuazione della d.g.r. n. 14964 del 7 novembre 2003", la progettazione dovrà essere condotta adottando i criteri antisismici di cui al d.m. 14 gennaio 2008.

Secondo la normativa regionale vigente, nell'ambito del comune di Lambrugo (ricadente in Zona sismica 4):

- a) devono essere soggette all'analisi di 2° livello (che prevede il confronto tra un fattore di amplificazione sismica locale  $F_a$  e un valore soglia calcolato per ciascun comune - metodologie dell'allegato 5 alla d.g.r. n. 8/7374/2008), in fase di pianificazione, tutte le costruzioni strategiche e rilevanti in progetto (come elencate nel d.d.u.o. n. 19904/2003), la cui edificazione è prevista nelle aree PSL Z3a, Z4.a e Z4.c;
- b) devono essere sottoposte in fase progettuale ad approfondimenti sismici di 3° livello tutte le costruzioni strategiche e rilevanti in progetto (come elencate nel d.d.u.o. n. 19904/2003), la cui edificazione è prevista nelle aree PSL Z2.1 e Z2.2, nonché nelle aree Z3 e Z4, qualora, con un'analisi di 2° livello, il valore  $F_a$  misurato risultasse maggiore del valore soglia previsto.

La documentazione di progetto dovrà comprendere i seguenti elementi:

- Indagini geognostiche per la determinazione delle caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione, in termini di caratteristiche granulometriche e di

- plasticità e di parametri di resistenza e deformabilità, spinte sino a profondità significative in relazione alla tipologia di fondazione da adottare e alle dimensioni dell'opera da realizzare;
- Determinazione della velocità di propagazione delle onde di taglio nei primi 30 m di profondità al di sotto del prescelto piano di posa delle fondazioni ottenibile a mezzo di indagini geofisiche in foro (down-hole o cross-hole), indagini geofisiche di superficie (SASW – *Spectral Analysis of Surface Waves* - , MASW - *Multichannel Analysis of Surface Waves* - o REMI – *Refraction Microtremor for Shallow Shear Velocity* -), o attraverso correlazioni empiriche di comprovata validità con prove di resistenza alla penetrazione dinamica o statica. La scelta della metodologia di indagine dovrà essere commisurata all'importanza dell'opera e in ogni caso dovrà essere adeguatamente motivata;
  - Definizione, con indagini o da bibliografia (es. banca dati regionale), del modulo di taglio G e del fattore di smorzamento D dei terreni di ciascuna unità geotecnica individuata e delle relative curve di decadimento al progredire della deformazione di taglio  $\gamma$ ;
  - Definizione del modello geologico-geotecnico di sottosuolo a mezzo di un congruo numero di sezioni geologico-geotecniche, atte a definire compiutamente l'assetto morfologico superficiale, l'andamento dei limiti tra i diversi corpi geologici sepolti, i loro parametri geotecnici, l'assetto idrogeologico e l'andamento della superficie piezometrica;
  - Individuazione di almeno tre diversi input sismici relativi al sito, sotto forma di accelerogrammi attesi al bedrock (es. da banca dati regionale o nazionale);
  - Valutazione della risposta sismica locale consistente nel calcolo degli accelerogrammi attesi al suolo mediante codici di calcolo bidimensionali o tridimensionali in grado di tenere adeguatamente conto della non linearità del comportamento dinamico del terreno e degli effetti di amplificazione topografica di sito. Codici di calcolo monodimensionali possono essere impiegati solo nel caso in cui siano prevedibili unicamente amplificazioni litologiche e si possano escludere amplificazioni di tipo topografico;
  - Definizione dello spettro di risposta elastico al sito ossia della legge di variazione della accelerazione massima al suolo al variare del periodo naturale.
- Per quanto concerne la tipologia di indagine minima da adottare per la caratterizzazione sismica locale si dovrà fare riferimento alla seguente tabella guida. L'estensione delle indagini dovrà essere commisurata all'importanza e alle dimensioni delle opere da realizzare, alla complessità del contesto geologico e dovrà in ogni caso essere adeguatamente motivata.

<b><i>Tipologia opere</i></b>	<b><i>Indagine minima prescritta</i></b>
Edifici residenziali semplici, con al massimo 3 piani fuori terra, con perimetro esterno inferiore a 100 m, aventi carichi di progetto inferiori a 250 kN per pilastro e a 100 kN/m per muri continui	correlazioni empiriche di comprovata validità con prove di resistenza alla penetrazione dinamica integrate in profondità con estrapolazione di dati litostratigrafici di sottosuolo
Edifici e complessi industriali, complessi residenziali e singoli edifici residenziali non rientranti nella categoria precedente	indagini geofisiche di superficie: <i>SASW – Spectral Analysis of Surface Waves</i> -, <i>MASW - Multichannel Analysis of Surface Waves</i> - o <i>REMI – Refraction Microtremor for Shallow Shear Velocity</i>
Opere ed edifici strategici e rilevanti, (opere il cui uso prevede affollamenti significativi, edifici industriali 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 e con funzioni sociali essenziali)	indagini geofisiche in foro (down-hole o cross-hole)

---

**Si evidenzia che a seguito della pubblicazione su G.U. della Legge 77/09 del 24.06.2009 il regime transitorio previsto dal decreto ministeriale è stato definitivamente dichiarato scaduto in data 30 giugno 2009. Pertanto, a partire dal 1 luglio 2009, il D.M. 14 gennaio 2008 costituisce l'unica normativa di riferimento per la progettazione.**

### **ARTICOLO 3 – CLASSI DI FATTIBILITÀ GEOLOGICA**

La carta della fattibilità geologica per le azioni di piano è stata redatta alla scala di dettaglio 1:5.000 (**Tav. 9**) per l'intero territorio comunale e riprodotta sulla Carta Tecnica Regionale in scala 1:10.000 (**Tav. 10**).

La suddivisione in aree omogenee dal punto di vista della pericolosità/vulnerabilità effettuata nella fase di sintesi (Tav. 8), è stata ricondotta a diverse classi di fattibilità in ordine alle limitazioni e destinazioni d'uso del territorio, secondo quanto prescritto dalla d.g.r. n. 8/7374/2008.

Per l'intero territorio comunale, l'azzoneamento prioritario per la definizione della carta della fattibilità geologica è risultato quello relativo al rischio idraulico e idrogeologico,

a cui è stato sovrapposto l'azzonamento derivante dalla presenza di fasce di rispetto fluviale, dalla caratterizzazione geologico-tecnica dei terreni e dalla vulnerabilità dell'acquifero superiore, elementi tutti condizionanti le trasformazioni d'uso del territorio.

Ai suddetti elementi si sono aggiunti i condizionamenti determinati dalla individuazione di aree ambientalmente degradate per attività antropica.

### **13.1.1 CLASSE DI FATTIBILITA' GEOLOGICA 4 - FATTIBILITÀ CON GRAVI LIMITAZIONI**

Norme generali valide per tutte le classi di fattibilità geologica 4:

- Per gli **edifici esistenti ricadenti in classe 4** sono consentite esclusivamente le opere relative ad interventi di demolizione senza ricostruzione, manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo, come definiti dall'art. 27, comma 1, lettere a), b), c) della l.r. 11 marzo 2005 n. 12 "*Legge per il governo del territorio*" e s.m.i., senza aumento di superficie o volume e senza aumento del carico insediativo. Sono consentite le innovazioni necessarie per l'adeguamento alla normativa antisismica.  
È fatto salvo quanto previsto per le infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico, che possono essere realizzate solo se non altrimenti localizzabili e che dovranno comunque essere puntualmente e attentamente valutate in funzione dello specifico fenomeno che determina la situazione di rischio.
- Gli approfondimenti di 2° e 3° livello per la definizione delle azioni sismiche di progetto non devono essere eseguiti nelle aree classificate in classe di fattibilità 4, in quanto considerate inedificabili, fermo restando tutti gli obblighi derivanti dall'applicazione della normativa specifica. Per le infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico eventualmente ammesse, la progettazione dovrà essere condotta adottando i criteri antisismici del d.m. 14 gennaio 2008 "*Nuove Norme tecniche per le costruzioni*", definendo in ogni caso le azioni sismiche di progetto a mezzo di analisi di approfondimento di 3° livello.

#### **Classe 4fa – Fiume Lambro**

Principali caratteristiche: piana alluvionale del fiume Lambro, inondata e/o potenzialmente inondabile, comprendente i territori delle fasce fluviali A e B del PAI e gli ambiti soggetti a polizia idraulica.

Problematiche generali: aree soggette ed a rischio di esondazione.

Parere sulla edificabilità: non favorevole per gravi limitazioni legate al rischio idraulico e alla presenza di fasce di rispetto con attività di polizia idraulica.

Tipo di intervento ammissibile: è vietata qualsiasi nuova opera edificatoria, ad eccezione di eventuali infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico solo se non altrimenti localizzabili, corredati da uno studio di compatibilità degli interventi con la situazione di rischio idrogeologico (cfr. indagini preventive necessarie).

Nel caso in cui, oltre alla classe di fattibilità 4 attribuita dal presente studio, sussistano in concomitanza i vincoli specifici delle fasce fluviali PAI (cfr. Tav. 7) e di Polizia Idraulica, gli eventuali interventi ammessi dovranno essere coerenti con le limitazioni previste dalle Norme di Attuazione del PAI per le fasce A e B: art. 1 commi

5 e 6, art. 29 comma 2, art. 30 comma 2, art. 32 commi 3 e 4, art. 38, art. 38 bis, art. 39 commi da 1 a 6 e art. 41 e con le limitazioni previste dal Regolamento comunale di Polizia Idraulica.

Indagini di approfondimento preventive necessarie: per le opere ammesse si rendono necessarie indagini geologico-tecniche dei terreni (IGT) ed analisi di stabilità dei versanti di scavo (SV), finalizzate alla progettazione delle opere e alla previsione delle opportune opere di protezione degli scavi durante i lavori di cantiere.

Per le opere ammesse, si rendono comunque necessari studi di compatibilità idraulica per la puntuale valutazione del rischio di esondazione del fiume Lambro (SCI - VRE), ai sensi dell'All. 4 della d.g.r. 8/7374/08 "*Criteri per la valutazione di compatibilità idraulica delle previsioni urbanistiche e delle proposte di uso del suolo nelle aree a rischio idraulico*".

Interventi da prevedere in fase progettuale: sono da prevedere in tutti i casi interventi di difesa del suolo (DS - DP), di recupero morfologico (IRM) e la predisposizione di accorgimenti per lo smaltimento delle acque meteoriche (RE) e di quelle di primo sottosuolo, con individuazione del recapito finale, nel rispetto della normativa vigente e sulla base delle condizioni idrogeologiche del sito, prevedendo il collettamento in fognatura (CO) delle acque reflue e delle acque non smaltibili in loco.

#### **Classe 4rm – Aree di rispetto fluviale**

Principali caratteristiche: alvei ed area di rispetto fluviale dei corsi d'acqua costituenti reticolo idrografico minore.

Problematiche generali: aree di rispetto fluviale necessarie a consentire l'accessibilità al corso d'acqua ai fini della sua manutenzione, fruizione e riqualificazione ambientale.

Parere sulla edificabilità: non favorevole per gravi limitazioni legate al rischio idraulico e alla presenza di fasce di rispetto di corsi d'acqua soggette ad attività di polizia idraulica.

Tipo di intervento ammissibile: non sono ammesse nuove opere edificatorie, ad eccezione di eventuali infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico solo se non altrimenti localizzabili corredati da uno studio di compatibilità degli interventi con la situazione di rischio idrogeologico (cfr. indagini preventive necessarie). Gli eventuali interventi ammessi dovranno essere coerenti con le limitazioni previste dal Regolamento comunale di Polizia Idraulica.

Indagini di approfondimento preventive necessarie: sono necessarie indagini geotecniche (IGT), con valutazione di stabilità dei versanti di scavo (SV) finalizzate alla progettazione delle opere e alla previsione delle opportune opere di protezione degli scavi o degli sbancamenti durante i lavori di cantiere.

Ferma restando la necessità di acquisire autorizzazione da parte dell'Ente competente, ogni intervento che interessi direttamente l'alveo, incluse le sponde, dei corsi d'acqua del reticolo idrografico, sia esso di natura strutturale (modifica del corso) che idraulico-qualitativa (scarichi idrici), richiede necessariamente l'effettuazione di studi di compatibilità idraulica (SCI), che dovranno attestare la locale assenza di rischio o eventualmente la mitigazione del rischio a seguito della realizzazione degli interventi, e/o la sostenibilità dell'apporto idrico del nuovo scarico.

Tali studi dovranno pertanto coadiuvare la progettazione per la corretta gestione delle acque sotto il profilo quantitativo.

Gli attraversamenti (ponti, gasdotti, fognature, tubature e infrastrutture a rete in genere) con luce superiore a 6 m dovranno essere realizzati secondo le direttive dell'Autorità di Bacino «*Criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce a e b*» approvata con Deliberazione del Comitato Istituzionale n. 2 dell'11 maggio 1999, aggiornata con deliberazione n. 10 del 5 aprile 2006.

Sono inoltre necessarie verifiche della qualità degli scarichi (VQS) di qualsiasi natura (civile o industriale, temporanei o a tempo indeterminato).

Interventi da prevedere in fase progettuale: a fronte di qualsiasi azione sono da prevedere contestualmente interventi di recupero morfologico e paesistico ambientale delle aree interessate, nonché interventi di recupero della funzione idraulica propria del tratto di asta interessato (IRM).

Sono da prevedere in tutti i casi interventi di difesa del suolo (DS) e la predisposizione di accorgimenti per lo smaltimento delle acque meteoriche (RE) e quelle di primo sottosuolo, con individuazione del recapito finale, nel rispetto della normativa vigente e sulla base delle condizioni idrogeologiche del sito, prevedendo il collettamento in fognatura (CO) delle acque reflue e delle acque non smaltibili in loco.

#### **Classe 4v – Aree di versante acclive**

Principali caratteristiche: aree di versante ad elevata acclività caratterizzate dalla presenza di substrato conglomeratico affiorante e/o subaffiorante e da movimenti franosi pregressi di modesta entità, suscettibili di riattivazione. Comprende le aree di tutela ambientale e idrogeologica dell'ambito delle "Sorgenti del Cepp" e delle relative zone umide.

Problematiche generali: aree soggette o potenzialmente soggette a fenomeni di dinamica geomorfologica (scivolamenti della copertura superficiale, ribaltamento e caduta di alberi).

Parere sulla edificabilità: non favorevole per gravi limitazioni legate alla dinamica geomorfologica dei versanti e alla tutela ambientale e idrogeologica delle aree di sorgente.

Tipo di intervento ammissibile: non sono ammesse nuove opere edificatorie, ad eccezione di eventuali infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico solo se non altrimenti localizzabili corredati da uno studio di compatibilità degli interventi con la situazione di rischio idrogeologico (cfr. indagini preventive necessarie). Sono inoltre ammessi interventi di consolidamento dei versanti e prevenzione del dissesto idrogeologico.

Indagini di approfondimento preventive necessarie: per le opere ammesse si rendono necessarie indagini geologico-tecniche dei terreni (IGT) ed analisi di stabilità dei versanti di scavo (SV), finalizzate alla progettazione delle opere e alla previsione delle opportune opere di protezione degli scavi durante i lavori di cantiere.

Interventi da prevedere in fase progettuale: sono da prevedere in tutti i casi interventi di difesa del suolo (DS), il dimensionamento delle opere di difesa passiva/attiva e loro realizzazione prima degli interventi edificatori (DP) e la

predisposizione di accorgimenti per lo smaltimento delle acque meteoriche (RE) e quelle di primo sottosuolo, con individuazione del recapito finale, nel rispetto della normativa vigente e sulla base delle condizioni idrogeologiche del sito, prevedendo il collettamento in fognatura (CO) delle acque reflue e delle acque non smaltibili in loco.

### **13.1.2 CLASSE DI FATTIBILITA' GEOLOGICA 3 - FATTIBILITÀ CON CONSISTENTI LIMITAZIONI**

#### **Classe 3c – Fascia B di progetto-Fascia C del PAI**

Principali caratteristiche: aree comprese tra la Fascia B di progetto e la Fascia C ed aree comprese entro la fascia C del PAI, potenzialmente a rischio di allagamento/esondazione.

Problematiche generali: aree potenzialmente esondabili costituenti aree di protezione con finalità idraulica.

Parere sulla edificabilità: favorevole con consistenti limitazioni fino alla definizione delle condizioni di rischio locale o alla realizzazione e al collaudo delle opere idrauliche programmate.

Tipo di intervento ammissibile: limitazioni previste dagli articoli delle NdA del PAI relativamente alla Fascia B (art. 30, art. 32, art. 38, art. 38bis e art. 39).

Indagini di approfondimento preventive necessarie: si rendono necessari studi di compatibilità idraulica e di verifica del rischio di esondazione (SCI-VRE) finalizzati alla valutazione dei differenti livelli di rischio idraulico del fiume Lambro secondo le modalità di cui all'Allegato 4 della d.g.r. 8/7374/08 "*Criteria per la valutazione di compatibilità idraulica delle previsioni urbanistiche e delle proposte di uso del suolo nelle aree a rischio idraulico*".

Si rendono inoltre, necessarie indagini geotecniche (IGT) per la determinazione delle caratteristiche litotecniche e di portanza dei terreni. In caso di apertura di scavi dovrà essere valutata la stabilità dei fronti di scavo (SV).

Interventi da prevedere in fase progettuale: per ogni tipo di opera, gli interventi da prevedere saranno rivolti alla predisposizione di opere per la difesa del suolo (DS), nonché di accorgimenti per lo smaltimento delle acque meteoriche (RE) e quelle di primo sottosuolo, con individuazione del recapito finale, nel rispetto della normativa vigente e sulla base delle condizioni idrogeologiche del sito, prevedendo il collettamento in fognatura (CO) delle acque reflue e delle acque non smaltibili in loco.

Norme sismiche da adottare per la progettazione: la progettazione dovrà essere condotta adottando i criteri antisismici del d.m. 14 gennaio 2008 "*Nuove Norme Tecniche per le costruzioni*", definendo le azioni sismiche di progetto, per gli edifici strategici e rilevanti di cui al d.d.u.o. n. 19904/03, a mezzo di approfondimento di 3° livello nel caso in cui essi ricadano in zona B (retinatura di colore verde) e quando il Fattore di Amplificazione (Fa) calcolato con analisi di 2° livello (da applicarsi in fase pianificatoria nelle zone A – retinatura di colore azzurro, cfr. legenda Tav. 9) sia maggiore del Fattore di Amplificazione di soglia. Se Fa calcolato è minore di Fa di soglia e per le altre categorie di edifici, la progettazione potrà essere condotta

definendo la pericolosità sismica di base in accordo all'Allegato A del decreto ministeriale.

### **Classe 3p – Versanti moderatamente acclivi**

Principali caratteristiche: versanti moderatamente acclivi con substrato conglomeratico affiorante e/o subaffiorante.

Problematiche generali: aree generalmente stabili ma con possibile innesco di fenomeni di dinamica geomorfologica connessi principalmente alla regimazione delle acque superficiali e ad interventi antropici (scavi e sbancamenti).

Parere sulla edificabilità: favorevole con consistenti limitazioni connesse alla verifica della stabilità dei versanti e al controllo e regimazione delle acque superficiali.

Tipo di intervento ammissibile: in quest'area sono ammesse opere edificatorie di tipo residenziale (edilizia singola uni-bifamiliare, intensiva uni-bifamiliare), oltre alle opere infrastrutturali. Per le opere esistenti sono ammessi gli interventi di restauro, manutenzione, risanamento conservativo, ristrutturazione (così come definiti dall'art. 27 della l.r. 11 marzo 2005 n. 12 "*Legge per il governo del territorio*"), nel rispetto delle normative vigenti.

Indagini di approfondimento preventive necessarie: si rendono necessarie indagini geologico-tecniche (IGT) per ogni tipo di intervento edificatorio ammesso, da effettuare preventivamente alla progettazione esecutiva. Tali indagini dovranno permettere la determinazione dei carichi ammissibili, la distanza di sicurezza da mantenere rispetto all'orlo e la valutazione della stabilità del versante (SV) connesso al terreno in esame.

Interventi da prevedere in fase progettuale: per ogni tipo di opera, gli interventi da prevedere saranno rivolti alla predisposizione di opere per la difesa del suolo (DS), nonché di accorgimenti per lo smaltimento delle acque meteoriche (RE) e quelle di primo sottosuolo, con individuazione del recapito finale, nel rispetto della normativa vigente e sulla base delle condizioni idrogeologiche del sito, prevedendo il collettamento in fognatura (CO) delle acque reflue e delle acque non smaltibili in loco.

Norme sismiche da adottare per la progettazione: la progettazione dovrà essere condotta adottando i criteri antisismici del d.m. 14 gennaio 2008 "*Nuove Norme Tecniche per le costruzioni*", definendo le azioni sismiche di progetto, per gli edifici strategici e rilevanti di cui al d.d.u.o. n. 19904/03, a mezzo di approfondimento di 3° livello nel caso in cui il Fattore di Amplificazione (Fa) calcolato con analisi di 2° livello (da applicarsi in fase pianificatoria nelle zone A –retinatura di colore azzurro, cfr. legenda Tav. 9) sia maggiore del Fattore di Amplificazione di soglia. Se Fa calcolato è minore di Fa di soglia e per le altre categorie di edifici, la progettazione potrà essere condotta definendo la pericolosità sismica di base in accordo all'Allegato A del decreto ministeriale.

### **Classe 3v – Versanti poco acclivi**

Principali caratteristiche: versanti ad acclività da media a debole posti a raccordo tra la piana fluvioglaciale e l'ambito di piana alluvionale del fiume Lambro, con scarso drenaggio e formazione di aree di ristagno delle acque.



Problematiche generali: presenza di terreni con variabili caratteristiche geotecniche in aree di scarpata minore.

Parere sulla edificabilità: favorevole con consistenti limitazioni connesse al drenaggio delle acque superficiali e alla verifica dei caratteri geotecnici.

Tipo di intervento ammissibile: in quest'area sono ammesse opere edificatorie di tipo residenziale (edilizia singola uni-bifamiliare, intensiva uni-bifamiliare), nuovi ambiti produttivi, oltre alle opere infrastrutturali. Per le opere esistenti sono ammessi gli interventi di restauro, manutenzione, risanamento conservativo, ristrutturazione (così come definiti dall'art. 27 della l.r. 11 marzo 2005 n. 12 "*Legge per il governo del territorio*"), nel rispetto delle normative vigenti.

Indagini di approfondimento necessarie: si rendono necessarie indagini geologico-tecniche (IGT) per ogni tipo di intervento edificatorio ammesso, da effettuare preventivamente alla progettazione esecutiva. Tali indagini dovranno permettere la determinazione dei carichi ammissibili, la distanza di sicurezza da mantenere rispetto all'orlo e la valutazione della stabilità del versante (SV) connesso al terreno in esame.

Interventi da prevedere in fase progettuale: per ogni tipo di opera, gli interventi da prevedere saranno rivolti alla predisposizione di opere per la difesa del suolo (DS), nonché di accorgimenti per lo smaltimento delle acque meteoriche (RE) e quelle di primo sottosuolo, con individuazione del recapito finale, nel rispetto della normativa vigente e sulla base delle condizioni idrogeologiche del sito, prevedendo il collettamento in fognatura (CO) delle acque reflue e delle acque non smaltibili in loco.

Norme sismiche da adottare per la progettazione: la progettazione dovrà essere condotta adottando i criteri antisismici del d.m. 14 gennaio 2008 "*Nuove Norme Tecniche per le costruzioni*", definendo le azioni sismiche di progetto, per gli edifici strategici e rilevanti di cui al d.d.u.o. n. 19904/03, a mezzo di approfondimento di 3° livello nel caso in cui il Fattore di Amplificazione (Fa) calcolato con analisi di 2° livello (da applicarsi in fase pianificatoria nelle zone A – retinatura di colore azzurro, cfr. legenda Tav. 9) sia maggiore del Fattore di Amplificazione di soglia. Se Fa calcolato è minore di Fa di soglia e per le altre categorie di edifici, la progettazione potrà essere condotta definendo la pericolosità sismica di base in accordo all'Allegato A del decreto ministeriale.

### **Classe 3a e 3a' – Caratterizzazione ambientale**

Principali caratteristiche: aree condizionate dalla presenza di ex discarica incontrollata di rifiuti speciali ed inerti (3a) oggetto di Piano di Caratterizzazione ai sensi del D.M. 471/99 ed aree oggetto di Caratterizzazione ambientale e Progetto di Bonifica ai sensi del D.Lgs 152/06 e s.m.i., art. 249 (3a').

Problematiche generali: presenza di terreni litologicamente disomogenei e con possibili scadenti caratteristiche geotecniche e/o di terreni contaminati.

Parere sull'edificabilità: favorevole con consistenti limitazioni legate alla verifica puntuale delle caratteristiche litotecniche e di qualità dei terreni con il completamento delle operazioni di bonifica.

Tipo di intervento ammissibile: limitazioni d'uso previste dal D.Lgs. 152/06 e s.m.i..

Indagini di approfondimento preventive necessarie: la modifica di destinazione d'uso di queste aree necessita la verifica dello stato di salubrità dei suoli ai sensi del

Regolamento Locale di Igiene (ISS). Qualora venga rilevato uno stato di contaminazione dei terreni, dovranno avviarsi le procedure previste dal D.Lgs. 152/06 "*Norme in materia ambientale*" (Piano di Caratterizzazione /PCA con analisi di rischio, Progetto Operativo degli interventi di Bonifica/POB).

Ad approvazione dei progetti relativi alla bonifica e messa in sicurezza dei siti inquinati, le particolari condizioni geotecniche di tali aree rendono necessarie per le opere ammesse, indagini geognostiche di approfondimento che comprendano il rilevamento geologico di dettaglio e l'esecuzione di prove geotecniche (IGT) per la valutazione della capacità portante (prove penetrometriche), indagini sulla stabilità dei fronti scavo (SV), studi per il recupero morfologico e di ripristino ambientale (SRM) da effettuare preventivamente alla progettazione esecutiva di qualunque opera (secondo quanto indicato nell'art. 2).

Interventi da prevedere in fase progettuale: sono da prevedere interventi di recupero morfologico e paesistico ambientale delle aree interessate (IRM), opere di difesa del suolo (DS). Quale norma generale a salvaguardia della falda idrica sotterranea è necessario che per ogni nuovo insediamento, già in fase progettuale, sia previsto ed effettivamente realizzabile il collettamento degli scarichi fognari in fognatura e delle acque non smaltibili in loco (CO).

Soprattutto nel caso di scavi, sia per ragioni ambientali che di sicurezza, dovranno essere messi in opera sistemi di regimazione e smaltimento delle acque meteoriche, onde evitare la percolazioni delle stesse sui fronti e all'interno dello scavo, con individuazione del recapito finale, nel rispetto della normativa vigente e sulla base delle caratteristiche idrogeologiche del sito (RE).

Qualora venga accertato uno stato di contaminazione dei suoli e delle acque ai sensi del D.Lgs. 152/06, dovranno essere previsti interventi di bonifica (BO).

Norme sismiche da adottare per la progettazione: la progettazione dovrà essere condotta adottando i criteri antisismici del d.m. 14 gennaio 2008 "*Nuove Norme Tecniche per le costruzioni*", definendo le azioni sismiche di progetto, per gli edifici strategici e rilevanti di cui al d.d.u.o. n. 19904/03, a mezzo di approfondimento di 3° livello nel caso in cui il Fattore di Amplificazione (Fa) calcolato con analisi di 2° livello (da applicarsi in fase pianificatoria nelle zone A – retinatura di colore azzurro, cfr. legenda Tav. 9) sia maggiore del Fattore di Amplificazione di soglia. Se Fa calcolato è minore di Fa di soglia e per le altre categorie di edifici, la progettazione potrà essere condotta definendo la pericolosità sismica di base in accordo all'Allegato A del decreto ministeriale.

### **Classe 3b – ex ambito estrattivo recuperato**

Principali caratteristiche: aree condizionate dalla presenza di ex ambito estrattivo di materiale lapideo per cementificio, ora recuperato e adibito a parco pubblico (Oasi di Baggero).

Problematiche generali: degrado morfologico delle aree. Aumento del grado di vulnerabilità per asportazione di materiale lapideo. Possibilità di riempimenti e ripristino morfologico con terreni litologicamente disomogenei e con scadenti caratteristiche geotecniche.

Parere sull'edificabilità: favorevole con consistenti limitazioni legate alla verifica puntuale delle caratteristiche litotecniche e di qualità dei terreni di riporto e delle

caratteristiche geomeccaniche dell'ammasso roccioso lungo gli ex fronti di scavo e il costante monitoraggio delle acque.

Tipo di intervento ammissibile: sono ammesse opere edificatorie di tipo residenziale (edilizia singola uni-bifamiliare) e opere infrastrutturali.

Per le opere esistenti sono ammessi gli interventi di restauro, manutenzione, risanamento conservativo, ristrutturazione (così come definiti dall'art. 27 della l.r. 11 marzo 2005 n. 12 "*Legge per il governo del territorio*"), nel rispetto delle normative vigenti.

Indagini di approfondimento preventive necessarie: le particolari condizioni di tale ambito richiedono l'effettuazione di studi di verifica di compatibilità ambientale prima di qualunque eventuale altra destinazione d'uso delle aree e l'effettuazione di studi per il recupero morfologico e di ripristino ambientale (SRM). Per le opere ammesse si rendono necessarie indagini geotecniche (IGT) per la puntuale determinazione dei carichi ammissibili; risultano indispensabili inoltre verifiche ambientali al fine di definire lo stato qualitativo e di salubrità dei suoli (ISS). Qualora venga rilevato uno stato di contaminazione dei terreni, dovranno avviarsi le procedure previste dal D.Lgs. 152/06 "*Norme in materia ambientale*" (Piano di Caratterizzazione/PCA con analisi di rischio, Progetto Operativo degli interventi di Bonifica/POB).

Interventi da prevedere in fase progettuale: sono da prevedere interventi di recupero morfologico e paesistico ambientale delle aree interessate (IRM), opere di difesa del suolo (DS), opere di regimazione idraulica e di smaltimento delle acque superficiali e sotterranee (RE), con individuazione del recapito finale, nel rispetto della normativa vigente e sulla base delle condizioni idrogeologiche del sito (RE), prevedendo il collettamento in fognatura degli scarichi fognari e delle acque non smaltibili in loco (CO).

Qualora venga accertato uno stato di contaminazione dei suoli e delle acque ai sensi del D.Lgs. 152/06, dovranno essere previsti interventi di bonifica (BO).

Norme sismiche da adottare per la progettazione: la progettazione dovrà essere condotta adottando i criteri antisismici del d.m. 14 gennaio 2008 "*Nuove Norme Tecniche per le costruzioni*", definendo le azioni sismiche di progetto, per gli edifici strategici e rilevanti di cui al d.d.u.o. n. 19904/03, a mezzo di approfondimento di 3° livello nel caso in cui il Fattore di Amplificazione (Fa) calcolato con analisi di 2° livello (da applicarsi in fase pianificatoria nelle zone A – retinatura di colore azzurro, cfr. legenda Tav. 9) sia maggiore del Fattore di Amplificazione di soglia. Se Fa calcolato è minore di Fa di soglia e per le altre categorie di edifici, la progettazione potrà essere condotta definendo la pericolosità sismica di base in accordo all'Allegato A del decreto ministeriale.

### **Classe 3d – piana lacustre**

Principali caratteristiche: aree a morfologia pianeggiante costituite da terreni fini limoso argillosi con frequente ristagno delle acque meteoriche per scarso drenaggio superficiale.

Problematiche generali: problematiche relative alla presenza di terreni fini coesivi e allo scarso drenaggio delle acque.

Parere sull'edificabilità: favorevole con consistenti limitazioni legate alle difficoltà di drenaggio delle acque, alle caratteristiche portanti del terreno e alla verifica di comportamento dello stesso in condizioni di sollecitazione sismica.

Opera edificatoria ammissibile: sono ammesse tutte le tipologie di opere edificatorie ed infrastrutturali, previa verifica come di seguito descritto. Per le opere esistenti sono ammessi gli interventi di restauro, manutenzione, risanamento conservativo, ristrutturazione (così come definiti dall'art. 27 della l.r. 11 marzo 2005 n. 12 "*Legge per il governo del territorio*"), nel rispetto delle normative vigenti.

Indagini di approfondimento preventive necessarie: si rende necessaria la verifica idrogeologica e litotecnica dei terreni mediante rilevamento geologico (RG) di dettaglio e l'esecuzione di prove geotecniche per la determinazione della capacità portante, da effettuare preventivamente alla progettazione esecutiva per tutte le opere edificatorie (IGT); in particolare dovrà essere valutata la stabilità dei versanti di scavo (SV) nel caso di opere di tipo 3, 4, 5, 6 al fine di prevedere le opportune opere di protezione degli scavi durante i lavori di cantiere. La modifica di destinazione d'uso di aree esistenti inserite in zona "produttiva" necessita la verifica dello stato di salubrità dei suoli ai sensi del Regolamento Locale d'Igiene (ISS). Qualora venga rilevato uno stato di contaminazione dei terreni, dovranno avviarsi le procedure previste dal D.Lgs. 152/06 "*Norme in materia ambientale*" (Piano di Caratterizzazione/PCA con analisi di rischio, Progetto Operativo degli interventi di Bonifica/POB).

Interventi da prevedere in fase progettuale: per ogni tipo di opera gli interventi da prevedere saranno rivolti alla regimazione idraulica e alla predisposizione di accorgimenti per lo smaltimento delle acque meteoriche e quelle di primo sottosuolo, con individuazione del recapito finale, nel rispetto della normativa vigente e sulla base delle condizioni idrogeologiche del sito (RE), prevedendo il collettamento in fognatura degli scarichi fognari e delle acque non smaltibili in loco (CO).

Qualora venga accertato uno stato di contaminazione dei suoli e delle acque ai sensi del D.Lgs. 152/06, dovranno essere previsti interventi di bonifica (BO).

Norme sismiche da adottare per la progettazione: la progettazione dovrà essere condotta adottando i criteri antisismici del d.m. 14 gennaio 2008 "*Nuove Norme Tecniche per le costruzioni*", definendo le azioni sismiche di progetto, per gli edifici strategici e rilevanti di cui al d.d.u.o. n. 19904/03, a mezzo di approfondimento di 3° livello.

### **13.1.3 CLASSE DI FATTIBILITÀ GEOLOGICA 2 - FATTIBILITÀ CON MODESTE LIMITAZIONI**

#### **Classe 2a – Glaciale Cantù**

Principali caratteristiche: aree altimetricamente rilevate con presenza di morfologie glaciali. Nelle zone più meridionali del territorio comunale, presenza di substrato roccioso a ridotta profondità.

Problematiche generali: presenza di terreni eterogenei da mediamente a ben addensati con locale presenza di blocchi lapidei che condizionano l'esecuzione di scavi. Possibili problematiche relative alla difficoltà di drenaggio delle acque per la bassa permeabilità dei depositi.

Parere sulla edificabilità: favorevole con modeste limitazioni legate alle caratteristiche portanti del terreno e alla difficoltà di drenaggio delle acque.

Tipo di intervento ammissibile: sono ammesse tutte le categorie di opere edificatorie ed infrastrutturali. Per le opere esistenti sono ammessi gli interventi di restauro, manutenzione, risanamento conservativo, ristrutturazione (così come definiti dall'art. 27 della l.r. 11 marzo 2005 n. 12 "*Legge per il governo del territorio*"), nel rispetto delle normative vigenti.

Indagini di approfondimento preventive necessarie: si rende necessaria la verifica idrogeologica e litotecnica dei terreni mediante rilevamento geologico di dettaglio (RG) e l'esecuzione di indagini geotecniche (IGT) da effettuare preventivamente alla progettazione esecutiva per qualsiasi tipo di opera edificatoria, ed in particolare dovrà essere valutata la stabilità dei versanti di scavo (SV) nel caso di opere di tipo 3, 4, 5, 6 al fine di prevedere le opportune opere provvisorie di protezione degli scavi durante i lavori di cantiere. Le indagini geognostiche dovranno essere commisurate al tipo di intervento da realizzare ed alle problematiche progettuali proprie di ciascuna opera (secondo quanto indicato nell'art. 2 delle Norme Geologiche di Piano).

La modifica di destinazione d'uso di aree esistenti inserite in zona "produttiva" necessita la verifica dello stato di salubrità dei suoli ai sensi del Regolamento Locale d'Igiene Pubblica (ISS). Qualora venga rilevato uno stato di contaminazione dei terreni, dovranno avviarsi le procedure previste dal D.Lgs. 152/06 e s.m.i. (Piano di Caratterizzazione Ambientale/PCA con analisi di rischio, Progetto Operativo degli interventi di Bonifica/POB).

Interventi da prevedere in fase progettuale: per ogni tipo di opera, gli interventi da prevedere saranno rivolti alla predisposizione di accorgimenti per lo smaltimento delle acque meteoriche (RE) e quelle di primo sottosuolo, con individuazione del recapito finale, nel rispetto della normativa vigente e sulla base delle condizioni idrogeologiche del sito, prevedendo il collettamento in fognatura (CO) delle acque reflue e delle acque non smaltibili in loco.

Dovranno essere previsti interventi di bonifica (BO) qualora venga accertato uno stato di contaminazione del suolo ai sensi del D.Lgs.152/06 e s.m.i..

Norme sismiche da adottare per la progettazione: la progettazione dovrà essere condotta adottando i criteri antisismici del d.m. 14 gennaio 2008 "*Nuove Norme Tecniche per le costruzioni*", definendo le azioni sismiche di progetto, per gli edifici strategici e rilevanti di cui al d.d.u.o. n. 19904/03, a mezzo di approfondimento di 3° livello nel caso in cui il Fattore di Amplificazione (Fa) calcolato con analisi di 2° livello (da applicarsi in fase pianificatoria nelle zone A – retinatura di colore azzurro, cfr. legenda Tav. 9) sia maggiore del Fattore di Amplificazione di soglia. Se Fa calcolato è minore di Fa di soglia e per le altre categorie di edifici, la progettazione potrà essere condotta definendo la pericolosità sismica di base in accordo all'Allegato A del decreto ministeriale.

## **Classe 2b – Versante urbanizzato**

Principali caratteristiche: aree di versante moderatamente acclive di raccordo tra i rilievi morenici e la piana fluvioglaciale con substrato conglomeratico subaffiorante e/o a debole profondità.

Problematiche generali: presenza di terreni con variabili caratteristiche geotecniche. Presenza di fenomeni sorgentizi al piede del versante.

Parere sulla edificabilità: favorevole con modeste limitazioni legate alle caratteristiche portanti del terreno e alla verifica della stabilità dei versanti.

Tipo di intervento ammissibile: sono ammesse tutte le categorie di opere edificatorie ed infrastrutturali. Per le opere esistenti sono ammessi gli interventi di restauro, manutenzione, risanamento conservativo, ristrutturazione (così come definiti dall'art. 27 della l.r. 11 marzo 2005 n. 12 "*Legge per il governo del territorio*"), nel rispetto delle normative vigenti.

Indagini di approfondimento preventive necessarie: si rende necessaria la verifica idrogeologica e litotecnica dei terreni mediante rilevamento geologico di dettaglio (RG) e l'esecuzione di indagini geotecniche (IGT) da effettuare preventivamente alla progettazione esecutiva per qualsiasi tipo di opera edificatoria, ed in particolare dovrà essere valutata la stabilità dei versanti di scavo (SV) nel caso di opere di tipo 3, 4 e 5, al fine di prevedere le opportune opere provvisorie di protezione degli scavi durante i lavori di cantiere. Le indagini geognostiche dovranno essere commisurate al tipo di intervento da realizzare ed alle problematiche progettuali proprie di ciascuna opera (secondo quanto indicato nell'art. 2 delle Norme Geologiche di Piano).

La modifica di destinazione d'uso di aree esistenti inserite in zona "produttiva" necessita la verifica dello stato di salubrità dei suoli ai sensi del Regolamento Locale d'Igiene Pubblica (ISS). Qualora venga rilevato uno stato di contaminazione dei terreni, dovranno avviarsi le procedure previste dal D.Lgs. 152/06 e s.m.i. (Piano di Caratterizzazione Ambientale/PCA con analisi di rischio, Progetto Operativo degli interventi di Bonifica/POB).

Interventi da prevedere in fase progettuale: per ogni tipo di opera, gli interventi da prevedere saranno rivolti alla predisposizione di accorgimenti per lo smaltimento delle acque meteoriche (RE) e quelle di primo sottosuolo, con individuazione del recapito finale, nel rispetto della normativa vigente e sulla base delle condizioni idrogeologiche del sito, prevedendo il collettamento in fognatura (CO) delle acque reflue e delle acque non smaltibili in loco.

Dovranno essere previsti interventi di bonifica (BO) qualora venga accertato uno stato di contaminazione del suolo ai sensi del D.Lgs.152/06 e s.m.i..

Norme sismiche da adottare per la progettazione: la progettazione dovrà essere condotta adottando i criteri antisismici del d.m. 14 gennaio 2008 "*Nuove Norme Tecniche per le costruzioni*", definendo le azioni sismiche di progetto, per gli edifici strategici e rilevanti di cui al d.d.u.o. n. 19904/03, a mezzo di approfondimento di 3° livello nel caso in cui il Fattore di Amplificazione (Fa) calcolato con analisi di 2° livello (da applicarsi in fase pianificatoria nelle zone A – retinatura di colore azzurro, cfr. legenda Tav. 9) sia maggiore del Fattore di Amplificazione di soglia. Se Fa calcolato è minore di Fa di soglia e per le altre categorie di edifici, la progettazione potrà essere condotta definendo la pericolosità sismica di base in accordo all'Allegato A del decreto ministeriale.

### **Classe 2c – Terrazzo fluvioglaciale**

Principali caratteristiche: aree a morfologia subpianeggiante o poco ondulata con depositi fluvioglaciali costituiti da ghiaie da fini a grossolane a supporto di matrice sabbiosa e da subordinate sabbie da fin a grossolane. Presenza di terreni fini con scadenti caratteristiche geotecniche fino a 4 m di profondità.

Problematiche generali: presenza di terreni granulari da mediamente a ben addensati con discrete/buone caratteristiche geotecniche a partire da 2-3 m di profondità. Possibile presenza di aree di ristagno delle acque meteoriche per la presenza di orizzonti a bassa permeabilità a debole profondità.

Parere sulla edificabilità: favorevole con modeste limitazioni legate alle caratteristiche portanti del terreno.

Tipo di intervento ammissibile: sono ammesse tutte le categorie di opere edificatorie ed infrastrutturali. Per le opere esistenti sono ammessi gli interventi di restauro, manutenzione, risanamento conservativo, ristrutturazione (così come definiti dall'art. 27 della l.r. 11 marzo 2005 n. 12 "*Legge per il governo del territorio*"), nel rispetto delle normative vigenti.

Indagini di approfondimento preventive necessarie: si rende necessaria la verifica idrogeologica e litotecnica dei terreni mediante rilevamento geologico di dettaglio (RG) e l'esecuzione di indagini geotecniche (IGT) da effettuare preventivamente alla progettazione esecutiva per qualsiasi tipo di opera edificatoria, ed in particolare dovrà essere valutata la stabilità dei versanti di scavo (SV) nel caso di opere di tipo 3, 4 e 5, al fine di prevedere le opportune opere provvisorie di protezione degli scavi durante i lavori di cantiere. Le indagini geognostiche dovranno essere commisurate al tipo di intervento da realizzare ed alle problematiche progettuali proprie di ciascuna opera (secondo quanto indicato nell'art. 2 delle Norme Geologiche di Piano).

La modifica di destinazione d'uso di aree esistenti inserite in zona "produttiva" necessita la verifica dello stato di salubrità dei suoli ai sensi del Regolamento Locale d'Igiene Pubblica (ISS). Qualora venga rilevato uno stato di contaminazione dei terreni, dovranno avviarsi le procedure previste dal D.Lgs. 152/06 e s.m.i. (Piano di Caratterizzazione Ambientale/PCA con analisi di rischio, Progetto Operativo degli interventi di Bonifica/POB).

Interventi da prevedere in fase progettuale: per ogni tipo di opera, gli interventi da prevedere saranno rivolti alla predisposizione di accorgimenti per lo smaltimento delle acque meteoriche (RE) e quelle di primo sottosuolo, con individuazione del recapito finale, nel rispetto della normativa vigente e sulla base delle condizioni idrogeologiche del sito, prevedendo il collettamento in fognatura (CO) delle acque reflue e delle acque non smaltibili in loco.

Dovranno essere previsti interventi di bonifica (BO) qualora venga accertato uno stato di contaminazione del suolo ai sensi del D.Lgs.152/06 e s.m.i..

Norme sismiche da adottare per la progettazione: la progettazione dovrà essere condotta adottando i criteri antisismici del d.m. 14 gennaio 2008 "*Nuove Norme Tecniche per le costruzioni*", definendo le azioni sismiche di progetto, per gli edifici strategici e rilevanti di cui al d.d.u.o. n. 19904/03, a mezzo di approfondimento di 3° livello.

## **Classe 2e – Piana alluvionale**

Principali caratteristiche: piana alluvionale del fiume Lambro, litologicamente costituita da ghiaie passanti a sabbie e sabbie limose con intercalazioni di depositi fini nei settori a minore energia di sedimentazione.

Problematiche generali: presenza di terreni con caratteristiche geotecniche discrete, localmente scadenti. Possibile presenza di orizzonti saturi nel primo sottosuolo.

Parere sulla edificabilità: favorevole con modeste limitazioni legate alle caratteristiche portanti del terreno e alla salvaguardia dell'acquifero libero.

Tipo di intervento ammissibile: sono ammesse tutte le categorie di opere edificatorie ed infrastrutturali. Per le opere esistenti sono ammessi gli interventi di restauro, manutenzione, risanamento conservativo, ristrutturazione (così come definiti dall'art. 27 della l.r. 11 marzo 2005 n. 12 "*Legge per il governo del territorio*"), nel rispetto delle normative vigenti.

Indagini di approfondimento preventive necessarie: si rende necessaria la verifica idrogeologica e litotecnica dei terreni mediante rilevamento geologico di dettaglio (RG) e l'esecuzione di indagini geotecniche (IGT) da effettuare preventivamente alla progettazione esecutiva per qualsiasi tipo di opera edificatoria, ed in particolare dovrà essere valutata la stabilità dei versanti di scavo (SV) nel caso di opere di tipo 3, 4 e 5, al fine di prevedere le opportune opere provvisorie di protezione degli scavi durante i lavori di cantiere. Le indagini geognostiche dovranno essere commisurate al tipo di intervento da realizzare ed alle problematiche progettuali proprie di ciascuna opera (secondo quanto indicato nell'art. 2 delle Norme Geologiche di Piano).

La modifica di destinazione d'uso di aree esistenti inserite in zona "produttiva" necessita la verifica dello stato di salubrità dei suoli ai sensi del Regolamento Locale d'Igiene Pubblica (ISS). Qualora venga rilevato uno stato di contaminazione dei terreni, dovranno avviarsi le procedure previste dal D.Lgs. 152/06 e s.m.i. (Piano di Caratterizzazione Ambientale/PCA con analisi di rischio, Progetto Operativo degli interventi di Bonifica/POB).

Interventi da prevedere in fase progettuale: per ogni tipo di opera, gli interventi da prevedere saranno rivolti alla predisposizione di accorgimenti per lo smaltimento delle acque meteoriche (RE) e quelle di primo sottosuolo, con individuazione del recapito finale, nel rispetto della normativa vigente e sulla base delle condizioni idrogeologiche del sito, prevedendo il collettamento in fognatura (CO) delle acque reflue e delle acque non smaltibili in loco.

Dovranno essere previsti interventi di bonifica (BO) qualora venga accertato uno stato di contaminazione del suolo ai sensi del D.Lgs.152/06 e s.m.i..

Norme sismiche da adottare per la progettazione: la progettazione dovrà essere condotta adottando i criteri antisismici del d.m. 14 gennaio 2008 "*Nuove Norme Tecniche per le costruzioni*", definendo le azioni sismiche di progetto, per gli edifici strategici e rilevanti di cui al d.d.u.o. n. 19904/03, a mezzo di approfondimento di 3° livello.



## **ARTICOLO 4 – AREE DI SALVAGUARDIA DELLE CAPTAZIONI AD USO IDROPOTABILE**

### **Zona di Tutela Assoluta**

Area da adibirsi esclusivamente alle opere di presa e a costruzioni di servizio, sottoposta alle limitazioni d'uso previste dall'art. 94 del D.Lgs. 3 aprile 2006 n. 152 "Norme in materia ambientale" e s.m.i., a salvaguardia delle opere di captazione (tutela idrogeologica della captazione da rischi di contaminazione accidentale).

Comma 3 la zona di tutela assoluta è costituita dall'area immediatamente circostante le captazioni; deve avere un'estensione di almeno 10 m di raggio dal punto di captazione, deve essere adeguatamente protetta e deve essere adibita esclusivamente a opere di captazione e ad infrastrutture di servizio.

### **Zona di Rispetto**

Zona di rispetto delle attuali fonti di approvvigionamento idrico a scopo potabile definita con criterio temporale (tempo di sicurezza  $t=60$  giorni), sottoposta a limitazioni d'uso previste dall'art. 94 del D.Lgs. 152/06 e s.m.i. e dalla d.g.r. n. 7/12693 del 10 aprile 2003 a salvaguardia delle opere di captazione (tutela idrogeologica delle aree di potenziale alimentazione).

In particolare nella zona di rispetto sono vietati l'insediamento dei seguenti centri di pericolo e lo svolgimento delle seguenti attività (*comma 4*):

- a) dispersione di fanghi ed acque reflue, anche se depurati;
- b) accumulo di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi;
- c) spandimento di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi, salvo che l'impiego di tali sostanze sia effettuato sulla base delle indicazioni di uno specifico piano di utilizzazione che tenga conto della natura dei suoli, delle colture compatibili, delle tecniche agronomiche impiegate e della vulnerabilità delle risorse idriche;
- d) la dispersione nel sottosuolo di acque meteoriche provenienti da piazzali e strade;
- e) aree cimiteriali;
- f) apertura di cave che possono essere in connessione con la falda;
- g) apertura di pozzi ad eccezione di quelli che estraggono acque destinate al consumo umano e di quelli finalizzati alla variazione della estrazione ed alla protezione delle caratteristiche quali-quantitative della risorsa idrica;
- h) gestione di rifiuti;
- i) stoccaggio di prodotti ovvero sostanze chimiche pericolose e sostanze radioattive;
- l) centri di raccolta, demolizione e rottamazione di autoveicoli;
- m) pozzi perdenti;
- n) pascolo e stabulazione di bestiame che ecceda i 170 Kg/ettaro di azoto presente negli affluenti, al netto delle perdite di stoccaggio e distribuzione. E' comunque vietata la stabulazione di bestiame nella zona di rispetto ristretta.

*Comma 5.* Per gli insediamenti o le attività di cui al comma 4, preesistenti, ove possibile, e comunque ad eccezione delle aree cimiteriali, sono adottate le misure per il loro allontanamento; in ogni caso deve essere garantita la loro messa in sicurezza.

La Delibera di G.R. 10 aprile 2003 n. 7/12693, formula criteri ed indirizzi in merito:

- alla realizzazione di strutture e all'esecuzione di attività ex novo nelle zone di rispetto dei pozzi esistenti;
- all'ubicazione di nuovi pozzi destinati all'approvvigionamento potabile.

In particolare, in riferimento alla pianificazione comunale, l'All.1, punto 3 di cui alla delibera regionale sopraccitata, fornisce le direttive per la disciplina delle seguenti attività all'interno delle zone di rispetto:

- realizzazione di fognature;
- realizzazione di opere e infrastrutture di edilizia residenziale e relativa urbanizzazione;
- realizzazione di infrastrutture viarie, ferroviarie ed in genere infrastrutture di servizio;
- pratiche agricole.

In particolare per quanto riguarda la realizzazione di fognature (punto 3.1) la delibera cita le seguenti disposizioni:

- i nuovi tratti di fognatura da situare nelle zone di rispetto devono:
  - costituire un sistema a tenuta bidirezionale, cioè dall'interno verso l'esterno e viceversa, e recapitare esternamente all'area medesima;
  - essere realizzati evitando, ove possibile, la presenza di manufatti che possano costituire elemento di discontinuità, quali i sifoni e opere di sollevamento.

...(omissis)

- nella zona di rispetto di una captazione da acquifero non protetto:
  - non è consentita la realizzazione di fosse settiche, pozzi perdenti, bacini di accumulo di liquami e impianti di depurazione;
  - è in generale opportuno evitare la dispersione di acque meteoriche, anche provenienti da tetti, nel sottosuolo e la realizzazione di vasche di laminazione e di prima pioggia.
- per tutte le fognature nuove (principali, secondarie, allacciamenti) insediate nella zona di rispetto sono richieste le verifiche di collaudo.

Nelle zone di rispetto:

- per la progettazione e la costruzione degli edifici e delle infrastrutture di pertinenza non possono essere eseguiti sondaggi e indagini di sottosuolo che comportino la creazione di vie preferenziali di possibile inquinamento della falda;
- le nuove edificazioni possono prevedere volumi interrati che non dovranno interferire con la falda captata, ...(omissis).

In tali zone non è inoltre consentito:

- la realizzazione, a servizio delle nuove abitazioni, di depositi di materiali pericolosi non gassosi, anche in serbatoi di piccolo volume a tenuta, sia sul suolo sia nel sottosuolo;
- l'insediamento di condotte per il trasporto di sostanze pericolose non gassose;
- l'utilizzo di diserbanti e fertilizzanti all'interno di parchi e giardini, ...(omissis).

Nelle zone di rispetto è consentito l'insediamento di nuove infrastrutture viarie e ferroviarie, fermo restando che:

- le infrastrutture viarie a elevata densità di traffico (autostrade, strade statali, provinciali, urbane a forte transito) devono essere progettate e realizzate in modo da garantire condizioni di sicurezza dallo sversamento ed infiltrazione di sostanze pericolose in falda, ...(omissis);
- lungo tali infrastrutture non possono essere previsti piazzali per la sosta, per il lavaggio di mezzi di trasporto o per il deposito, sia sul suolo sia nel sottosuolo, di sostanze pericolose non gassose;
- lungo gli assi ferroviari non possono essere realizzati binari morti adibiti alla sosta di convogli che trasportano sostanze pericolose.

Nei tratti viari o ferroviari che attraversano la zona di rispetto è vietato il deposito e lo spandimento di sostanze pericolose, quali fondenti stradali, prodotti antiparassitari ed erbicidi, a meno di non utilizzare sostanze che presentino una ridotta mobilità nei suoli.

Per le opere viarie o ferroviarie da realizzare in sottosuolo deve essere garantita la perfetta impermeabilizzazione delle strutture di rivestimento e le stesse non dovranno interferire con l'acquifero captato, ...(omissis).

Nelle zone di rispetto è inoltre vietato lo spandimento di liquami e la stabulazione, l'utilizzo di fertilizzanti di sintesi e di fanghi di origine urbana o industriale.

L'attuazione degli interventi o delle attività di cui all'art. 94 comma 4 del D.Lgs. 152/06 e di cui al punto 3 – All. 1 della d.g.r. 7/12693/2003 entro le zone di rispetto è subordinata all'effettuazione di un'indagine idrogeologica di dettaglio che accerti la compatibilità dell'intervento (SCID) con lo stato di vulnerabilità della risorsa idrica e dia apposite prescrizioni sulle modalità di attuazione degli interventi stessi.

## **ARTICOLO 5 – PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO DEL BACINO DEL FIUME PO (PAI)**

- Il comune di Lambrugo ha recepito nel proprio strumento urbanistico la perimetrazione delle Fasce A, B, B di progetto e C individuate dal PAI (Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del bacino idrografico del fiume Po, redatto dall'Autorità di bacino del F. Po ai sensi della legge 18 maggio 1989 n. 183, art. 17 comma 6-ter, approvato con d.p.c.m. del 24 maggio 2001 e pubblicato su G.U. n. 183 del 8 agosto 2001), attraverso la redazione del documento "*Indagini geologico tecniche di supporto alla pianificazione comunale ai sensi della l.r. 41/97 e della d.g.r. 7/6645/01*" - marzo 2005, approvato con delibera di C.C. n. 9 del 28 febbraio 2007.
- Per il tratto di fiume Lambro ricadente nel territorio comunale di Lambrugo, le fasce fluviali A, B, B di progetto e C sono state individuate in Tav. 7. Laddove vi è coincidenza tra la Fascia A e la Fascia B, il graficismo riportato in tavola corrisponde al limite di Fascia B.

- Per ognuna delle fasce sono definite specifiche norme di uso del suolo e specifici divieti, così come indicato nell'elaborato 7 - Norme Tecniche di Attuazione del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico approvato con d.p.c.m. del 24 maggio 2001 e s.m.i..
- Per le aree ricadenti all'interno delle fasce fluviali valgono le limitazioni dei seguenti articoli delle NTA del PAI:
  - Art. 1. Finalità e contenuti
  - Art. 29. Fascia di deflusso della piena (Fascia A)
  - Art. 30. Fascia di esondazione (Fascia B)
  - Art. 31. Area di inondazione per piena catastrofica (Fascia C)
  - Art. 32. Demanio fluviale e pertinenze idrauliche e demaniali
  - Art. 38. Interventi per la realizzazione di opere pubbliche o di interesse pubblico
  - Art. 38bis. Impianti di trattamento delle acque reflue, di gestione dei rifiuti e di approvvigionamento idropotabile
  - Art. 39. Interventi urbanistici e indirizzi alla pianificazione urbanistica
  - Art. 41. Compatibilità delle attività estrattive
- Nei territori compresi nella Fascia C, ai sensi dell'art. 31 delle Norme Tecniche di Attuazione del PAI, il Comune regola le attività consentite, i limiti e i divieti.
- Il comune di Lambrugo risulta esonerato dall'effettuazione della verifica di compatibilità ai sensi dell'art. 18 delle Norme Tecniche di Attuazione del PAI, essendo inserito nella tabella 2 dell'Allegato 13 alla d.g.r. 28 maggio 2008 n. 8/7374 "Individuazione dei comuni compresi nella d.g.r. 11 dicembre 2001 n. 7/7365 che hanno concluso l'iter di cui all'art. 18 delle N.D.A. del PAI", non rendendosi quindi necessaria la redazione della cartografia del quadro del dissesto con legenda uniformata PAI.

## **ARTICOLO 6 - GESTIONE DELLE ACQUE SUPERFICIALI, SOTTERRANEE E DI SCARICO**

La gestione delle acque superficiali e sotterranee dovrà avere i seguenti obiettivi:

- 1) la mitigazione del rischio idraulico (allagamento) ad opera delle acque di esondazione dei torrenti, secondo i più recenti principi dell'Autorità di Bacino del fiume Po e del Programma di Tutela ed uso delle Acque mediante:
  - riduzione, a livello di pianificazione dell'intera asta fluviale, delle portate attraverso la realizzazione di vasche di laminazione;
  - riduzione degli apporti dalle reti fognarie mediante formazione di vasche volano;
  - mantenimento delle aree di espansione naturale.
- 2) la riduzione degli apporti di acque meteoriche provenienti dalle superfici già impermeabilizzate o di futura impermeabilizzazione, con differenziazione dei recapiti finali a seconda dello stato qualitativo delle acque, favorendo, ove

consentito dalla normativa vigente e dalle condizioni idrogeologiche, lo smaltimento nel sottosuolo (pozzi disperdenti). Tale disciplina non potrà applicarsi in corrispondenza delle aree o attività di cui all'art. 3 del Regolamento regionale 24 marzo 2006 n. 4 "*Disciplina dello smaltimento delle acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne, in attuazione dell'articolo 52, comma 1, lettera a) della legge regionale 12 dicembre 2003 n. 26*", dove vige quanto indicato nel regolamento stesso.

I presupposti minimi alla base di un corretto dimensionamento dei pozzi disperdenti dovranno essere i seguenti:

- studio idrologico-idraulico, da effettuarsi in sede di rilascio del permesso di costruire/DIA, finalizzato alla determinazione delle portate delle acque meteoriche da smaltire in base ai dati pluviometrici dell'area, distinte in portate delle acque pluviali, di I pioggia e di II pioggia in funzione della ripartizione e tipologia delle superfici scolanti;
- pozzo pilota e prove di campo finalizzati alla conoscenza della permeabilità dell'acquifero;
- i pozzi di resa dovranno avere una profondità non superiore al livello piezometrico massimo storico locale con un franco di 5 m sopra di esso.

Per le aree produttive non ricomprese nelle tipologie di cui al R.R. n. 4/06, per i progetti di nuova edificazione e per gli interventi di recupero degli edifici esistenti, si potrà pertanto prevedere la realizzazione di una doppia rete di raccolta con differenziazione delle acque bianche dalle acque nere e la predisposizione di sistemi di volanizzazione delle acque bianche, che consentano la sedimentazione del materiale in sospensione, prima della resa del recapito finale di tali acque nel sottosuolo tramite pozzo disperdente, la cui gestione potrà essere presa in carico dall'attività produttiva stessa o dal Gestore della rete fognaria comunale, qualora esso sia nella possibilità tecnica di gestire una rete di acque bianche.

3) la salvaguardia dell'acquifero, a protezione dei pozzi di approvvigionamento idrico potabile e la pianificazione dell'uso delle acque.

La pianificazione dell'uso delle acque potrà avvenire:

- differenziando l'utilizzo delle risorse in funzione della valenza ai fini idropotabili e della potenzialità idrica;
- limitando al fabbisogno potabile in senso stretto l'utilizzo di fonti di pregio;
- prevedendo l'utilizzo di fonti distinte ed alternative al pubblico acquedotto (es. pozzi autonomi di falda ad uso irriguo, igienico-sanitario, industriale e antincendio, recupero e riutilizzo di acque meteoriche).

## **ARTICOLO 7 - POLIZIA IDRAULICA AI SENSI DELLA D.G.R. 25 GENNAIO 2002 N. 7/7868 E S.M.I.**

Le attività di "Polizia Idraulica" riguardano il controllo degli interventi di gestione e trasformazione del demanio idrico e del suolo in fregio ai corpi idrici, allo scopo di salvaguardare le aree di espansione e di divagazione dei corsi d'acqua e mantenere l'accessibilità al corso stesso.

I riferimenti normativi fondamentali per la determinazione delle attività vietate o soggette ad autorizzazione sono:

- d.g.r. 25 gennaio 2002 n. 7/7868, modificata ed integrata dalla d.g.r. 1 agosto 2003 n. 13950, dalla d.g.r. 31 ottobre 2007 n. 8/5774 e dalla d.g.r. 1 ottobre 2008 n. 8/8127;
- R.D. n. 523 del 25/07/1904 - *Testo unico sulle opere idrauliche*;
- R.D. n. 368 del 8/5/1904 - *Regolamento per la esecuzione del T.U. della L. 22 marzo 1900, n. 195, e della L. 7 luglio 1902, n. 333, sulle bonificazioni delle paludi e dei terreni paludosi*';
- N.d.A. del PAI, approvate con D.P.C.M. 24/05/2001;
- D.Lgs. 152/2006 e s.m.i..

A livello comunale, nello studio "Individuazione del reticolo idrografico principale e minore – d.g.r. 25 gennaio 2002 n. 7/7868 e s.m.i., redatto dallo Scrivente nel marzo 2005, oggetto di parere favorevole della Regione Lombardia – STER di Como in data 3 gennaio 2006, Prot. Ad08.2006.0000033 e approvato con Delibera di Consiglio comunale n. 9 del 28/2/2007, è contenuta una proposta, a cui si rimanda, di regolamento comunale, mirato alla definizione delle attività vietate e consentite in relazione alle problematiche specifiche dei corsi d'acqua insistenti sul territorio comunale.

## **ARTICOLO 8 – TUTELA DELLA QUALITÀ DEI SUOLI**

Indipendentemente dalla classe di fattibilità di appartenenza, stante il grado di vulnerabilità, potranno essere proposti e predisposti o richiesti sistemi di controllo ambientale per gli insediamenti con scarichi industriali, stoccaggio temporaneo di rifiuti pericolosi e/o materie prime che possono dar luogo a rifiuti pericolosi al termine del ciclo produttivo.

In relazione alla tipologia dell'insediamento produttivo, i sistemi di controllo ambientale potranno essere costituiti da:

- realizzazione di piezometri per il controllo idrochimico della falda, da posizionarsi a monte ed a valle dell'insediamento (almeno 2 piezometri);
- esecuzione di indagini negli strati superficiali del terreno insaturo dell'insediamento, per l'individuazione di eventuali contaminazioni in atto, la cui tipologia è strettamente condizionata dal tipo di prodotto utilizzato (ad esempio campioni di terreno per le sostanze scarsamente volatili (es. metalli pesanti) e indagini "Soil Gas Survey" con analisi dei gas interstiziali per quelle volatili (es. solventi clorurati, aromatici, idrocarburi etc.).

Tali sistemi e indagini di controllo ambientale saranno da attivare nel caso in cui nuovi insediamenti, ristrutturazioni, ridestinzioni abbiano rilevanti interazioni con la qualità del suolo, del sottosuolo e delle risorse idriche, e potranno essere richiesti dall'Amministrazione Comunale ai fini del rilascio di concessioni edilizie e/o rilascio di nulla osta esercizio attività, ad esempio nei seguenti casi:

- nuovi insediamenti produttivi potenzialmente a rischio di inquinamento;

- subentro di nuove attività in aree già precedentemente interessate da insediamenti potenzialmente a rischio di inquinamento per le quali vi siano ragionevoli dubbi di una potenziale contaminazione dei terreni;
- ristrutturazioni o adeguamenti di impianti e strutture la cui natura abbia relazione diretta o indiretta con il sottosuolo e le acque, quali ad esempio rifacimenti di reti fognarie interne, sistemi di raccolta e smaltimento acque di prima pioggia, impermeabilizzazioni e pavimentazioni, asfaltatura piazzali, rimozione o installazione di serbatoi interrati di combustibili ecc..

**Il tecnico incaricato**  
**Dott. Geol. Efrem Ghezzi**