



COMUNE DI LURAGO MARINONE

COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO (Art. 57 della L.R. 11 Marzo 2005, n. 12)

RELAZIONE GEOLOGICA ILLUSTRATIVA E NORME GEOLOGICHE DI PIANO

Sommario

1. PREMESSA ED OBIETTIVI	1
<i>FASE DI ANALISI</i> 2	
2. INQUADRAMENTO METEO – CLIMATICO	3
2.1 CARATTERI GENERALI	3
2.2 IL MESOCLIMA ALPINO	4
3. GEOMORFOLOGIA E GEOLOGIA	7
3.1 LINEAMENTI GEOMORFOLOGICI E GEOLOGICI	7
3.2 GEOLOGIA DI SUPERFICIE	7
3.3 OSSERVAZIONI LITOSTRATIGRAFICHE DI DETTAGLIO	10
4. IDROGEOLOGIA	14
4.1 CLASSIFICAZIONE DELLE UNITÀ DI SOTTOSUOLO	14
4.2 PIEZOMETRIA DELLA FALDA IDRICA SUPERIORE.....	15
4.3 VULNERABILITÀ DEGLI ACQUIFERI.....	15
4.4 QUALITÀ DELLE ACQUE DI FALDA	17
4.5 INDIVIDUAZIONE DELLE ZONE DI RISPETTO DELLE OPERE DI CAPTAZIONE.....	20
5. IDROGRAFIA	21
5.1 TIPOLOGIA DEI CORSI D’ACQUA	21

5.2	INDIVIDUAZIONE DEL RETICOLO IDRICO PRINCIPALE E MINORE	22
5.2.1	RIFERIMENTI NORMATIVI	22
5.2.2	CRITERI SEGUITI PER L'INDIVIDUAZIONE DEI CORSI D'ACQUA COSTITUENTI IL RETICOLO IDROGRAFICO 23	
5.3	INDIVIDUAZIONE DELLE FASCE DI RISPETTO	26
6.	INQUADRAMENTO GEOLOGICO – TECNICO.....	28
6.1	PRIMA CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI	28
6.2	INDAGINI E STUDI GEOLOGICI PRECEDENTI.....	31
6.3	CARATTERI PEDOLOGICI	39
7.	ANALISI DEL RISCHIO SISMICO.....	43
7.1	ASPETTI NORMATIVI E METODOLOGICI	43
7.2	ANALISI SISMICA DI BASE DEL TERRITORIO COMUNALE	44
7.2.1	ANALISI DEI MICROTREMORI (ReMi)	46
7.2.1.1	<i>Descrizione del metodo, strumentazione e criteri di acquisizione</i>	48
7.2.1.2	<i>Elaborazione dati ReMi</i>	49
7.2.1.3	<i>Calcolo delle Vs30</i>	53
7.2.1.4	<i>Risultati emersi dall'indagine geofisica (ReMi 1 e 2)</i>	56
7.3	SCENARI DI PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE E POSSIBILI EFFETTI INDOTTI.....	57
7.4	ANALISI DI LIVELLO II PER EDIFICI ED OPERE INFRASTRUTTURALI STRATEGICI E RILEVANTI (ELENCO TIPOLOGICO D.D.U.O. 21/11/2003 N. 19904)	59
	<i>FASE DI SINTESI – VALUTAZIONE – PROPOSTA</i>	
8.	QUADRO DEI VINCOLI NORMATIVI VIGENTI SUL TERRITORIO	65
8.1	VINCOLI DERIVANTI DALLE AREE DI SALVAGUARDIA DELLE CAPTAZIONI AD USO IDROPOTABILE ..	65
8.2	VINCOLI DI POLIZIA IDRAULICA	68
8.3	ALTRI VINCOLI.....	79
9.	SINTESI DELLE CONOSCENZE ACQUISITE.....	80
10.	CLASSI DI FATTIBILITÀ GEOLOGICA E NORME GEOLOGICHE DI PIANO	83
10.1	CONSIDERAZIONI GENERALI E METODOLOGICHE	83
10.2	AZZONAMENTO DEL TERRITORIO IN CLASSI DI FATTIBILITÀ GEOLOGICA E RELATIVE NORME	85
10.3	NORME ANTISISMICHE	90
10.3.1	NORME DI CARATTERE GENERALE.....	90
10.3.2	INDAGINI PER LA CARATTERIZZAZIONE SISMICA LOCALE.....	92
10.3.3	NORME RELATIVE AGLI AMBITI DI AMPLIFICAZIONE SISMICA LOCALE	92
10.3.4	NORME SPECIFICHE PER GLI EDIFICI ED OPERE INFRASTRUTTURALI DI CUI ALLA D.D.U.O. 21/11/2003 (OPERE ED EDIFICI STRATEGICI E RILEVANTI)	93
10.4	NORME TRANSITORIE	95
11.	CONCLUSIONI	96
	BIBLIOGRAFIA	98

Allegati

- All. 1:** Elenco pozzi del Comune di Lurago Marinone
- All. 2:** Schede dei pozzi pubblici
- All. 3:** Stratigrafie dei pozzi pubblici
- All. 4:** Provvedimenti Dirigenziali Provinciali di approvazione della ripermimetrazione delle Zone di Rispetto dei pozzi pubblici del Comune di Lurago Marinone
- All. 5:** Approvazione dello Studio per l'individuazione del reticolo idrico minore da parte della Regione Lombardia

Tavole

- Tav. 1:** Inquadramento geologico e geomorfologico – scala 1:10.000
- Tav. 2:** Idrogeologia e traccia delle sezioni – scala 1:10.000
- Tav. 3:** Sezioni idrogeologiche - scala 1:10.000
- Tav. 4:** Caratterizzazione geologico – tecnica – scala 1:5.000
- Tav. 5:** Individuazione del reticolo idrografico e delle fasce di rispetto – scala 1:5.000
- Tav. 6:** Carta della pericolosità sismica locale – scala 1:5.000
- Tav. 7:** Sintesi delle conoscenze acquisite – scala 1:5.000
- Tav. 8:** Carta dei vincoli – scala 1:5.000
- Tav. 9:** Carta di fattibilità geologica alle azioni di piano – scala 1:5.000
- Tav. 10:** Carta di fattibilità geologica alle azioni di piano – scala 1:10.000
- Tav. 11:** Carta di fattibilità geologica alle azioni di piano – aree di maggior interesse urbanistico – scala 1:2.000

1. PREMESSA ED OBIETTIVI

Il Comune di Lurago Marinone ha affidato incarico per la redazione dello studio geologico, idrogeologico e sismico del territorio comunale secondo quanto previsto dai criteri attuativi delle L.R. 12/05 per il Piano di Governo del Territorio (D.G.R. 8/1566 del 22/12/2005, aggiornata dalla D.G.R. 8/7374 del 28/05/2008).

L'organizzazione dello studio, dei rilevamenti diretti sul territorio e delle successive elaborazioni è stata impostata per soddisfare la specifica finalità, analizzando e classificando con adeguato dettaglio l'intero territorio comunale sulla base delle caratteristiche geologiche, idrogeologiche e sismiche, con particolare riferimento alle aree di maggior interesse urbanistico e a quelle ritenute più sensibili all'impatto con lo sviluppo antropico futuro.

L'organizzazione del presente lavoro ha pertanto previsto sia l'esame della documentazione già disponibile, che l'effettuazione di nuovi rilevamenti diretti sul territorio.

La metodologia seguita, secondo quanto previsto dalla D.G.R. 8/7374/08, si è pertanto fondata sulle seguenti fasi di lavoro:

- fase di analisi, a sua volta suddivisa in fase di ricerca dati e documentazione disponibile, compilazione della cartografia tematica di base e relativi approfondimenti ed integrazioni;
- fase di sintesi, valutazione e proposta, con individuazione delle limitazioni d'uso del territorio e zonazione dello stesso in funzione della pericolosità geologico – tecnica e della vulnerabilità idrogeologica.

Oltre alle diverse tavole tematiche, l'esito finale dello studio si è concretizzato nella redazione della “carta di fattibilità geologica alle azioni di piano” da utilizzarsi congiuntamente alle “norme geologiche di piano” ed alle tavole di sintesi e dei vincoli quale parte integrante del Piano delle Regole del P.G.T.

Il presente studio geologico deve invece essere contenuto complessivamente nel Documento di Piano del P.G.T. ai sensi dell'art. 8, comma 1, lettera c) della L.R. 12/05.

FASE DI ANALISI

Allegati

- All. 1:** Elenco pozzi e sorgenti del Comune di Lurago Marinone
- All. 2:** Schede dei pozzi pubblici
- All. 3:** Stratigrafie dei pozzi pubblici
- All. 4:** Provvedimenti Dirigenziali Provinciali di approvazione della ripermetrazione delle Zone di Rispetto dei pozzi pubblici del Comune di Lurago Marinone
- All. 5:** Approvazione dello Studio per l'individuazione del reticolo idrico minore da parte della Regione Lombardia

Tavole

- Tav. 1:** Inquadramento geologico e geomorfologico – scala 1:10.000
- Tav. 2:** Idrogeologia e traccia delle sezioni – scala 1:10.000
- Tav. 3:** Sezioni idrogeologiche - scala 1:10.000
- Tav. 4:** Caratterizzazione geologico – tecnica – scala 1:5.000
- Tav. 5:** Individuazione del reticolo idrografico e delle fasce di rispetto – scala 1:5.000
- Tav. 6:** Carta della pericolosità sismica locale – scala 1:5.000

2. INQUADRAMENTO METEO – CLIMATICO

2.1 Caratteri generali

Se consideriamo l'aspetto fisico della regione Lombardia e l'ambito geografico in cui è inserita notiamo una serie di elementi fondamentali ai fini della caratterizzazione climatica del territorio, quali la vicinanza del Mediterraneo, la vicinanza dell'area atlantica e della massa continentale europea e la presenza dell'Arco Alpino e dell'Appennino Settentrionale, barriere in grado di creare notevoli discontinuità nelle masse d'aria.

L'Arco Alpino, che delimita a Nord la Pianura Padana, costituisce una barriera difficilmente valicabile per le perturbazioni Atlantiche, che nel loro moto da Ovest verso Est interessano l'area Europea. Ciò conferisce caratteri di elevata stabilità alle masse d'aria della pianura, il che risulta particolarmente evidente nel periodo invernale ed in quello estivo.

In inverno in particolare si riscontra un'elevata frequenza di nebbie e di gelate associate a fenomeni di inversione termica nei bassi strati, condizioni queste peraltro favorevoli all'accumulo di inquinanti negli strati atmosferici più vicini al suolo.

In estate il tempo è caratterizzato dalla distribuzione relativamente uniforme della pressione (campi a debole gradiente o campi livellati). In tale stagione assistiamo ad elevati accumuli di energia nei bassi strati in forma di vapore per effetto dell'intenso soleggiamento.

Tali accumuli, favoriti dalla presenza di una fitta rete idrica superficiale e di vaste aree a colture irrigue, fanno sì che instabilità di entità relativamente modesta (es.: irruzioni di aria più fredda nella media troposfera) possano dar luogo ad attività temporalesca anche intensa, accompagnata da vento forte, rovesci e grandinate.

Prescindendo dall'attività temporalesca estiva possiamo osservare che le principali strutture meteorologiche responsabili delle situazioni di tempo perturbato sull'area sono le saccature (depressioni a forma di V) alimentate dal flusso perturbato atlantico ed i minimi isolati sul Mediterraneo (fra cui rientrano le depressioni del Golfo di Genova). In particolare il maggior contributo alle precipitazioni della Lombardia deriva da condizioni di flusso perturbato meridionale, di norma associate a saccature che nel loro transito da Ovest verso Est interessano il Mediterraneo centro – occidentale.

In tali condizioni è frequente assistere all'isolarsi di minimi depressionari sul Golfo di Genova (ciclogenese sottovento alle Alpi) che esercitano un

caratteristico effetto volano, determinando il protrarsi delle condizioni di tempo perturbato sulla nostra area; infatti la traiettoria di tali sistemi, di norma verso oriente, fa sì che essi transitino sulla Pianura Padana influenzandone le condizioni meteorologiche prima di esaurirsi in Adriatico.

Un certo effetto sul quadro delle precipitazioni della Lombardia è poi dovuto agli altri tipi di depressioni isolate presenti sul Mediterraneo (es. depressioni africane).

Tutte le situazioni perturbate sopra descritte sono particolarmente frequenti nei periodi autunnale e primaverile ma possono manifestarsi in qualunque periodo dell'anno.

Da ricordare in particolare le perturbazioni intense, note con il nome di tempeste equinoziali, che ad inizio autunno o inizio primavera segnano la "rottura" del tempo al termine della fase di maggior stabilità estiva o invernale.

2.2 Il mesoclima alpino

Globalmente, per l'area alpina e prealpina, si può parlare di clima continentale, con forti escursioni termiche diurne, piogge piuttosto abbondanti (spesso superiori ai 1000 mm/anno) concentrate soprattutto nel semestre estivo (per esempio nell'Alta Brianza, nell'Alta Val Brembana, nell'Alta Val Seriana, nella Media Valcamonica e nell'Alta Val Trompia le precipitazioni medie annue raggiungono i 1700 – 2000 mm) (Ottone & Rossetti, 1981).

In realtà il clima dell'area varia in modo sostanziale da zona a zona, sia a causa delle diverse altitudini, sia per effetto dell'esposizione, fattore quest'ultimo predominante in questo tipo di orografia. Ne consegue che i versanti rivolti a sud, più lungamente esposti alla radiazione solare, presentano una limitata copertura nevosa e sono più suscettibili di coltivazione, mentre quelli esposti a nord presentano una copertura nevosa molto più abbondante ed una vegetazione costituita in gran parte da boschi e pascoli.

Condizioni climatiche particolari, soprattutto da un punto di vista igrometrico e pluviometrico, si riscontrano nella parte centrale delle Alpi (esempio: Alta Valtellina) che risulta molto asciutta (precipitazioni medie annue inferiori agli 800 mm) manifestando così i caratteri tipici del clima endoalpino. Il fenomeno è da attribuire al fatto che i flussi perturbati tendono a liberarsi della propria umidità in forma di precipitazioni nella parte più esterna del massiccio alpino (Prealpi, aree alpine esterne) giungendo nella parte centrale del massiccio stesso ormai impoveriti di umidità.



I caratteri climatici riferiti alla stazione meteorologica di Venegono Inferiore (*I suoli del Parco Pineta di Appiano Gentile-Tradate e aree limitrofe*, 1988), forniscono un quadro attendibile e ben rappresentativo del territorio comunale di Lurago Marinone.

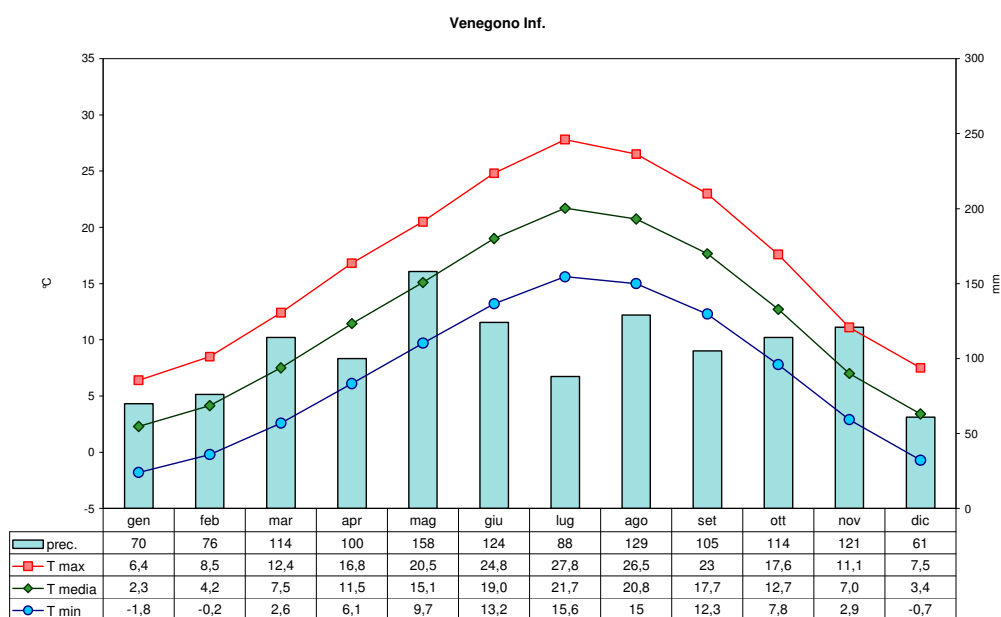
La classificazione del clima secondo i metodi proposti da vari Autori è così sintetizzabile:

- secondo Koppen (HUFTY, 1976): clima temperato caldo, piovoso senza stagione secca.
- secondo Peguy risultano: tre mesi caldo-umidi (giugno, luglio e agosto), tre mesi temperati (aprile, maggio, e settembre) e cinque mesi freddi e umidi.

- secondo Thornthwaite: tipo climatico subumido con piccola deficienza idrica
- secondo Mori (1957): clima paragonabile alla subregione lacustre della regione padana con azione mitigatrice della pineta che eleva leggermente la temperatura nei confronti della pianura lombarda.

Le precipitazioni si distribuiscono in modo equinoziale, ovvero con i massimi in primavera e autunno e i minimi in inverno ed estate (minimo assoluto in Gennaio). Il valore medio delle precipitazioni si attesta intorno a 1400 e 1500 mm/anno. Il regime pluviometrico può essere classificato come sublitoraneo prealpino.

Le temperature sono caratterizzate da una notevole escursione termica con estati definite calde (T° media 22°C in luglio) e inverni freddi (T° media $1,5^\circ\text{C}$ in gennaio). Data l'escursione termica superiore a 20°C il regime di temperatura è classificabile come transizionale tra tipo continentale e tipo intermedio.



Dati provenienti da *Profilo climatico dell'Italia* – S. Petrarca, F. Spinelli, E. Cogliani, M. Mancini (1999)

3. GEOMORFOLOGIA E GEOLOGIA

3.1 Lineamenti geomorfologici e geologici

Il territorio comunale di Lurago Marinone è posto al limite tra il livello fondamentale della pianura alluvionale, che si sviluppa verso Sud, e i primi rilievi prealpini posti a Nord; la quota altimetrica varia da 280 a 310 m s.l.m.

La morfologia del territorio è caratterizzata dalla presenza di terrazzi ferrettizzati e da pianori e cordoni morenici, forme caratteristiche di ambiente fluvioglaciale prossimale.

Le unità geologiche presenti sul territorio comunale sono costituite da depositi glaciali e fluvioglaciali quaternari di natura ghiaioso – limosa e sabbiosa, con orizzonti di alterazione superficiale di diverso spessore in relazione all'età dei depositi stessi e da depositi alluvionali recenti ed attuali.

Nella zona occidentale e orientale affiorano i depositi più antichi, ferrettizzati, di origine fluvioglaciale. Essi affiorano in corrispondenza del pianalto ad Ovest del T. Antiga e nel settore tra Veniano e Limido Comasco.

Nella zona compresa tra il corso del T. Antiga e il centro abitato di Lurago Marinone, invece, sono presenti depositi fluvioglaciali più recenti (riferibili al Riss Auct.). Rispetto ai precedenti presentano un'alterazione meno marcata.

Infine, limitatamente alle incisioni torrentizie, sono presenti sul territorio depositi alluvionali recenti ed attuali, non alterati.

3.2 Geologia di superficie

Le caratteristiche litologiche delle unità riconosciute sul territorio sono state definite studiando le aree di affioramento presenti nel territorio comunale ed in comuni limitrofi, nonché le stratigrafie di pozzi per acqua ed i sondaggi geognostici disponibili.

Il rilevamento geologico è stato effettuato su base fotogrammetrica in scala 1:2.000 e restituito graficamente a scala 1:10.000.

Le unità affioranti, rappresentate in **Tav. 1**, vengono di seguito descritte in ordine stratigrafico, a partire dalla più recente; i termini formazionali sono quelli definiti dal Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Milano – Gruppo Quaternario (Bini A., 1987).

PG UNITÀ POSTGLACIALE*(Pleistocene sup. – Olocene)*

L'unità è costituita da depositi fluviali con profilo di alterazione assente e suolo poco sviluppato, di spessore inferiore al metro.

Da un punto di vista litologico i depositi sono costituiti da ghiaie a supporto di matrice, non alterate, e da ghiaie fini con sabbia grossolana a supporto di clasti. I clasti poligenici variano da subarrotondati a spigolosi. Il colore della matrice è 10YR (*Munsell Soil Color Charts*), o più arrossato in caso di rimaneggiamento di materiale alterato.

BE ALLOGRUPPO DI BESNATE INDIFFERENZIATO*(Pleistocene medio – sup. - Würm degli Autori precedenti)*

L'unità è costituita da depositi fluvioglaciali con profilo di alterazione poco evoluto, di spessore compreso tra 2,5 m e 4,5 m, e con colore della matrice 10YR tendente a 7.5YR. L'alterazione, in genere, interessa più del 50% dei clasti con litotipi calcarei decarbonatati e litotipi cristallini parzialmente arenizzati.

È presente una copertura loessica discontinua di colore 10 YR e 7.5YR.

I depositi sono costituiti da ghiaie stratificate a supporto di clasti o a supporto di matrice. I clasti poligenici (granitoidi, carbonati, quarziti, metamorfici, porfidi) sono di dimensione massima 40 cm, in genere ben selezionati e arrotondati. La matrice è costituita da sabbia limosa, solo raramente argillosa, talvolta costituita da ghiaia fine e sabbia grossolana.

BI ALLOFORMAZIONE DI BINAGO*(Pleistocene medio - Riss degli Autori precedenti)*

L'unità è costituita da depositi fluvioglaciali costituiti da ghiaia stratificata, discretamente selezionata, a supporto di matrice e limo sabbioso in lenti. I ciottoli sono generalmente arrotondati, poligenici (porfidi, carbonati, granitoidi, metamorfici, quarziti) e localmente embricati. La matrice è costituita da ghiaia fine (principalmente quarziti) limosa e localmente da sabbia grossolana. Sono presenti alternanze di letti di ghiaia di varie dimensioni e selezione variabile e alternanze di ghiaia fine e limo sabbioso massivo in lenti a gradazione normale.

La superficie limite superiore è caratterizzata da un profilo d'alterazione poco evoluto, con spessori intorno ai 4 m. La maggior parte dei clasti presenta cortex di alterazione, i carbonati sono argillificati nelle parti più superficiali, mentre sono solo decarbonatati verso il basso del profilo, i porfidi sono

argillificati e/o arenizzati o con cortex, i granitoidi e i metamorfici arenizzati o con cortex. Complessivamente l'alterazione dei ciottoli non è particolarmente spinta: i clasti di piccole dimensioni sono alterati, ma quelli di dimensioni maggiori hanno solo un cortex e conservano un nucleo resistente.

La colorazione varia da 10YR a 7.5YR. È presente una copertura loessica di colore 10YR a 7.5YR

SPE ALLOFORMAZIONE DELLA SPECOLA

(Pleistocene medio – Riss degli Autori precedenti)

Nell'area di interesse l'unità è caratterizzata dalla presenza di depositi glaciali costituiti da diamicton massivo con clasti poligenici a supporto di matrice, costituita da limo con poca sabbia e argilla o da limo argilloso.

La superficie limite superiore è caratterizzata da un profilo d'alterazione evoluto, con spessori intorno a 6 – 8 m. L'alterazione è piuttosto spinta: i clasti carbonatici si presentano argillificati, i clasti metamorfici, cristallini e i porfidi sono arenizzati (i cristallini con cortex di circa 1,5 cm se di dimensioni maggiori). La colorazione varia da 5YR – 7.5YR e a fragipan.

BO ALLOGRUPPO DEL BOZZENTE

(Pleistocene medio – Mindel degli Autori precedenti)

L'unità è rappresentata da depositi fluvioglaciali costituiti da ghiaie grossolane massive o grossolanamente stratificate, ricoperte da sequenze sommitali fini (loess) spesse 1-3 metri. I clasti sono poligenici con abbondanti carbonati e porfidi. L'intero spessore dell'unità è interessato da alterazione: >90% dei clasti risulta argillificato o arenizzato. La colorazione media è 7.5YR delle Munsell Soil Color Charts e tende a 5YR o 2.5YR nelle porzioni più superficiali.

Dv Depositi di versante colluviati dell'Allogruppo del Bozzente e dell'Alloformazione della Specola.

Tutte le unità geologiche quaternarie sono state cartografate distinguendo le principali facies deposizionali, in funzione dell'ambiente fisico in cui è avvenuta la sedimentazione del materiale e che lo ha caratterizzato nella tessitura e nella struttura.

Le facies riconosciute sono le seguenti:

- *Depositi glaciali*: ghiaie e sabbie in abbondante matrice limosa, generalmente ben consolidati, massivi.
- *Depositi fluvioglaciali*: ghiaie e sabbie massive o con strutture da trasporto da deboli correnti trattive.
- *Depositi fluviali*: ghiaie e sabbie con evidenze di trasporto fluviale, buona classazione e strutture sedimentarie trattive.
- *Depositi detritico – colluviali*: depositi caotici di diversa granulometria originati da fenomeni di flusso gravitativo di versante.

3.3 Osservazioni litostratigrafiche di dettaglio

Le caratteristiche litologiche di ciascuna delle unità riconosciute sono state osservate in aree di affioramento (spaccati naturali ed artificiali), nonché in aree di cantiere edile con scavi accessibili.

Di seguito vengono descritte le caratteristiche riscontrate in ciascuno dei punti di osservazione; l'ubicazione dei quali è riportata in **Tav. 1** e in **Tav. 4**.

SEZIONE S1 (P.d.C. 32/05)

0-30 cm	Terreno di riporto
30-160 cm	Terreno superficiale costituito da limo e sabbia limosa di colore da marrone scuro a rossiccio. Scarsa presenza di ciottoli. Stato di addensamento: mediamente compatto
160-190 cm	Ghiaia a supporto clastico con abbondante matrice fine limoso-argillosa di colore marrone rossastra. Presenza di ciottoli subarrotondati di diametro massimo inferiore a 20 cm, assenza di clasti carbonatici. Stato di addensamento: compatto. Capacità drenante: bassa

SEZIONE S2 (P.E. 56/05)

0-50 cm	Terreno di riporto con frammenti laterizi colore marrone scuro
50-300 cm	Limo e argilla abbastanza addensati color marrone scuro

SEZIONE S3 (Asilo)

0-50 cm	Coltivo, limoso – sabbioso, poco humaceo, con qualche apparato radicale, colore marrone nocciola
50-180 cm	Riporto sabbioso, poco limoso, con qualche elemento ghiaioso e rari ciottoli verso il basso, colore nocciola
180-250 cm	Ghiaia e ciottoli in abbondante matrice sabbioso-limosa ed inglobante qualche masso alterato, ferrettizzati, colore nocciola

SEZIONE S4 (Cimitero)

0-70 cm	Terreno di riporto limoso – sabbioso (ferretto)
70-250 cm	Limo sabbioso bruno con ciottoli sparsi
250-300 cm	Ghiaia poligenica in matrice sabbioso – limosa con clasti arrotondati e ciottoli ($\varnothing_{max} = 25$ cm; - $\varnothing_{med} = 5$ cm) colore grigio-rossiccio

SEZIONE S5a (Scasso della S.P. 32)

0-60 cm	Limo argilloso massivo privo di clasti debolmente sovraconsolidato di colore bruno (7.5 YR 5/6)
0-360cm	Ghiaia poligenica (abbondanti carbonati e porfidi, minori metamorfiche, presenza di selce) in matrice sabbioso – ghiaiosa con argilla secondaria di colore rosso scuro 2.5 YR 4/6. Clasti alterati: carbonati argillificati, porfidi e metamorfici arenizzati e/o argillificati; i clasti di dimensioni superiori a 20 cm mantengono un nucleo sano. Presenza di patine di Fe/Mn.

SEZIONE S5b (Scasso della S.P. 32)

0-100 cm	Limo massivo argilloso sovraconsolidato di colore 7.5 YR
100-160 cm	Fini massivi molto sovraconsolidati. Aggregazione prismatica. Patine di Fe/Mn molto abbondanti. Colore bruno forte 7.5 YR 5/8 con screziature di colore rosso scuro 2.5 YR 4/6. Limite superiore netto.
160-210 cm	Ghiaia poligenica con carbonati abbondanti (tra cui clasti provenienti dalla Scaglia del Cretaceo), porfidi abbondanti e metamorfiche più scarse, presente selce. Alterazione che interessa tutti i clasti: carbonati argillificati, porfidi e metamorfici arenizzati e/o argillificati, ma se le dimensioni superano i 20 cm mantengono un nucleo sano, alcuni clasti metamorfici e granitoidi hanno un cortex di 1 cm. Presenti patine di Fe/Mn. La matrice è costituita da sabbia e ghiaia fine con argilla secondaria di colore rosso scuro 2.5 YR 4/6.

SEZIONE S6 (D.I.A. 13/06)

0-100 cm	Riporto, limo e argilla (terreno di coltura)
100-200 cm	Terreno di coltura, limo e argilla, con rari ciottoli, color marrone scuro (presenza di acqua a 1,5 m da p.c.)
200-300 cm	Limo sabbioso con ghiaia e ciottoli variamente alterati, color marrone nocciola; il materiale si presenta addensato

SEZIONE S7 (P.d.C. 59/05)

0-100 cm	Terreno di coltura, limo e argilla color marrone scuro
100-120 cm	Sabbia fine color marrone nocciola
120-250 cm	Limo sabbioso con ghiaia e ciottoli variamente alterati, color marrone nocciola. Il materiale si presenta addensato

SEZIONE S8 (P.d.C. 01/06)

0-100 cm	Terreno di coltura, limo e argilla color marrone scuro
100-250 cm	Limo sabbioso con ghiaia e ciottoli variamente alterati, color marrone nocciola. Il materiale si presenta addensato (presenza di acqua sul fondo dello scavo)

SEZIONE S9 (D.I.A. 14/06)

0-50 cm	Riporto, frammenti laterizi
50-170 cm	Limo argilloso sabbioso, con rari ciottoli, color marrone scuro
170-280 cm	Sabbia limosa con ghiaia e ciottoli variamente alterati, da subarrotondati a spigolosi, di diversa natura, color marrone nocciola; il materiale si presenta discretamente addensato

SEZIONE S10 (zona industriale)

0-40 cm	Limo debolmente argilloso massivo. Consolidato. Colore bruno forte 7.5YR 4/6.
40-160 cm	Materiale colato.
160-290 cm	Ghiaia poligenica stratificata a supporto di matrice. Dimensione massima dei clasti 30 cm. Stratificazione evidente, discreta selezione, clasti embricati. Alterazione: quarziti sane, le altre petrografie presentano cortex sottili. Pochi i clasti fratturati. Matrice costituita da limo debolmente argilloso e localmente sabbioso di colore bruno forte 7.5YR 4/6.

SEZIONE S11 (Veniano loc. Fornace Vecchia)

0-150 cm	Diamicton massivo a supporto di matrice, sovraconsolidato. Dimensione massima dei clasti: 40 cm. Poligenico, con carbonati argillificati, porfidi (non abbondanti) arenizzati, metamorfici e granitoidi con cortex o arenizzati. Matrice costituita da limo argilloso di colore giallo oliva 2.5 Y 6/6 con screziature di colore giallo rossastro 7.5 YR 6/6 e con sbiancature di colore grigio chiaro 10 YR 7/2.
150-180 cm	Limo debolmente argilloso, sovraconsolidato, con patine di Fe/Mn, di colore bruno giallastro 10 YR 5/8 e glosse di colore grigio chiaro 2.5 Y 7/2.
180-250 cm	Fini massivi molto sovraconsolidati. Patine di Fe/Mn molto abbondanti. Glosse ben sviluppate che costituiscono una struttura reticolare. Colore bruno forte 7.5 YR 5/8 con screziature di colore rosso scuro 2.5 YR 4/6 e glosse di colore grigio chiaro 10 YR 7/1.

4. IDROGEOLOGIA

4.1 *Classificazione delle unità di sottosuolo*

Nel sottosuolo si riconoscono, sulla base delle caratteristiche litologiche dedotte dalle stratigrafie dei pozzi, varie unità idrogeologiche, distinguibili tra loro per la diversa omogeneità di costituzione e di continuità orizzontale e verticale.

I caratteri idrogeologici del sottosuolo sono sintetizzati nella sezione 1, orientata circa N – S, e nella sezione 2, orientata circa W – E, passanti per i pozzi privati I.T.R. S.p.A. e per i pozzi pubblici dei comuni di Veniano, Lurago Marinone e Limido Comasco (**Tav. 2** e **Tav. 3**).

Le unità idrogeologiche presenti dall'alto verso il basso sono le seguenti:

3 – UNITÀ DELLE GHIAIE ARGILLOSE

Unità costituita da depositi morenici prevalentemente argilloso – ghiaiosi, più o meno alterati con spessore variabile, con falde idriche assenti.

2 – UNITÀ DELLE GHIAIE CONGLOMERATICHE

Unità costituita in prevalenza da ghiaie e conglomerati a diverso grado di cementazione ("Ceppo"), con falda idrica di tipo libero con soggiacenza media di 50 m.

1 – UNITÀ DELLE ARGILLE E GHIAIE IN ALTERNANZA

Unità costituita da alternanza di litotipi ghiaiosi e argillosi, passanti alla predominanza di argille nella parte inferiore, con falde idriche generalmente semiconfiniate o confinate captate da alcuni pozzi pubblici.

Il limite tra l'unità 2 e l'unità 1 segue un andamento grossomodo regolare da nord verso sud, passando da circa 250 m s.l.m., nel comune di Appiano Gentile, a circa 220 m s.l.m., nel comune di Limido Comasco.

Viceversa, in corrispondenza dell'alveo del T. Antiga l'andamento del limite subisce un repentino approfondimento dovuto alla presenza di un paleoalveo (**Tav. 2**).

I pozzi ad uso potabile del comune di Lurago Marinone interessano entrambi l'acquifero contenuto nell'Unità delle ghiaie conglomeratiche: il pozzo n. 1 (Via Europa Unita) capta fino alla profondità di 79 m dal p.c., mentre il pozzo n. 2 (ex ILTA) capta fino alla profondità di 128 m da p.c.

4.2 *Piezometria della falda idrica superiore*

L'andamento areale della superficie piezometrica, rappresentata in **Tav. 2**, fornisce indicazioni relative al gradiente della falda, alle direzioni di scorrimento del flusso idrico sotterraneo e al rapporto esistente tra le acque sotterranee e i corsi d'acqua superficiali (T. Antiga).

La falda libera, nel territorio di Lurago Marinone, ha una soggiacenza media di circa 50 m rispetto alla quota del piano campagna. Essa pertanto si attesta a quote comprese tra 250 e 235 m s.l.m. (**Tav. 2**).

La direzione principale di scorrimento è orientata NNW – SSE, senza una notevole variazione del gradiente idraulico da monte verso valle. La superficie piezometrica presenta un'inclinazione compresa tra 9 ‰ e 10 ‰ (dieci per mille).

L'alimentazione della falda è legata principalmente all'afflusso proveniente da monte ed al regime meteorico regionale, mentre risulta poco dipendente dalla variazione delle precipitazioni locali.

4.3 *Vulnerabilità degli acquiferi*

La vulnerabilità è una caratteristica idrogeologica areale che descrive la facilità con cui un inquinante generico, idroveicolato, sversato sul suolo o nel primo sottosuolo, raggiunge la falda libera e la contamina; essa viene definita principalmente in base alle caratteristiche di permeabilità ed allo spessore dei terreni attraversati dalle acque di infiltrazione, prima di raggiungere la falda acquifera libera, nonché dalle caratteristiche della zona satura.

Alla valutazione del grado di vulnerabilità concorrono sostanzialmente quattro fattori che, per il territorio di Lurago Marinone, sono così definiti:

1. caratteristiche di permeabilità dell'unità acquifera e modalità di circolazione delle acque sotterranee in falda: l'acquifero più superficiale, a cui si riferisce la **Tav. 2**, è comune a tutta l'area ed è da considerarsi complessivamente omogeneo. Esso è costituito da ghiaie e sabbie, talvolta cementate, in matrice limoso – sabbiosa o sabbiosa; la permeabilità primaria dei depositi è alta.
2. soggiacenza della falda: la soggiacenza della falda, determinata in base alla carta delle isopiezometriche (**Tav. 2**) si attesta mediamente a 50 metri.
3. caratteristiche litologiche e di permeabilità del terreno non saturo: esse dipendono principalmente dai caratteri litologici e tessiturali dei depositi superficiali, ed in particolare delle sequenze sommitali, in quanto l'elevata

permeabilità dell'unità sottostante consente solo una limitata attenuazione di eventuali fenomeni di inquinamento. L'eventuale asportazione dei suoli, verificata in corrispondenza di cave ad esempio, aumenta localmente la vulnerabilità dell'acquifero.

Nel territorio comunale la permeabilità dei depositi superficiali varia da un grado "alto" in corrispondenza delle aree sottese all'azione diretta dei corsi d'acqua, a "medio" in corrispondenza dei terreni fluvioglaciali, sino a "basso – molto basso" per i depositi glaciali e fluvioglaciali ricoperti da sequenze sommitali fini.

4. presenza di corsi d'acqua superficiali sospesi rispetto alla piezometrica media della falda: la presenza di corsi d'acqua superficiali (es. il T. Antiga) aumenta di un grado la vulnerabilità nei pressi dell'alveo.

L'incrocio di tali fattori ha permesso di individuare, nel territorio comunale, tre differenti condizioni di vulnerabilità dell'acquifero, come rappresentato in **Tav. 2**. Le unità così riconosciute vengono di seguito sinteticamente descritte, definendone il grado di permeabilità e di vulnerabilità:

1. Ghiaie e sabbie fluviali e fluvioglaciali e limi di esondazione. Presenza di un corso d'acqua sospeso.
Grado di permeabilità: alto
Grado di vulnerabilità: da alto ad elevato
2. Ghiaie e sabbie fluvioglaciali grossolanamente stratificate, a supporto di matrice.
Grado di permeabilità: medio
Grado di vulnerabilità: medio
3. Depositi glaciali e fluvioglaciali con sequenze sommitali fini (loess, colluvi, paleosuoli).
Grado di permeabilità: basso
Grado di vulnerabilità: da basso a molto basso

Il diverso grado di vulnerabilità è essenzialmente dipendente dalla permeabilità dei depositi di copertura in quanto le altre variabili risultano pressoché costanti su tutto il territorio.

4.4 Qualità delle acque di falda

La qualità delle acque sotterranee è un importante indicatore della entità della pressione antropica sugli acquiferi e della efficacia degli interventi di salvaguardia.

La valutazione delle caratteristiche idrochimiche delle acque di falda è basata sull'esame dei referti analitici chimico – fisici relativi ai pozzi pubblici disponibili forniti dall'Ente gestore del pubblico acquedotto.

Secondo la classificazione proposta dal D.Lgs. n. 152/99 e succ. modif., lo stato idrochimico delle acque sotterranee viene valutato considerando le concentrazioni di 4 parametri di base o "macrodescrittori" (conducibilità, solfati, nitrati, ammoniaca) e di parametri addizionali, quali inquinanti organici ed inorganici.

Vengono quindi individuate quattro classi che esprimono una stima dell'impatto antropico sulle acque sotterranee e ne definiscono le caratteristiche idrochimiche. Secondo la definizione proposta nel D.Lgs. 152/99 e succ. modif., le classi vengono descritte come:

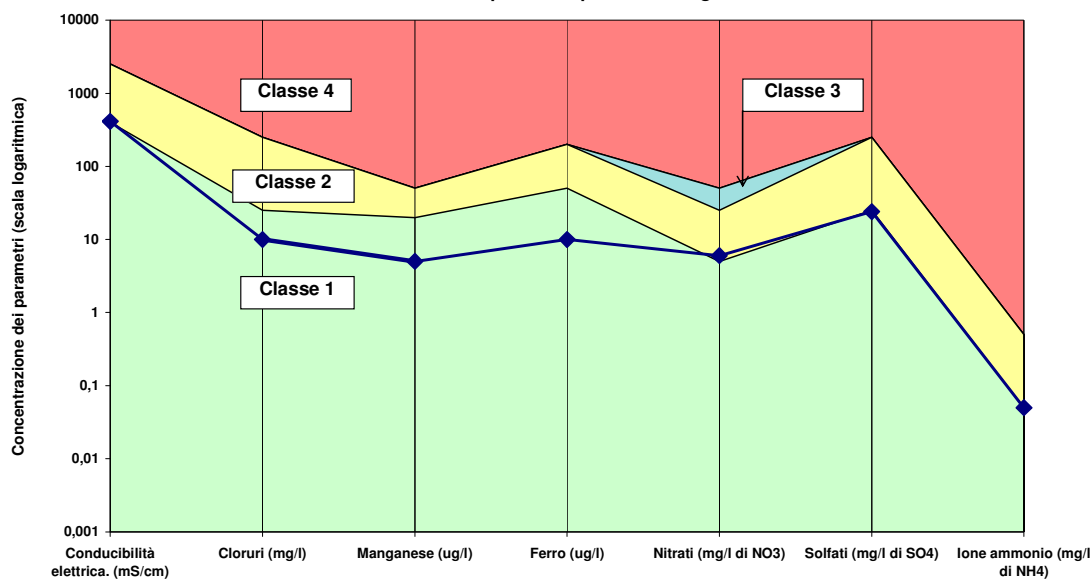
Classe 1:	Impatto antropico nullo o trascurabile, con pregiate caratteristiche idrochimiche
Classe 2:	Impatto antropico ridotto e sostenibile sul lungo periodo, con buone caratteristiche idrochimiche
Classe 3:	Impatto antropico significativo, con caratteristiche idrochimiche generalmente buone, ma con alcuni segnali di compromissione
Classe 4:	Impatto antropico rilevante, con caratteristiche idrochimiche scadenti

Dall'analisi dei dati si nota come lo stato complessivo della qualità delle acque di falda superficiale in corrispondenza del territorio di Lurago Marinone sia da considerarsi buono.

Per quanto attiene alle acque della falda superiore in corrispondenza del territorio comunale di Lurago Marinone, la graficizzazione dei parametri chimici relativi ai pozzi ad uso idropotabile con tratti filtranti nel primo acquifero, indica che lo stato chimico complessivo delle acque ricade a cavallo tra la **classe 1** e la **classe 2** (vedi grafici e tabelle seguenti), ad indicare un impatto antropico ridotto e sostenibile sul lungo periodo, con buone caratteristiche idrochimiche.

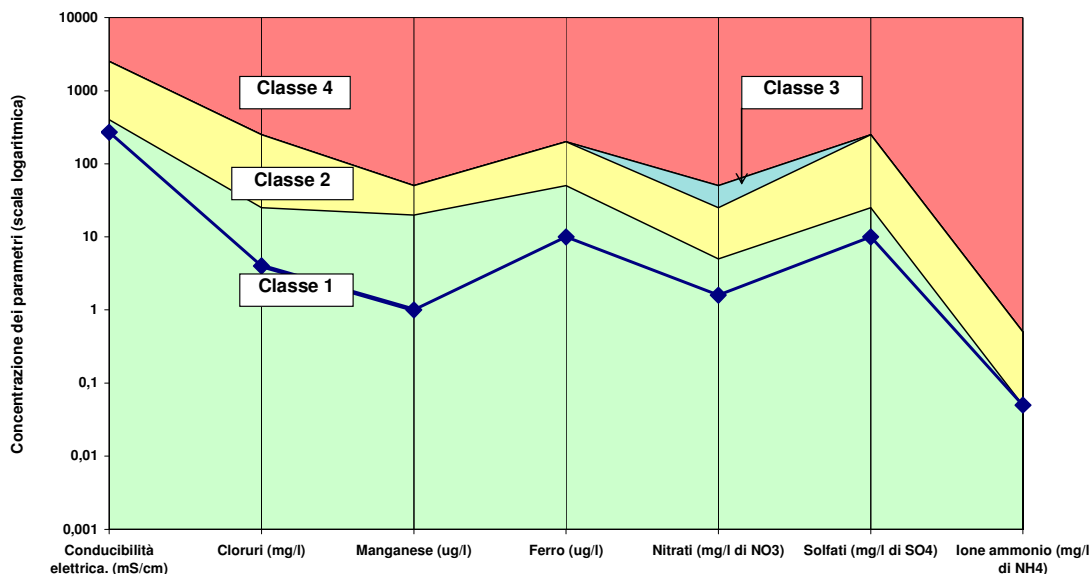
Per quanto riguarda i composti organoalogenati, è stata rilevata una concentrazione di 2,1 µg/l di tetracloroetilene e tricloroetilene nel campione prelevato dal pozzo n. 1.

Decreto Legislativo 152/99 - Tab. 20 CLASSIFICAZIONE CHIMICA DELLE ACQUE SOTTERRANEE
Pozzo n. 1 - Via Europa - Data prelievo: 29 agosto 2007



Pozzo n. 1 – Via Europa Unita						
Data prelievo: 23/04/2007		Valori	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
Conducibilità elettrica	(μ S/cm)	412,00	400	2500	2500	2500
Cloruri	(mg/l)	10,00	25	250	250	250
Manganese	(μ g/l)	5,00	20	50	50	50
Ferro	(μ g/l)	10,00	50	200	200	200
Nitrati	(mg/l di NO ₃)	6,00	5	25	50	50
Solfati	(mg/l di SO ₄)	24,00	25	250	250	250
Ione ammonio	(mg/l di NH ₄)	0,05	0,05	0,5	0,5	0,5

Decreto Legislativo 152/99 - Tab. 20 CLASSIFICAZIONE CHIMICA DELLE ACQUE SOTTERRANEE
Pozzo n. 2 - ex ILTA - Data prelievo: 23 aprile 2007



Pozzo n. 2 - ex ILTA						
Data prelievo: 23/04/2007		Valori	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
Conducibilità elettrica	(μ S/cm)	270,00	400	2500	2500	2500
Cloruri	(mg/l)	4,00	25	250	250	250
Manganese	(μ g/l)	<1,00	20	50	50	50
Ferro	(μ g/l)	<10,00	50	200	200	200
Nitrati	(mg/l di NO ₃)	1,60	5	25	50	50
Solfati	(mg/l di SO ₄)	<10,00	25	250	250	250
Ione ammonio	(mg/l di NH ₄)	<0,05	0,05	0,5	0,5	0,5

4.5 Individuazione delle zone di rispetto delle opere di captazione

La rete acquedottistica del Comune di Lurago Marinone è alimentata da due pozzi (**Tav. 2**):

N.	Proprietario	Località	Criterio di delimitazione della ZR
1	A.C.	Via Europa Unita	Temporale (60 gg)
2	A.C.	Via della Cerca	Temporale (180 gg)

Il Comune di Lurago Marinone ha presentato nel marzo 2003 proposta di ridelimitazione delle aree di salvaguardia delle opere di captazione ai sensi della D.G.R. 15137/96, per il perfezionamento della pratica di concessione di derivazione di acque ad uso potabile, già approvata dalla Regione Lombardia con d.d.u.o. n. 30864 del 7/12/2001.

La suddetta domanda, corredata da apposito studio idrogeologico, è stata approvata dalla Provincia di Como con i Provvedimenti Dirigenziali n. 10/C e 11/C del 23/12/2003 (**All. 4**).

Le zone di rispetto dei pozzi (ZR) così individuate sono cartografate in **Tav. 2**, dove sono stati riportati gli elementi idrogeologici e ambientali che caratterizzano l'intorno di ciascun pozzo, e con maggior dettaglio in **Tav. 8**.

In base alle prescrizioni tecniche della D.G.R. 15137/96, le Zone di Rispetto sono state definite con criterio temporale ($t=60$ gg). Pertanto, con il suddetto criterio, la delimitazione della Zona di Rispetto coincide con l'involuppo dei punti isocroni circostanti i pozzi, corrispondenti ad un tempo di sicurezza di 60 giorni, calcolati sulla base delle condizioni di emungimento alla massima portata di esercizio. Tale rappresentazione indica che un eventuale inquinante che contamina la falda in prossimità del limite della Zona di Rispetto così individuata, giunge al pozzo in un tempo di circa 60 giorni, intervallo di tempo considerato sufficiente alla degradazione di molti inquinamenti di tipo batteriologico.

Dato il contesto naturale vergine e di ridotto impatto antropico in cui si colloca il pozzo n. 2 e per garantire un maggior grado di tutela allo stesso, si è optato di far coincidere la Zona di Rispetto del suddetto pozzo n. 2 con il limite dell'isocrona di 180 giorni.

Il quadro normativo da applicare all'interno di tali aree è riferibile al D.Lgs. 152/06 e dalla D.G.R. 7/12693/03, che definiscono le attività compatibili nelle aree di salvaguardia delle opere di captazione di acque destinate al consumo umano (cfr. **Cap. 8**).

5. IDROGRAFIA

5.1 Tipologia dei corsi d'acqua

Nel territorio comunale di Lurago Marinone, il reticolo idrografico si sviluppa con andamento N – S, il cui elemento principale è rappresentato dal corso del **T. Antiga** e dei suoi affluenti, nel settore occidentale del territorio comunale.

I terreni circostanti gli alvei presentano terrazzamenti più o meno accentuati; in particolare l'alveo del T. Antiga si presenta altimetricamente incassato (dislivelli da circa 2 – 3 m fino ad oltre 12 m di dislivello in corrispondenza di alcuni meandri).

Gli argini dei corsi d'acqua sono naturali e si sono generati a causa del progressivo approfondimento degli alvei; si presentano acclivi o sub – verticali e limite tra essi e gli alvei pianeggianti è netto.

Gli alvei sono soggetti a fenomeni di erosione di fondo nei terreni fluvioglaciali piuttosto teneri nei quali si sviluppa l'intero corso. Il greto è generalmente caratterizzato da ciottoli sciolti con clasti sub – arrotondati di varia natura litologica, rimobilizzati dalle formazioni ghiaiose fluvioglaciali erose.

Attualmente gli argini sono sottoposti a dinamica morfologica attiva, tipica degli ambienti fluviali, con erosione e asportazione di materiale all'esterno dei meandri (sponda concava a maggiore energia) e deposito di materiale all'interno (sponda convessa a minore energia).

Le strutture di deposito note con il nome di *point bar* si osservano in corrispondenza di tutti i meandri principali.

Le portate di magra esercitano un'azione erosionale sugli argini praticamente nulla o molto ridotta, mentre le portate di piena raggiungono quote variabili, in relazione all'entità degli eventi meteorici nel bacino idrografico, e possono interessare la parte superiore degli argini colonizzata dalla vegetazione di sottobosco.

5.2 Individuazione del reticolo idrico principale e minore

In attuazione alla D.G.R. 7/13950/03, il Comune di Lurago Marinone ha presentato presso gli uffici competenti la documentazione tecnica necessaria all'individuazione del reticolo idrico, delle fasce di rispetto e della relativa regolamentazione.

Il suddetto elaborato tecnico, redatto in data Maggio 2004 e aggiornato in data Febbraio 2006, è stato ritenuto conforme alle indicazioni contenute nelle citate D.G.R. dalla Regione Lombardia – Sede Territoriale di Como (nota del 16/11/2005, prot. AD08.2006.0001771) (**All. 5**).

Il reticolo è stato individuato in base ai criteri della D.G.R. 1 agosto 2003 n. 7/13950 – *"Modifica della D.G.R. 25 gennaio 2002 n. 7/7868 - 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 - Determinazione dei canoni regionali di polizia idraulica"* la Regione Lombardia aggiorna e approfondisce le modalità di individuazione del **reticolo idrico principale** e, per differenza, del **reticolo idrico minore** già disciplinate nella precedente delibera del 2002.

La D.G.R. 7/13950/03, inoltre, conferma la delega all'amministrazione comunale per l'individuazione delle fasce di rispetto dei corsi d'acqua e della relativa regolamentazione con indicazione delle attività vietate o soggette ad autorizzazione e stabilisce il trasferimento ai Comuni, alle Comunità Montane e ai consorzi di bonifica delle funzioni concernenti la manutenzione, la polizia idraulica e l'amministrazione dei corsi d'acqua appartenenti al reticolo minore già disposte precedentemente.

Nei seguenti paragrafi si riporta l'individuazione del reticolo idrico principale e minore e delle relative fasce di rispetto ricadenti sul territorio comunale di Lurago Marinone, così come contenute nell'elaborato tecnico approvato.

5.2.1 RIFERIMENTI NORMATIVI

La definizione dei corpi idrici appartenenti al reticolo idrografico principale, contenuta nell'Allegato A – *"Individuazione del reticolo idrico principale"* – della D.G.R. 7/13950/03, che sostituisce l'Allegato A della D.G.R. 7/7868/02, è stata effettuata dalle strutture ex Genio Civile; i corsi d'acqua individuati possiedono i requisiti presenti nella D.G.R. n. VI/47310 del 20/12/1999 e soddisfano i seguenti criteri:

- *Significatività dei bacini*: sono considerati tali quelli sottesi da corsi d'acqua di lunghezza superiore a 2 km.

- *Particolarità dei corsi d'acqua di lunghezza inferiore a 2 km: caratterizzati da rilevanti problematiche idrauliche o idrogeologiche; interessati da interventi idraulici o di versante particolarmente significativi; con presenza di opere di sbarramento di cui alla L.R. 8/98; oggetto di significative autorizzazioni di derivazioni d'acqua a scopo idroelettrico.*
- *Significatività dei corsi d'acqua totalmente compresi nel territorio di un comune (come sopra).*
- *Individuabilità dei tratti costituenti il reticolo principale attraverso elementi territorialmente visibili e visibilità in cartografia dei limiti che definiscono il reticolo principale.*
- *Congruenza con i limiti di definizione dei laghi principali.*

I corsi d'acqua naturali o artificiali non indicati nell'elenco dell'Allegato A della D.G.R. n. 7/13950/03, o i tratti di quelli presenti non rientranti nella descrizione "*tratto indicato come principale*" sono da considerarsi non appartenenti al reticolo idrico principale, così come previsto nella D.G.R. n. 6/47310 del 22/12/1999.

Il reticolo idrografico minore, di competenza comunale, è individuato in base al regolamento di attuazione della L. 36/94 e coincide con il reticolo idrico costituito da tutte le acque superficiali ad esclusione dei corpi idrici classificati come principali e di tutte "*le acque piovane non ancora convogliate in un corso d'acqua*"; in particolare comprende tutti i corsi d'acqua che rispondono ad almeno uno dei seguenti criteri:

- corsi d'acqua indicati come demaniali nelle carte catastali o in base alle normative vigenti;
- corsi d'acqua oggetto di interventi di sistemazione idraulica con finanziamenti pubblici e/o interessati da derivazioni d'acqua;
- corsi d'acqua rappresentati nelle cartografie ufficiali (IGM, CTR).

5.2.2 CRITERI SEGUITI PER L'INDIVIDUAZIONE DEI CORSI D'ACQUA COSTITUENTI IL RETICOLO IDROGRAFICO

Così come indicato nella D.G.R. n. 7/13950/03, per l'individuazione del reticolo idrografico di Lurago Marinone, oltre a specifici rilevamenti diretti, sono state esaminate e messe a confronto le seguenti cartografie ufficiali:

- cartografie dell'Istituto Geografico Militare in scala 1:25.000 (IGM);
- carta tecnica della Regione Lombardia in scala 1:10.000 (C.T.R.);

- mappe del catasto terreni in scala 1:2.000, messe a disposizione dall'U.T.C.

Successivamente, il reticolo così determinato è stato confrontato con l'elenco dei corsi d'acqua classificati come principali contenuti nell'Allegato A – *"Individuazione del reticolo idrico principale"* della suddetta delibera.

Durante tale fase sono emerse alcune incongruenze nella toponomastica delle cartografie ufficiali.

La differenza più rilevante riguarda il corso d'acqua che, da nord verso sud, passa da Appiano Gentile, Veniano, Lurago Marinone, Limido Comasco e si immette nel Torrente Bozzente a Mozzate, in prossimità della strada che collega il centro abitato di Mozzate alla S.P. n. 24 di Appiano Gentile.

Tale corso d'acqua è denominato in modo non univoco sulle diverse cartografie: sull'IGM è indicato come *Valle dei Preti* (in Comune di Limido C.sco) e più a nord come *Torrente Antiga* (in Comune di Veniano Inf.), mentre sulla CTR è indicato come *Torrente Bozzente* e più a nord come *Torrente Antiga*.

In realtà il *T. Bozzente* scorre più a Ovest, attraversando i comuni di Mozzate, Carbonate e Appiano Gentile, mentre il toponimo *Valle dei Preti* sembra riguardare esclusivamente il tratto compreso tra Mozzate e Limido Comasco.

In base a quanto descritto sopra, il suddetto corso d'acqua è stato denominato *Torrente Antiga*.

Esaminando l'elenco dei corsi d'acqua contenuti principale nell'Allegato A - *"Individuazione del reticolo idrico principale"* della D.G.R. n. 7/13950/03, emerge che:

- il *T. Bozzente* è classificato come principale per il tratto che interessa i comuni di Mozzate, Carbonate e Appiano Gentile (n. CO015 - n. iscr. el .AAPP 60);
- sia il *T. Antiga* che il *T. Valle dei Preti* non vengono citati, quindi non sono classificati come principali.

Ne consegue che **tutti i corsi d'acqua compresi nel territorio di Lurago Marinone, individuati nello specifico studio, sono classificabili come appartenenti al reticolo idrico minore.**

Essi vengono di seguito elencati

N. progr.	Denominazione	Quote (*)	Note
1	<u>Torrente Antiga</u>	da 291 a 275 m	m scorre con direzione N – S dal confine con Veniano fino a Limido Comasco
1.1	<i>privo di toponimo</i>	da 305 a 288 m	m affluente del T. Antiga che scorre in loc. Bosco Vallino
1.2	<u>Rogoretta</u>	da 300 a 288 m	m affluente del T. Antiga che scorre per un breve tratto presso il confine con Veniano Inf., alla confluenza con l'Antiga
2	<u>Valle di Ronco</u>	da 300 a 280 m	m affluente del T. Antiga che scorre parallelamente ad esso tra la loc. Brughé e la loc. Fornace Vecchia e si immette nell'Antiga poco più a monte di C.na Resta, in comune di Limido Comasco
2.1	<i>privo di toponimo</i>	da 298 a 288 m	m affluente minore in destra idrografica del corso d'acqua n. 2
2.2	<i>privo di toponimo</i>	da 307 a 292 m	m affluente minore in destra idrografica del corso d'acqua n. 2
2.3	<i>privo di toponimo</i>	da 313 a 295 m	m affluente minore in destra idrografica del corso d'acqua n. 2
3	<u>Roggia Mascazza</u>	da 289 a 279 m	m ramo di Lurago Marinone, che scorre nell'impluvio poco più a Est di C.na Ermenegilda
3.1	<i>privo di toponimo</i>	da 317 a 279 m	m affluente della R. Mascazza che, dal confine con Veniano Inf., scorre verso Sud passando da C.na San Giorgio e più a valle lungo il confine con Fenegrò
3.2	<i>privo di toponimo</i>	da 310 a 296 m	m affluente della R. Mascazza che scorre nell'impluvio compreso tra Villa Binda e il corso d'acqua 2.1; si immette nel sistema fognario all'altezza di Via Don Bonzi
3.3	<i>privo di toponimo</i>	da 306 a 300 m	m corso d'acqua che scorre tra C.na Moretta e Villa Binda
4	<u>Valletta di Velza</u>	da 300 a 287 m	m affluente del T. Antiga che scorre per un breve tratto lungo il confine tra Lurago Marinone e Mozzate
5	<i>privo di toponimo</i>	da 303 a 297 m	m corso d'acqua che scorre tra C.na Restina e loc. La Vigna

(*) Sono indicate da monte a valle le quote in m s.l.m. del tratto compreso entro i confini comunali di Lurago Marinone

I corsi d'acqua così individuati, sono stati cartografati sul fotogrammetrico comunale, a scala 1:5.000 (**Tav. 5 - Individuazione del reticolo idrografico e delle fasce di rispetto**).

Nella **Tav. 5** sono stati inseriti anche alcuni corsi d'acqua che non attraversano il territorio comunale di Lurago Marinone, ma sono prossimi ai suoi confini:

N.	Denominazione
6	<u>Torrente Vaiadiga</u> e un suo affluente (6.1) in sponda idrografica sinistra, che scorrono in prossimità del confine tra Lurago e Mozzate
7	corso d'acqua privo di toponimo, che scorre nell'impluvio posto tra C.na Monteburiano e C.na Valmorana, in Comune di Fenegrò e confluisce nella Roggia Mascazza in corrispondenza del confine tra Limido Comasco e Fenegrò

5.3 Individuazione delle fasce di rispetto

In base alle problematiche definite in precedenza e relativamente alle diverse situazioni, sono state individuate, per i corsi d'acqua facenti parte del reticolo minore, le seguenti fasce di rispetto (**Tav. 5**):

Tali fasce sono state definite con dettaglio alla scala dello strumento urbanistico (scala 1:2.000) e rappresentate graficamente in scala 1:5.000 nella **Tav. 5** allegata al presente studio.

La distinzione operata è la seguente:

a) Fascia di rispetto assoluto dei corsi d'acqua.

Corrisponde alla fascia di inedificabilità assoluta estesa per 10 m dagli argini, in base a quanto già definito nel R.D. 523/1904, che tiene conto dell'accessibilità al corso d'acqua per manutenzione, fruizione e riqualificazione ambientale. Date le caratteristiche morfologiche del reticolo idrografico descritte nel **Par. 5.1**, tale fascia comprende l'alveo e le sponde dei corsi d'acqua, in continua evoluzione geomorfologica e soggette a fenomeni erosivi, approfondimento dell'alveo e trasporto solido durante le piene.

b) Fascia di attenzione dei corsi d'acqua.

Fascia individuata con criterio tecnico, secondo quanto definito dalla D.G.R. 7/13950/03, comprendente le aree di pertinenza dei corsi d'acqua, delimitate dagli orli di scarpata di erosione fluviale e dai terrazzi costituiti da depositi fluvio-glaciali o alluvionali sospesi sopra gli alvei; anche se

geomorfologicamente connesse ai corsi d'acqua, generalmente tali aree non vengono interessate dai fenomeni di piena. Al suo interno ricade la fascia di inedificabilità assoluta di cui al punto a).

c) Aree che hanno subito allagamento

Include le aree in ambito urbano, caratterizzate da morfologia pianeggiante o sub pianeggiante, soggette ad occasionali fenomeni alluvionali di modesta entità, caratterizzati da energia idraulica molto bassa e battente massimo inferiore al metro di altezza, o a ristagno delle acque meteoriche; perimetrate in base a fenomeni osservati.

La normativa di riferimento concernente i vincoli di polizia idraulica da applicare a tali fasce è stata elaborata all'interno dello specifico studio adottato dal Comune di Lurago Marinone e approvato dalla Regione Lombardia S.Ter. di Como (**All. 5**).

La suddetta normativa approvata è riproposta nel **Cap. 8** al fine di integrarla nel P.G.T.

6. INQUADRAMENTO GEOLOGICO – TECNICO

6.1 *Prima caratterizzazione geotecnica dei terreni*

La classificazione del territorio su base geologico – tecnica e geopedologica ha seguito le indicazioni della D.G.R. 8/7374/08 che raccomanda l'effettuazione di una prima caratterizzazione geotecnica sulla scorta dei dati disponibili e delle osservazioni dirette.

A tale scopo si sono considerati i dati derivanti dai punti stratigrafici di riferimento (vedi **Par. 3.3**) quali:

- affioramenti naturali presenti sostanzialmente nel territorio comunale;
- scavi edili presenti nelle aree urbanizzate;

Inoltre sono state esaminate indagini geognostiche e studi geologici precedenti disponibili presso gli Uffici Tecnici del Comune di Lurago Marinone.

Nella **Tav. 4** sono state definite le aree con caratteristiche litologiche, pedologiche e morfologiche omogenee e sono state indicati i punti di osservazione diretta. Le caratteristiche principali di queste aree sono di seguito descritte.

UNITÀ GEOTECNICA GH1

Assetto geomorfologico: ambito altimetricamente rilevato caratterizzato da morfologia da subpianeggiante a debolmente ondulata.

Litologia superficiale prevalente: originarie ghiaie poligeniche grossolane massive o grossolanamente stratificate a supporto di matrice argilloso sabbiosa, limoso argillosa alternate a sabbia limosa e limo sabbioso con clasti sparsi, profondamente alterate per l'intero spessore dell'unità. Superiormente presenza di limi argillosi massivi (loess).

Caratteri pedologici e spessore dei suoli: suoli da poco a molto profondi (100-500 cm) sui pianalti e sottili o poco profondi nelle aree più acclivi (50-100 cm).

Caratteristiche geotecniche: il grado di alterazione li assimila al comportamento di terreni fini con stato di consistenza "duro", ma soggetti a rammollimento se in condizioni di saturazione idrica. Caratteristiche geotecniche da buone a scadenti.

Drenaggio delle acque: Permeabilità molto bassa, drenaggio lento con ridotta capacità di infiltrazione delle acque meteoriche e conseguente tendenza al

ristagno idrico superficiale; problemi relativi alla circolazione delle acque nel primo sottosuolo (150-200 cm).

UNITÀ GEOTECNICA GH2

Assetto geomorfologico: Ambito altimetricamente intermedio caratterizzato da morfologia subpianeggiante con debole vergenza verso sud.

Litologia superficiale prevalente: Ghiaie poligeniche stratificate a supporto di matrice costituita da ghiaia fine limosa e, localmente, sabbia grossolana; presenza di lenti di limo sabbioso massivo. L'alterazione interessa la maggior parte dei clasti che si presentano mediamente alterati; quelli di dimensioni maggiori presentano cortex esterno e nucleo sano. In superficie è presente una copertura loessica di circa 2-3 m di spessore costituita da limo argilloso massivo.

Caratteri pedologici e spessore dei suoli: suoli da moderatamente profondi a profondi (150-300 cm).

Caratteristiche geotecniche: terreni granulari con stato di addensamento "medio" con buone caratteristiche meccaniche generali. I terreni fini superficiali presentano stato di consistenza da "tenero" a "medio".

Drenaggio delle acque: drenaggio delle acque mediocre in superficie e discreto in profondità; possibili problematiche relative alla circolazione delle acque nel primo sottosuolo (150-200 cm).

UNITÀ GEOTECNICA GH3

Assetto geomorfologico: ambito altimetricamente ribassato, caratterizzato da morfologia pianeggiante.

Litologia superficiale prevalente: ghiaie poligeniche ed eterometriche stratificate a supporto di clasti o a supporto di matrice costituita da sabbia limosa, solo raramente argillosa. Clasti poco o non alterati, subarrotondati. Presenza in superficie di copertura loessica costituita da limo argilloso massivo.

Caratteri pedologici e spessore dei suoli: suoli da sottili a moderatamente profondi (50-100 cm).

Caratteristiche geotecniche: terreni granulari sciolti poco alterati con buone caratteristiche meccaniche e con stato di addensamento "medio".

Drenaggio delle acque: drenaggio delle acque buono sia in superficie, sia in profondità.

UNITÀ GEOTECNICA GL

Assetto geomorfologico: Ambito di versante con copertura colluviale generalmente discontinua e di limitato spessore.

Litologia superficiale prevalente: ghiaie in matrice sabbiosa debolmente limosa stratificate, alternate limi debolmente argillosi con clasti sparsi o in livelli concentrati alla base, derivanti da colluvio dei terreni superiori. Clasti generalmente alterati o con cortex, di piccole dimensioni.

Caratteri pedologici e spessore dei suoli: suoli sottili (15 - 30 cm).

Caratteristiche geotecniche: terreni granulari con stato di addensamento sciolto e caratteristiche geotecniche generalmente scadenti.

Drenaggio delle acque: permeabilità bassa.

UNITÀ GEOTECNICA GS

Assetto geomorfologico: ambito degli alvei dei corsi d'acqua caratterizzato da morfologia pianeggiante.

Litologia superficiale prevalente: ghiaie a supporto di matrice non alterate, ghiaie fini con sabbia grossolana a supporto di clasti; clasti da subarrotondati a spigolosi, poligenici.

Caratteri pedologici e spessore dei suoli: suoli assenti.

Caratteristiche geotecniche: terreni granulari con stato di addensamento "sciolto".

Drenaggio delle acque: drenaggio delle acque discreto sia in superficie sia in profondità; permeabilità da media ad alta.

Oltre alle aree sopra descritte, in **Tav. 4** sono state infine cartografate alcune situazioni di un certo interesse ai fini della pianificazione territoriale quali:

- aree oggetto di specifiche indagini geognostiche;
- punti di osservazione stratigrafica;
- aree di modesta acclività non direttamente connesse agli alvei dei corsi d'acqua, ma talora caratterizzati da modesti fenomeni di ruscellamento diffuso sui pendii uniformi e ruscellamento concentrato negli impluvi;
- aree con presenza di materiali di riporto;

- strade di grande traffico;
- rete fognaria e collettore consortile;
- tombinature e scolmatori.

6.2 Indagini e studi geologici precedenti

Per quanto attiene le informazioni ricavate da studi geologici ed indagini geotecniche svolte precedentemente, in **Tav. 4** sono state ubicate talora le aree di indagine, e talora i punti di osservazione stratigrafica, a cui corrisponde una numerazione identificativa.

Nella tabella seguente sono elencate tutte le indagini geognostiche analizzate:

Codice identificativo		Ubicazione dell'area di indagine	Indagini geognostiche eseguite e relativa quantità	Profondità massima delle indagini [m]	Professionista o società incaricati
P1	D.I.A. 10/2005	Mappale 2669	Scpt (2)	4,5	Dott. Geol. Stefano Sesana
P2	D.I.A. 70/2005	Via Risorgimento	Scpt (4)	8,4	Studio Frati
P3	Prat. C.A. 04/2006	Via Broggi e Via Brugo	Scpt (5)	10	GEOCIPO S.r.l.
P4	P.d.C. 35/2006	Via Belvedere	Scpt (6)	10,20	Dott. Geol. Marco Borghi
P5	D.I.A. 56/2006	Via Amuzio da Lurago	Scpt (2)	11,40	Dott. Geol. Alessandro Ferrario
P6	P.d.C. 40/2006	Via Broggi – mapp.3185	Scpt (3)	9,80	AREA Studi Ambientali
P7	D.I.A. 06/2007	Via Dosso Riva	Scpt (3)	6,60	Studio Frati
P8 S4	Cimitero	Via della Pace	Scpt (3) scavi esplorativi (3)	6,30	Dott. Geol. Enzo Visco Dott. Geol, Marco Parmigiani
P9 S3	Asilo	Via San Giorgio	Scpt (3) scavi esplorativi (3)	5,40	Dott. Geol. Enzo Visco Dott. Geol, Marco Parmigiani

Codice identificativo		Ubicazione dell'area di indagine	Indagini geognostiche eseguite e relativa quantità	Profondità massima delle indagini [m]	Professionista o società incaricati
S1	P.d.C. 32/2005	Via Leonardo da Vinci	Scavi esplorativi (3)	2,00	Dott. Geol. Luca Fontana
S2	P.E. 56/2005	Via Concordia	Scavi esplorativi (2)	3,50	Dott. Geol. Stefano Sesana
S6	D.I.A. 13/2006	Via Galimberti	Scavi esplorativi (2)	3,00	Dott. Geol. Stefano Sesana
S7	P.d.C. 59/2005	Via Galimberti	Scavi esplorativi (2)	2,50	Dott. Geol. Stefano Sesana
S8	P.d.c. 01/2006	Via Galimberti	Scavi esplorativi (2)	2,80	Dott. Geol. Stefano Sesana
S9	D.I.A. 14/2006	Via Galimberti	Scavi esplorativi (3)	3,00	Dott. Geol. Stefano Sesana

P1 – D.I.A. 10/2005: Relazione geotecnica per conto della società COMO COSTRUZIONI S.r.l. di Olgiate Comasco (CO)

Argomento: caratterizzazione geologico-tecnica del terreno mediante prove geognostiche con penetrometro semovente superpesante (DPSH) tipo "Meardi AGI"

Interpretazione stratigrafica: livello 1 (spessore compreso tra 0,60 e 0,90 m) costituito da depositi frazioni mediamente fini (limo argilloso sabbioso) con sostanza organica nella porzione sommitale (humus); livello 2 (spessore compreso tra 0,60 e 2,40 m) costituito da depositi moderatamente addensati di limo sabbioso ghiaioso caratterizzati da maggior percentuale di sabbia e ghiaia; livello 3 prevalentemente costituito da depositi di sabbia e ghiaia compatti/addensati.

Caratteri geotecnici principali

Livello	ϕ angolo di attrito (°)	Dr densità relativa (%)	Nscpt medio (num. colpi)	Nscpt equiv (num. colpi)
1	27-29	25	2-5	2-5
2	32	45-50	10-15	12-18
3	>32	60-65	>15	>18

Idrogeologia: dalle indagini è emersa la presenza di una falda freatica alla profondità di circa -2,0 m da p.c.

P2 – D.I.A. 70/2005: Relazione geotecnica per conto della società Edil Vignetta S.r.l. di Milano

Argomento: caratterizzazione geologico-tecnica del terreno mediante prove penetrometriche dinamiche di tipo DPSH.

Interpretazione stratigrafica: le prove effettuate hanno messo in evidenza terreni con caratteristiche geotecniche disomogenee sia lateralmente che in profondità. In generale, comunque, è stato riconosciuto un livello superiore con resistenza meccanica dei terreni molto scadente fino a profondità notevoli (circa 4,00 m da p.c.). Si sono osservate, inoltre, lesioni strutturali su uno stabile limitrofo all'area indagata dovute all'innescò di cedimenti differenziali anche in risposta a carichi modesti.

Idrogeologia: fino alla profondità investigata di 8,40 m circa non è stata intercettata la superficie piezometrica.

P3 – Pratica C.A. 04/2006: Relazione geotecnica per conto della società PO.LO. S.r.l

Argomento: caratterizzazione geologico-tecnica del terreno mediante prove geognostiche con penetrometro semovente del tipo superpesante (DPSH) "Meardi – AGI"

Interpretazione stratigrafica: livello 1 costituito da uno strato superficiale di terreno vegetale e/o di riporto cui seguono terreni ad elevata percentuale in fine, prevalentemente argillosi più o meno sabbiosi; livello 2 caratterizzato da un aumento della resistenza penetrometrica.

Caratteri geotecnici principali

Livello	φ angolo di attrito (°)	Dr densità relativa (%)	Nspt medio (num. colpi)	Nspt equiv (num. colpi)
1	0-20	25-30	2-3	2-3
2	31	40-45	8-10	13-15

Idrogeologia: fino alla profondità investigata di 10,0 m circa non è stata intercettata la superficie piezometrica.

P4 – P.d.C. 35/2006: Relazione geotecnica inerente la realizzazione del piano di lottizzazione “MORETTA” in Via Belvedere

Argomento: caratterizzazione geologico-tecnica del terreno mediante prove geognostiche con penetrometro dinamico Pagani TG 63-100 MAC.

Interpretazione stratigrafica: da 0,0 a circa 1,2 m “ferretto” privo di consistenza; da 1,2 – 4,5 m “ferretto da poco a moderatamente consistente”, da 4,5 a 10 m stratigrafia “mista” da poco a moderatamente addensata, verso l’alto ferrettizzata.

Caratteri geotecnici principali

Livello	φ angolo di attrito (°)	Dr densità relativa (%)	Cu coesione (kPa)	Peso di volume (kN/mc)
1			10	14,5
2			30	16,5
3	33	60	100	20

Idrogeologia: durante l’esecuzione delle prove non è stata riscontrata la presenza di una falda freatica sino alla profondità massima raggiunta (10 m da p.c.). Sono tuttavia presenti delle “vene” d’acqua contenute entro i depositi limoso argillosi ferrettizzati ed il cui livello statico si assesta intorno ai 2,50 metri dal p.c.

P5 – D.I.A. 56/2006: Relazione geotecnica per conto della società MORREALE S.a.s. di Como

Argomento: caratterizzazione geologico-tecnica del terreno mediante prove geognostiche con penetrometro dinamico Pagani TG 63-100 di tipo pesante (DPH)

Interpretazione stratigrafica: da 0,0 a circa 2,3 – 2,5 m orizzonte superficiale sottile costituito da una crosta relativamente addensata (0,6 m), soprastante terreni coesivi moderatamente consistenti di limi con sabbia; da 2,3 – 2,5 m a circa 5,3 – 6,5 m orizzonte costituito da limo sabbioso, consistente; a profondità maggiori si è osservata disomogeneità nei terreni caratterizzati localmente da orizzonti di sabbia con limo e sabbia limosa o da orizzonti con limi sabbiosi e limi con sabbia.

Caratteri geotecnici principali

Livello	φ angolo di attrito (°)	γ peso di volume (KN/m ³)	Cu coesione (KN/m ²)	N _{supt} medio (num. colpi)
1	23	18,1	28	4-6
2	26	20,6	77	12-16
3a	29	22,0	140	28-30
3b	27	21,0	115	23-25

Idrogeologia: durante l'esecuzione delle prove è stata riscontrata la presenza di piccole falde sospese non comunicanti tra loro e di modesto spessore. (prova 1 a prof. 3,5; prova 2 a 8,4 m).

P6 – P.d.C. 40/2006: Relazione geotecnica inerente la realizzazione di nuovo edificio residenziale in Via Broggi – mapp. 3185

Argomento: caratterizzazione geologico-tecnica del terreno mediante prove geognostiche con penetrometro medio di tipo standard (DPM) "Emilia"

Interpretazione stratigrafica: livello 1 (tra 0 e 1-1,4 m da p.c.) caratterizzato dalla presenza di materiali di riporto con ciottoli e blocchi; livello 2 (tra 1,4 e 3,8 m) costituito da limo e sabbia con ciottoli e caratterizzato da un comportamento coesivo; livello 3 simile al precedente ma con maggiore stato di addensamento; livello 4 costituito da ghiaie e sabbie in matrice limosa con comportamento granulare.

Caratteri geotecnici principali

Livello	φ angolo di attrito (°)	Dr densità relativa (%)	Cu Coesione (kPa)	Nspt equiv (num. colpi)
2			13	2
3			44	7
4	35	48,5		19

Idrogeologia: fino alla profondità investigata di 10,0 m circa non è stata intercettata la superficie piezometrica.

P7 – D.I.A. 06/2007: Relazione geotecnica per conto della società Immobiliare PANDORA S.r.l.

Argomento: caratterizzazione geologico-tecnica del terreno mediante prove penetrometriche dinamiche di tipo (DPSH).

Interpretazione stratigrafica: orizzonte A (spessore compreso tra 0,30 e 0,90 m) costituito da depositi da sciolti a poco addensati (terreno di coltura/rimaneggiato); orizzonte B (spessore compreso tra 0,30 e 0,90 m) costituito da depositi granulari con abbondante matrice fine, da poco a moderatamente addensati; orizzonte C costituito da depositi granulari moderatamente addensati.

Caratteri geotecnici principali

Livello	ϕ angolo di attrito (°)	Dr densità relativa (%)	γ peso di volume naturale (t/m ³)	Nspt medio (num. colpi/piede)
B	27	40	1,66	5
C	30,5	61	1.78	12

Idrogeologia: fino alla profondità investigata di 6,60 m circa non è stata intercettata la superficie piezometrica.

P8 – Relazione geologica, idrogeologica e geotecnica a supporto del piano cimiteriale comunale

Argomento: caratterizzazione geologico-tecnica del terreno mediante prove geognostiche con penetrometro pesante "Tipo Meardi" e scavi esplorativi aperti con pala meccanica

Interpretazione stratigrafica: livello superficiale (spessore di circa 0,70 m) costituito da riporto limoso – sabbioso (ferretto); litozona A (da 0,70 a 1,40-2,50 m da p.c.) costituito limo sabbioso bruno con ciottoli sparsi; litozona B (da 1,40-2,50 m da p.c.) costituito da ghiaia poligenica in matrice sabbioso – limosa con clasti arrotondati e ciottoli (\emptyset max = 25 cm; - \emptyset medio = 5 cm) colore grigio – rossiccio. (vedi **Par. 3.3** – sezione S4).

Caratteri geotecnici principali

Livello	φ angolo di attrito (°)	γ peso di volume (t/m ³)	Nspt medio (num. colpi)	Nspt equiv (num. colpi)
Litozona B	31	1,9	10	16

Idrogeologia: fino alla profondità investigata di 6,30 m circa non è stata intercettata la superficie piezometrica.

P9 – Caratterizzazione geologico-tecnica del terreno interessato dalla realizzazione di nuovo asilo nido in Via San Giorgio n. 1

Argomento: caratterizzazione geologico-tecnica del terreno mediante prove geognostiche con penetrometro pesante "Tipo Meardi" e scavi esplorativi aperti con pala meccanica

Interpretazione stratigrafica: livello superficiale (spessore di circa 1,70 – 2,50 m) costituito da riporto passante a ghiaia e viottoli in abbondante matrice sabbioso-limosa ed inglobante qualche masso alterato, ferrettizzati, colore nocciola (da 1,80 a 3,20 m da p.c.). (vedi **Par. 3.3** – sezione S3).

Caratteri geotecnici principali

φ angolo di attrito (°)	γ peso di volume (kN/m ³)	Nspt medio (num. colpi)	Nspt equiv (num. colpi)	Dr densità relativa (%)
32	18	4	8	0.49

Idrogeologia: fino alla profondità investigata di 5,40 m circa non è stata intercettata la superficie piezometrica.

S1 (P.d.C. 32/2005) – Relazione geologica a supporto della progettazione di edificio residenziale trifamiliare in Via Leonardo da Vinci

Argomento: caratterizzazione geologico-tecnica del terreno mediante scavi esplorativi aperti con pala meccanica

Interpretazione stratigrafica: al disotto di un livello di terreno di riporto (30 cm) sono stati individuati due strati, il primo (30 – 160 cm) costituito da limo e sabbia limosa di colore da marrone scuro a rossiccio con scarsa presenza di ciottoli e mediamente compatto, il secondo (160 – 190 cm) costituito da ghiaia a supporto clastico con abbondante matrice fine limoso-argillosa di colore

marrone rossastra con stato di addensamento compatto e capacità drenante bassa (vedi **Par. 3.3** – sezione S1).

S2 (P.E. 56/2005) – Realizzazione di un edificio singolo di civile abitazione lottizzazione “Giglio” – Lotto “M”, Via Concordia

Argomento: caratterizzazione geologico-tecnica del terreno mediante scavi esplorativi aperti con pala meccanica

Interpretazione stratigrafica: è stata individuata la presenza di limo e argilla di color marrone scuro fino a 3 m da p.c. (vedi **Par. 3.3** – sezione S2).

S6 (D.I.A. 13/2006) – Realizzazione di un edificio unifamiliare in Via Galimberti

Argomento: caratterizzazione geologico-tecnica del terreno mediante scavi esplorativi aperti con pala meccanica

Interpretazione stratigrafica: i primi 2 m sono caratterizzati dalla presenza di terreno di coltura limoso argilloso con rari ciottoli di color marrone scuro; al di sotto, fino a 300 cm di profondità, è presente limo sabbioso con ghiaia e ciottoli variamente alterati di color marrone nocciola; il materiale si presenta addensato (vedi **Par. 3.3** – sezione S6).

S7 (P.E. 59/2005) – Relazione di fattibilità geologica inerente alla realizzazione di un edificio trifamiliare di civile abitazione sito in lottizzazione “Vigna” in Via Galimberti

Argomento: caratterizzazione geologico-tecnica del terreno mediante scavi esplorativi aperti con pala meccanica

Interpretazione stratigrafica: al di sotto di circa 1 m di terreno di riporto si individua un primo livello (da 100 a 120 cm da p.c.) costituito da sabbia fine e un secondo livello (da 120 a 250 cm da p.c.) costituito da limo sabbioso con ghiaia e ciottoli variamente alterati (vedi **Par. 3.3** – sezione S7).

S8 (P.d.C. 01/2006) – Realizzazione di un edificio bifamiliare in Via Galimberti

Argomento: caratterizzazione geologico-tecnica del terreno mediante scavi esplorativi aperti con pala meccanica

Interpretazione stratigrafica: limo sabbioso addensato con ghiaia e ciottoli variamente alterati, di color marrone nocciola (vedi **Par. 3.3** – sezione S8).

Idrogeologia: è stata rilevata la presenza di acqua sul fondo dello scavo.

S9 (D.I.A. 14/2006) – Realizzazione di un edificio bifamiliare in Via Galimberti

Argomento: caratterizzazione geologico-tecnica del terreno mediante scavi esplorativi aperti con pala meccanica

Interpretazione stratigrafica: fino a 50 cm da p.c. è stato rinvenuto terreno di riporto; al di sotto è presente fino a 170 cm da p.c. limo argilloso sabbioso con rari ciottoli di color marrone scuro, mentre da 170 a 280 cm da p.c. è presente sabbia limosa con ghiaia e ciottoli variamente alterati, natura, color marrone nocciola, discretamente addensata (vedi **Par. 3.3** – sezione S9).

6.3 Caratteri Pedologici

La definizione dei suoli del territorio comunale di Lurago Marinone è stata desunta dalla pubblicazione ERSAL progetto CARTA PEDOLOGICA: *I suoli del Parco Pineta di Appiano Gentile-Tradate e aree limitrofe* (1988), testo a cui si rimanda per descrizioni più approfondite.

I caratteri pedologici ritenuti salienti ai fini progettuali sono invece descritti nella tabella seguente che raggruppa i suoli riconosciuti nell'ambito delle aree litologiche omogenee sopra classificate.

Ciascun suolo è contrassegnato dalla sigla del catalogo regionale dei suoli, classificato secondo la tassonomia USDA (1975) e descritto.

Zona	Sigla	Ordine	Classificazione	Descrizione
Gh1	CFO 1 CRC 1 COR 1 ROA 1	Ultisuoli	Typic Fragiudultus, coarse-silty, mixed, mesic; Typic Fragiudultus, fine-silty mixed, mesic; Glossic Fragiudultus, fine-silty, mixed, mesic	Gruppo indifferenziato di suoli da moderatamente profondi a profondi su fragipan; scheletro assente; tessitura da media a moderatamente fine; reazione acida; saturazione molto bassa; drenaggio mediocre
	CAR 1	Ultisuoli	Typic Frangiudultus, fine silty, mixed, mesic	Suoli da sottili a moderatamente profondi su frangipan, scheletro assente; tessitura da moderatamente grossolana a media in superficie, reazione acida in superficie, subacida in profondità; saturazione molto bassa, drenaggio lento.
	BAR 1	Ultisuoli	Typic Hapludults, clayey-skeletal, mixed, mesic	Suoli da moderatamente a molto profondi su substrato ciottoloso alterato, scheletro assente; tessitura media in superficie, fine in profondità; reazione molto acida in superficie, acida in profondità; saturazione molto bassa; drenaggio mediocre.

Zona	Sigla	Ordine	Classificazione	Descrizione
Gh1	LEC1	Ultisuoli	Typic Haplohumults, loamy-skeletal, mixed, mesic	Gruppo indifferenziato di suoli da moderatamente a molto profondi su frangipan; scheletro assente in superficie, da assente a comune in profondità; tessitura media in superficie, da media a moderatamente fine in profondità; reazione da acida a subacida in superficie, subacida in profondità; saturazione molto bassa in superficie, da bassa a media in profondità; drenaggio mediocre
	SAG 1 ERM 1	Alfisuoli	Typic Fragiudalfs, fine-silty, mixed, mesic	Consociazione di suoli da moderatamente a molto profondi su substrato ciottoloso; scheletro da assente ad abbondante in superficie, da comune ad abbondante in profondità; tessitura media in superficie, da media a moderatamente fine in profondità; reazione acida in superficie, subacida in profondità; saturazione molto bassa; drenaggio buono. A grande profondità (150-270 cm) scheletro abbondante, tessitura media, reazione neutra, saturazione molto bassa.
Gh2	SOM1 SCH 1 FIA 1	Ultisuoli	Typic Hapludults, fine loamy, mixed, mesic; Typic Hapludults, fine-silty, mixed, mesic; Humic Hapludults, fine-silty, mixed, mesic	Suoli da profondi a molto profondi su substrato ciottoloso sciolto; scheletro da assente a comune; tessitura media in superficie, da media a moderatamente fine in profondità; relazione da acida a sub-acida in superficie, sub-acida in profondità; saturazione da bassa a molto bassa; drenaggio buono. A grande profondità (150-340 cm) scheletro frequente, tessitura moderatamente fine, reazione sub-acida, saturazione molto bassa.
	VAI 2	Ultisuoli	Typic Haplohumults	Consociazione di suoli molto profondi su substrato ciottoloso sciolto; scheletro assente, tessitura media; reazione acida in superficie, sub-acida in profondità; saturazione molto bassa; drenaggio buono. A grande profondità (150-220 cm) scheletro da assente a comune, tessitura media.

Zona	Sigla	Ordine	Classificazione	Descrizione
Gh3	LAC 1	Inceptisuoli	Fluventic Dystrochrepts, coarse-loamy, mixed, mesic	Gruppo indifferenziato di suoli da molto sottili a molto profondi su substrato ciottoloso; scheletro scarso; tessitura da media a moderatamente grossolana; reazione molto acida in superficie, acida in profondità; saturazione molto bassa; drenaggio buono. A grande profondità (150-205 cm) scheletro da comune a frequente, tessitura da media a moderatamente grossolana, reazione acida, saturazione molto bassa.
	PRE 1	Ultisuoli	Typic Halohumults, fine-silty, mixed, mesic	Suoli molto profondi su substrato ciottoloso; scheletro da assente a comune; tessitura media; reazione acida in superficie, da acida a subacida in profondità; saturazione molto bassa; drenaggio buono. A grande profondità (150-230 cm) scheletro abbondante, tessitura media, reazione subacida; saturazione molto bassa.
GL	VFO 1 FOS 1	Inceptisuoli	Typic Dystrochrepts, coarse-loamy, mixed, mesic; Fluventic Dystrochrepts, coarse-loamy, mixed, mesic	Suoli da moderatamente a molto profondi su substrato ciottoloso sciolto; scheletro da assente a comune; tessitura da grossolana a moderatamente fine; reazione molto acida in superficie, acida in profondità; saturazione molto bassa; drenaggio buono.
	VFO 2	Inceptisuoli	Typic Dystrochrepts, coarse-loamy, mixed, mesic	Consociazione di suoli da profondi a molto profondi su substrato ciottoloso; scheletro da scarso a comune; tessitura media; reazione molto acida in superficie, acida in profondità; saturazione molto bassa; drenaggio buono
	CDM 1	Inceptisuoli	Typic Humaquepts, coarse-loamy, mixed, mesic	Consociazione di suoli da sottili a profondi su gley; scheletro da assente a frequente; tessitura media; reazione acida in superficie da acida a subacida in profondità; saturazione generalmente molto bassa; drenaggio da mediocre a lento.
	LUF 1	Ultisuoli	Fragic Haplohumults, fine-silty, mixed, mesic	Consociazione di suoli da profondi a molto profondi su frangipan; scheletro assente; tessitura media in superficie, moderatamente fine in profondità; reazione acida; saturazione molto bassa; drenaggio mediocre

Zona	Sigla	Ordine	Classificazione	Descrizione
GL	VST 2	Ultisuoli	Typic Haplohumults	Consociazione di suoli molto profondi su substrato sabbioso; scheletro assente; tessitura media in superficie, moderatamente grossolana in profondità; reazione acida in superficie, subacida in profondità; saturazione molto bassa; drenaggio buono.
	SCO 1	Ultisuoli	Typic Hapludultus, loamy-skeletal, mixed, mesic	Suoli da profondi a molto profondi su substrato ciottoloso sciolto; scheletro da assente a comune in superficie, da assente a frequente in profondità, tessitura da grossolana a moderatamente fine in superficie, da media a moderatamente fine in profondità; reazione acida; saturazione molto bassa; drenaggio buono. A grande profondità (150-200 cm) scheletro molto abbondante, tessitura moderatamente fine, reazione subacida, saturazione molto bassa.
GS		Inceptisuoli		Suoli sottili di colore bruno scuro con tessitura media e scheletro scarso e piccolo, drenaggio buono

Dalla tabella si osserva che i suoli riconosciuti nel territorio di Lurago Marinone appartengono ai tre ordini: INCEPTISUOLI (suoli moderatamente evoluti), ALFISUOLI (suoli evoluti) e ULTISUOLI (suoli molto evoluti).

7. ANALISI DEL RISCHIO SISMICO

7.1 *Aspetti normativi e metodologici*

Con la pubblicazione sul B.U.R.L. del 12 giugno 2008, 2° supplemento straordinario, della D.G.R. 28 maggio 2008 n. 8/7374, la Regione Lombardia ha aggiornato le linee guida e le procedure operative per la valutazione degli effetti sismici di sito a cui uniformarsi nella definizione del rischio sismico locale, già definiti nella precedente D.G.R. 8/1566/05.

Nel caso specifico, nell'ambito dei tre livelli di approfondimento previsti dalla suddetta normativa e tenuto conto:

- della classificazione del territorio comunale di Rancio Valcuvia in Zona Sismica 4 ai sensi della OPCM 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 s.m.i.;
- della D.G.R. 7 novembre 2003 n. 7/14964 *Disposizioni preliminari per l'attuazione della OPCM n. 3274 del 20/03/2003*;
- del D.M. 14 gennaio 2008 *Norme tecniche per le costruzioni*,

l'analisi del rischio sismico è stata condotta adottando la **procedura di I livello** che, a partire dalle informazioni territoriali di base disponibili, consente di individuare le zone caratterizzate da specifici scenari di pericolosità sismica locale (PSL).

La procedura di I livello rappresenta il riferimento per l'applicazione dei successivi livelli di approfondimento nell'ambito degli scenari qualitativi suscettibili di amplificazione, per la caratterizzazione semi-quantitativa (II livello) o quantitativa (III livello) degli effetti di amplificazione sismica attesi.

Il livello III è obbligatorio nel caso in cui si stia progettando costruzioni il cui uso prevede affollamenti significativi, industrie con attività pericolose per l'ambiente, reti viarie e ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza e le costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, sociali essenziali. Tali edifici sono definiti nel 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'O.P.C.M. n. 3274 del 20 marzo 2003, in attuazione della D.G.R. n. 14964 del 7 novembre 2003".

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. n. 8/7374/08, riportata di seguito:

Sigla	SCENARIO PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE	EFFETTI
Z1a	Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi	Instabilità
Z1b	Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti	
Z1c	Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana	
Z2	Zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti (riporti poco addensati, terreni granulari fini con falda superficiale)	Cedimenti e/o liquefazioni
Z3a	Zona di ciglio $H > 10$ m (scarpata con parete subverticale, 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 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 i dati geologici e geotecnici acquisiti nell'ambito dello studio e descritti nei capitoli precedenti.

7.2 Analisi sismica di base del territorio comunale

Il D.M. 14/01/2008, ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto per gli interventi edificatori prevede una classificazione del suolo di fondazione, ovvero del terreno compreso tra il piano di imposta delle fondazioni degli edifici ed un substrato rigido di riferimento (bedrock sismico), nelle seguenti categorie:

- A.** *Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi* caratterizzati da valori di V_{s30} superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
- B.** *Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti* con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche

con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).

- C.** *Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti* con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
- D.** *Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti*, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
- E.** Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

Tale classificazione si basa sulla specifica caratterizzazione del suolo di fondazione secondo la stima dei valori della velocità media delle onde sismiche di taglio V_s , ovvero del numero di colpi N_{SPT} ottenuti mediante prova penetrometrica dinamica e, nel caso di terreni coesivi, della coesione non drenata C_u .

Inoltre risulta determinante la valutazione della profondità del bedrock sismico inteso come il livello in cui le velocità di propagazione delle onde di taglio raggiungono valori pari o superiori a 800 m/s.

Tenuto conto della classificazione sopra citata, in **Tav. 6** è stata pertanto descritta la classificazione sismica di base estesa all'intero territorio comunale di Lurago Marinone, suddividendo con apposito segno grafico cinque aree omogenee con peculiari caratteristiche litologico stratigrafiche.

L'analisi è stata condotta sulla base sia delle conoscenze geologiche e geomorfologiche del territorio, sia dei valori di resistenza delle prove penetrometriche dinamiche disponibili (**Par. 6.2** della presente relazione).

Ove possibile questi dati sono stati integrati con le informazioni desunte dalle descrizioni stratigrafiche dei pozzi per acqua sino a circa 30 m di profondità (**All. 3**).

Inoltre, al fine di definire con maggior precisione il valore medio delle velocità delle onde di taglio nei primi 30 metri di terreno nelle aree di maggior interesse urbanistico, sono state effettuate due analisi dei microtremori (ReMi) per il

calcolo delle Vs30 e relativa classificazione del suolo di fondazione secondo quanto riportato nel D.M. 14/01/2008. I risultati di tali analisi sono riportati nel paragrafo **7.2.1**.

In base a quanto rilevato nel territorio comunale, sono state individuate le seguenti aree con caratteristiche omogenee:

- DFg1 Depositi fluvioglaciali costituiti da ghiaie grossolane massive o grossolanamente stratificate, ricoperte da sequenze sommitali fini (*loess*) spesse 1-3 metri – *suolo di tipo B*;
- DFg2 Depositi fluvioglaciali costituiti da ghiaia stratificata, discretamente selezionata, a supporto di matrice e limo sabbioso in lenti – *suolo di tipo B*;
- DFg3 Depositi fluvioglaciali costituiti da ghiaie stratificate a supporto di clasti o a supporto di matrice con profilo di alterazione poco evoluto, di spessore compreso tra 2.5 m e 4.5 m. È presente una copertura loessica discontinua – *suolo di tipo C*;
- DVe Depositi di versante colluviati – *suolo di tipo D*.
- DFI Depositi fluviali con profilo di alterazione assente e suolo poco sviluppato, di spessore inferiore al metro, costituiti da ghiaie a supporto di matrice, non alterate, e da ghiaie fini con sabbia grossolana a supporto di clasti – *suoli di tipo D*.

7.2.1 ANALISI DEI MICROTREMORI (ReMi)

Nelle aree di maggior interesse urbanistico, a titolo di approfondimento rispetto all'analisi di 1° livello, sono state effettuate due misurazioni insito dei microtremori (ReMi), al fine di definire il valore medio delle velocità delle onde di taglio nei primi 30 metri di terreno e classificare i terreni in ottemperanza al D.M. 14/01/2008.

L'ubicazione degli stendimenti è individuabile nelle figure seguenti ed è stata riportata in dettaglio in **Tav. 6**.



Inquadramento territoriale generale da foto satellitare con ubicazione degli stendimenti; *sopra*: stendimento ReMi1 (settore occidentale); *sotto*: stendimento ReMi2 (settore orientale)

7.2.1.1 Descrizione del metodo, strumentazione e criteri di acquisizione

La determinazione delle Vs30 risulta fondamentale per la definizione dei suoli secondo l'inquadramento della nuova normativa tecnica in materia di progettazione antisismica.

Per tale valutazione, oltre alla sismica in foro (downhole e crosshole) ed alla sismica di superficie (rifrazione e riflessione ad onde S), metodi alternativi di modellazione del sottosuolo basati sull'analisi delle onde superficiali (Rayleigh) hanno assunto importanza progressivamente crescente negli ultimi anni.

Tra le varie tecniche disponibili, l'analisi dei microtremori (**ReMi**) risulta essere particolarmente soddisfacente, sia dal punto di vista dei risultati che dal punto di vista economico, essendo realizzabile con procedure operative molto simili a quelle impiegate per la sismica di superficie convenzionale.

Nel caso specifico tuttavia i tempi di registrazione dei files sismici devono essere necessariamente più lunghi, generalmente non inferiori ai 15 secondi.

Le geometrie e la strumentazione di acquisizione devono essere in grado di fornire informazioni sulle onde di superficie internamente ad una banda di frequenza che va dai 2 ai 40 Hz circa.

L'elaborazione del segnale consiste nel trasformare le registrazioni effettuate in spettri bidimensionali "slowness-frequency" che consentono la valutazione delle velocità di fase pertinenti a ciascuna singola componente in frequenza dei treni d'onda che si propagano in superficie.

Questi spettri consentono, attraverso un picking manuale, la definizione di una curva di dispersione caratteristica del moto sismico in superficie che è strettamente correlato alla distribuzione delle onde S con la profondità.

L'inversione di questa curva consente di ottenere una ricostruzione dell'andamento delle onde S da cui risulta poi essere agevole arrivare alla determinazione delle Vs30.

Il software con cui verrà realizzata questo tipo di elaborazione è **ReMi®**, prodotto dalla Optim LLC (Reno, Nevada, USA).

Per l'acquisizione sismica è stato impiegato un sismografo a 24 canali, denominato SMARTSEIS (vedi foto seguente), facente parte della gamma dei prodotti Geometrics; questo strumento è dotato di un convertitore analogico-digitale a 16 bit (15+1) e di un amplificatore analogico digitale (24 dB) che determinano un dynamic range (120 dB), in grado di riprodurre in modo molto accurato il segnale sismico.



I sensori disposti sul terreno sono geofoni (Mark Products) caratterizzati da una frequenza di smorzamento di 14 Hz (vedi foto sotto). Vengono adottate semplici geometrie di acquisizione, esse prevedono l'allineamento di n. 24 geofoni con spaziatura costante pari a 2 metri.



7.2.1.2 Elaborazione dati ReMi

I dati, acquisiti in formato SEG-2, sono stati trasferiti su PC e convertiti in un formato compatibile (SEGY) con il software **ReMi**® impiegato per l'elaborazione (vedi figure a pagina seguente).

Ciascuna delle registrazioni effettuate, è stata convertita in uno spettro *frequency-slowness*, sul quale è stata interpretata la curva di dispersione relativa alle componenti in frequenza dei tremori a cui è sottoposto il sottosuolo sul sito in esame.

L'inversione della curva di dispersione, ha consentito la valutazione dell'andamento delle Vs fino a circa 70 metri di profondità (vedi figure a pag. 53 e 54).

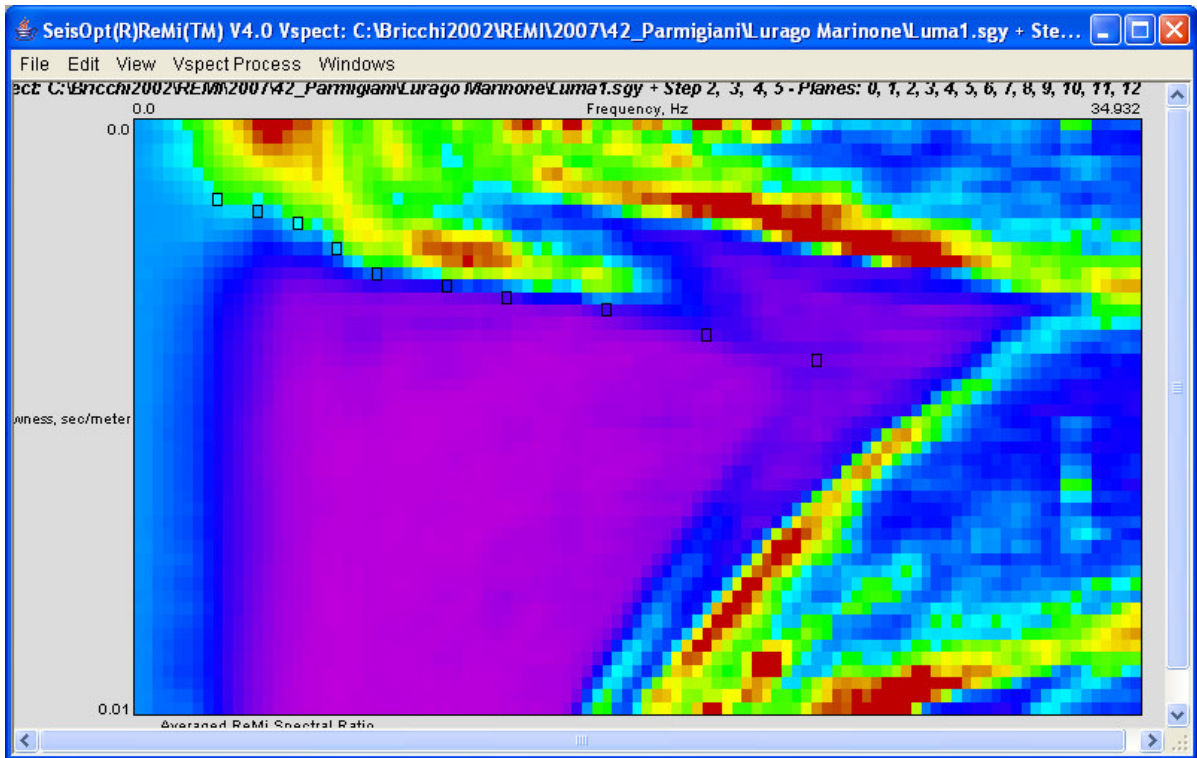
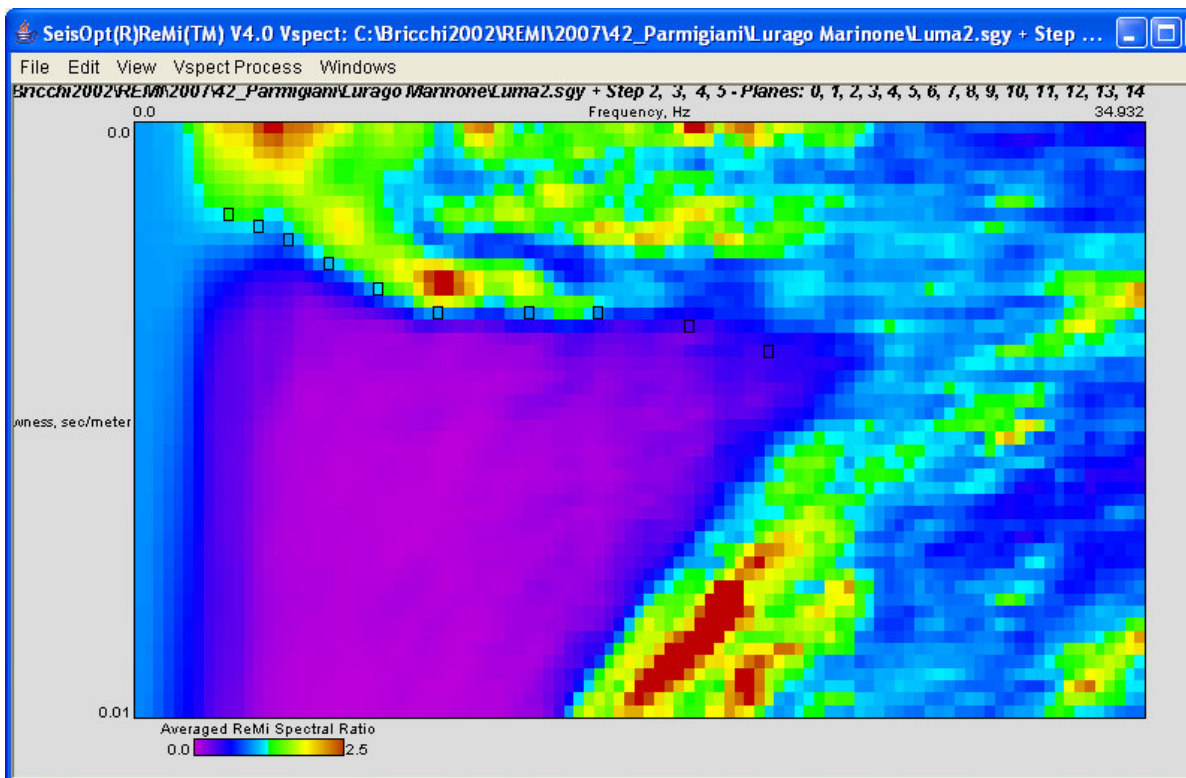
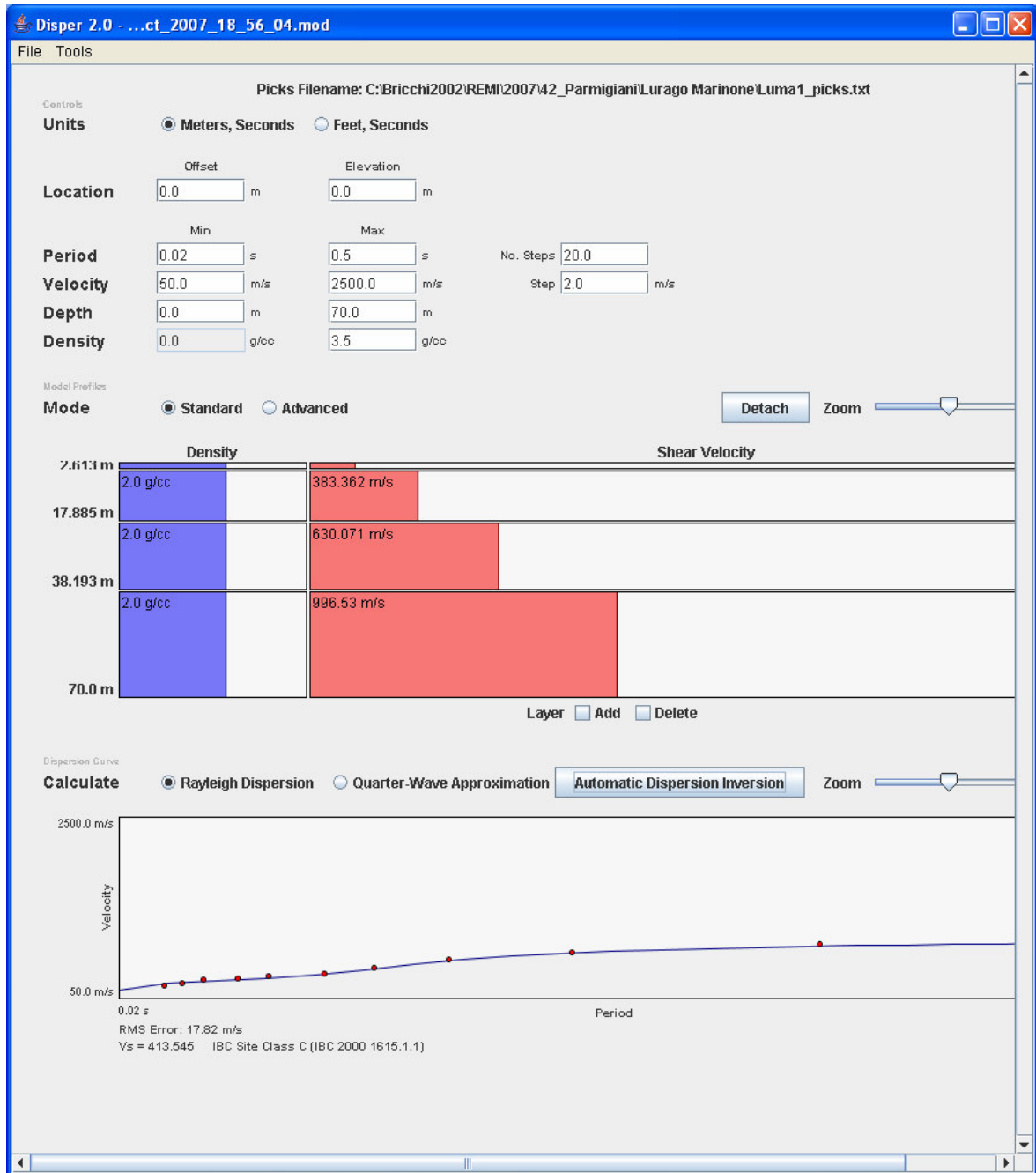
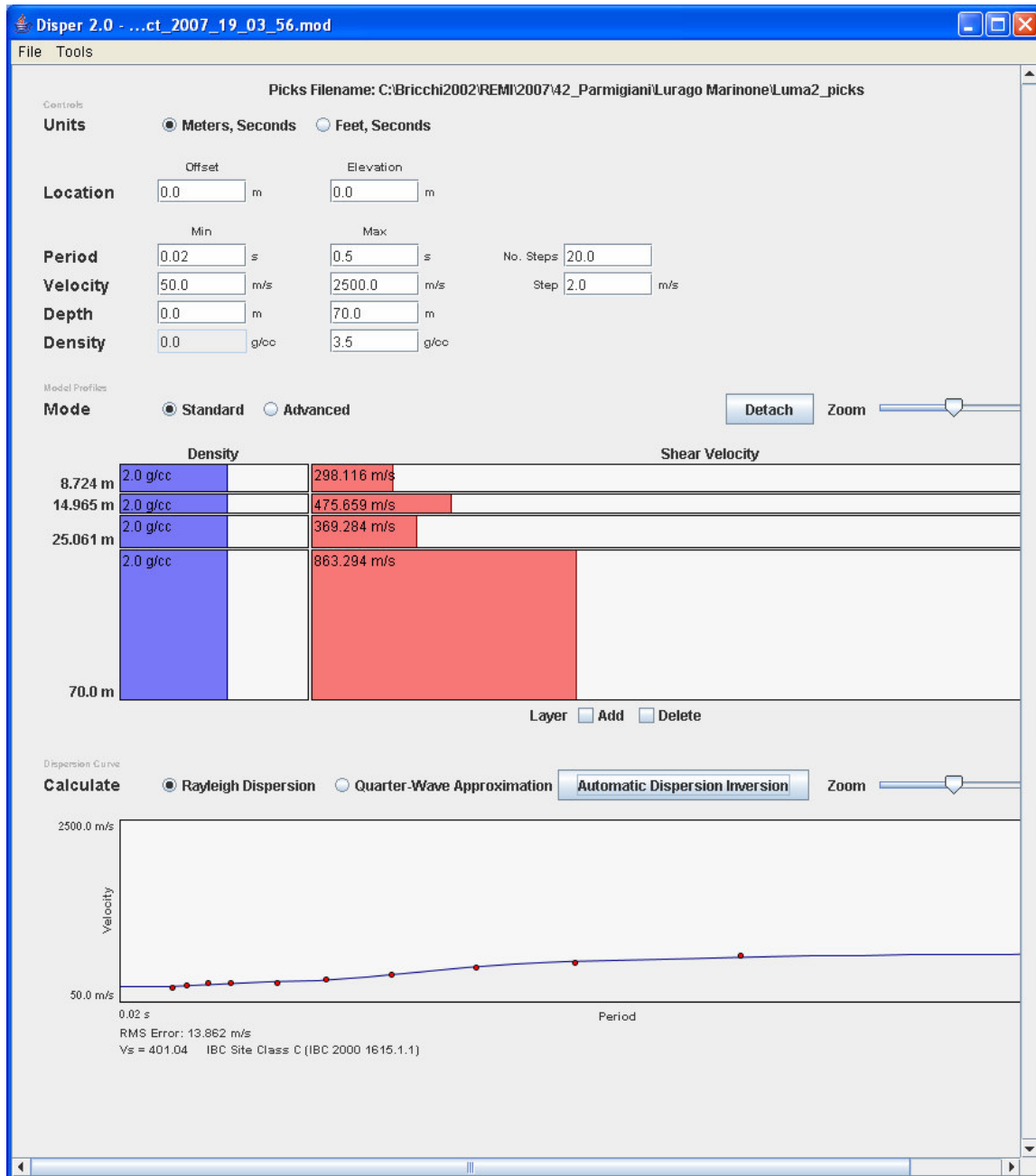


Grafico illustrante i risultati emersi dall'elaborazione dei microtremori (con picking dei segnali), sopra: stendimento ReMi1 (settore occidentale); sotto: stendimento ReMi 2 (settore orientale)





Grafici illustranti i risultati dell'inversione della curva di dispersione stimata: stendimento ReMi1 (settore occidentale)



Grafici illustranti i risultati dell'inversione della curva di dispersione stimata: stendimento ReMi2 (settore orientale)

7.2.1.3 Calcolo delle Vs30

Per il calcolo delle Vs30, sulla base dei dati ricavati dalle indagini dei microtremori (**ReMi**), verrà impiegata la formula riportata nel D.M. 14/01/2008 “Norme Tecniche per le Costruzioni” così di seguito enunciata:

$$V_{S30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}}$$

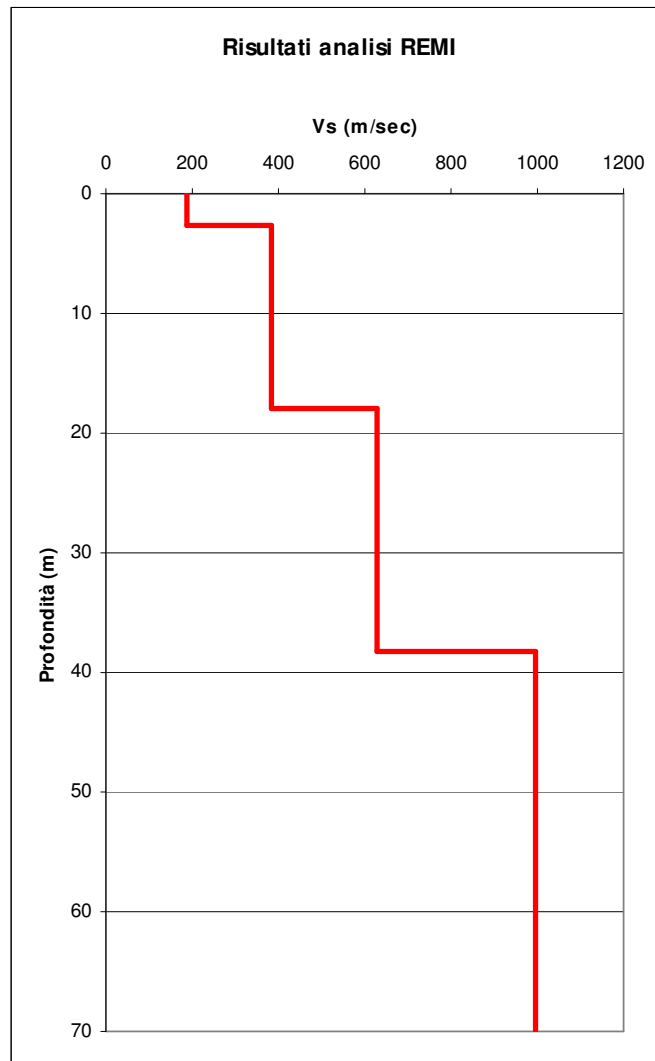
dove:

h_i e V_i indicano rispettivamente lo spessore in metri e la velocità delle onde di taglio (m/s) (per deformazioni di taglio $\gamma < 10^{-6}$) dello strato i-esimo per un totale di N strati presenti nei 30 metri superiori.

Pertanto per gli stendimenti ReMi 1 e ReMi 2 si ricava:

$$\text{ReMi 1: } V_{S30} = 411 \text{ m/sec}$$

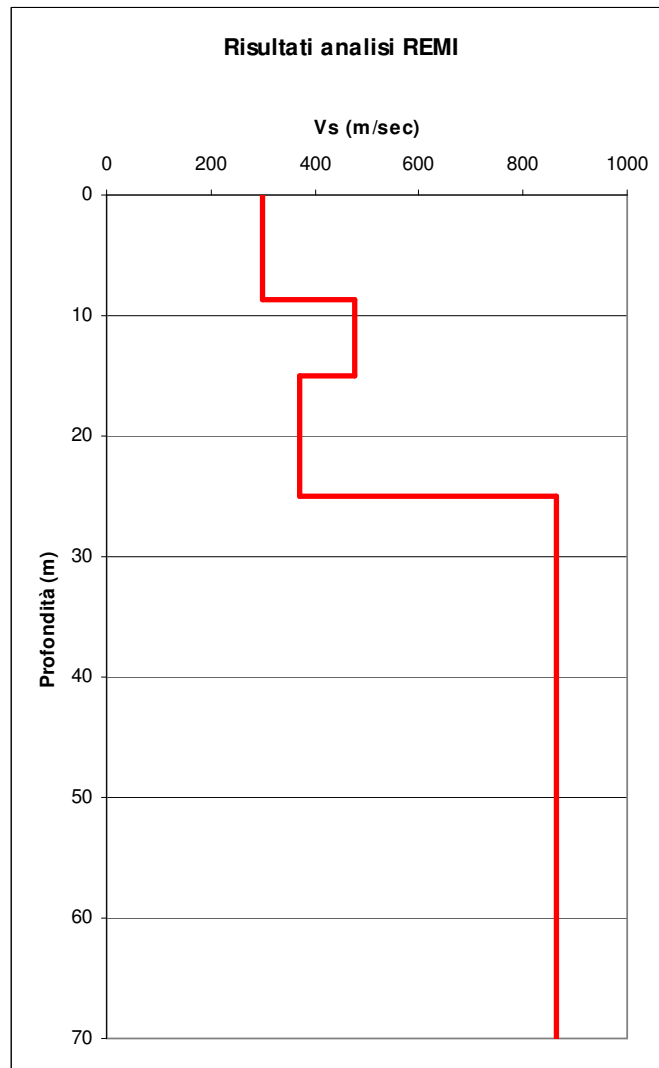
$$\text{ReMi 2: } V_{S30} = 398 \text{ m/sec}$$



ReMi 1		
Strato (n)	Spessore (m)	Velocità (m/s)
1	2,61	188
2	15,27	383
3	20,31	630
4	31,81	997

ReMi 1:

$V_{s_{30}} = 411 \text{ m/sec}$



ReMi 2		
Strato	Spessore	Velocità
(n)	(m)	(m/s)
1	8,72	298
2	6,24	476
3	10,10	369
4	44,94	863

ReMi 2:

$V_{s30} = 398 \text{ m/sec}$

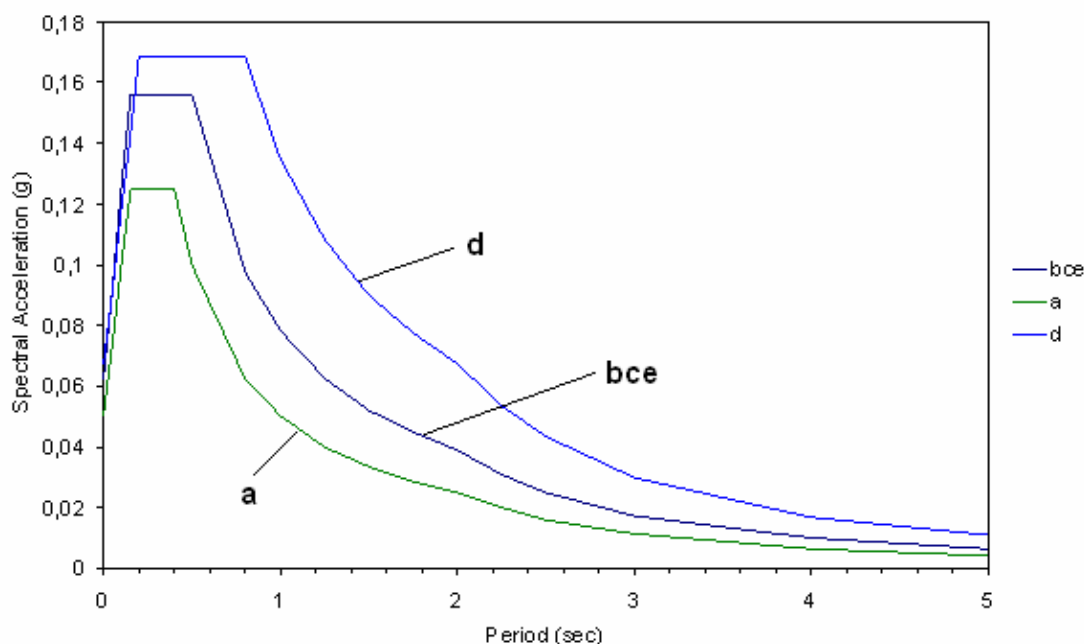
7.2.1.4 Risultati emersi dall'indagine geofisica (ReMi 1 e 2)

Come alla macrozonazione sismica della Regione Lombardia, indicata nella D.G.R. 14964 del 07/11/2003, il comune di Lurago Marinone ricade nella **Zona 4, definita come zona a "sismicità bassa" (S=6 secondo la precedente Normativa).**

L'accelerazione massima alla base, per il sito di interesse, raggiunge valori di **PGA** sempre minori dello **0,05 g**.

Si ricorda inoltre che, come già specificato, la normativa prevede quattro zone di sismicità, caratterizzate da diverse accelerazioni riferite al suolo rigido (*bedrock*).

Spettri di Risposta ZONA 4



Spettri di risposta, relativi alla Zona 4, del suolo secondo la Normativa Sismica Ordinanza Ministeriale 3274 Marzo 2003 recepita dal Decreto Ministeriale del 14 settembre 2005

Gli spettri indicati nei vari colori nella figura precedente corrispondono a quelli proposti dal Decreto, dove la **Zona 4** è rappresentata da un'**accelerazione massima al bedrock di 0.05 g**.

Con riferimento a quanto riportato nel Decreto Ministeriale del 14 settembre 2005 recante "Norme Tecniche per le Costruzioni", che recepisce sostanzialmente quanto già riportato nell'Ordinanza 3274 del 20/03/2003 e successive modifiche, ai fini della definizione della azione sismica di progetto,

viene prevista la suddivisione del suolo di fondazione in cinque categorie di terreno, caratterizzate da diversi intervalli di Vs30 (vedi descrizione al **Par. 7.2**).

In relazione a questi tipi di suolo, il sopra citato Decreto prevede la definizione di spettri di risposta elastici, e quindi indipendenti dal livello di sismicità, da moltiplicare per il valore massimo di accelerazione che caratterizza il sito.

Tali spettri sono definiti per il suolo di tipo **A**, per quello di tipo **D**, mentre un medesimo spettro rappresenta le categorie **B**, **C** ed **E**.

In base alla classificazione del D.M. 14/01/08, le indagini geofisiche eseguite (microtremori – **ReMi**) hanno permesso di definire che:

- per il **ReMi 1** il suolo di fondazione presente nel sito è di tipo “**B**” con **Vs30 di 411 m/s**;
- per il **ReMi 2** il suolo di fondazione presente nel sito è di tipo “**B**” con **Vs30 di 398 m/s**.

7.3 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 amplificazioni dello spettro di risposta elastica.

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

Z3 – Zone con potenziali effetti di amplificazione topografica

Nell'ambito di tale classe sono state inserite le zone che delimitano le scarpate di origine naturale che bordano le valli dei principali corsi d'acqua (T. Vaiadiga e T. Antiga) nel settore occidentale del territorio comunale.

L'ubicazione degli aree interessate a fenomeni di amplificazione sismica in prossimità di scarpate è stata definita in base ai parametri riportati nelle apposite schede di valutazione dell'Allegato 5 alla D.G.R. n. 8/7374/08 (vedi profili topografici esemplificativi riportati in **Tav. 6**).

Z3a – Zona di ciglio $H > 10$ m (scarpata con parete subverticale, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo o di natura antropica)

Sono state considerate scarpate solo quelle situazioni che presentano:

- un pendio con inclinazione maggiore o pari a 10° e un dislivello minimo di 10 m;
- un fronte superiore di estensione paragonabile al dislivello altimetrico massimo (H) o comunque non inferiore ai 15 – 20 m;
- un fronte superiore con inclinazione (β) inferiore o uguale ad un quinto dell'inclinazione (α) del fronte principale (per $\beta > 1/5\alpha$ la situazione è da considerarsi pendio);
- il dislivello altimetrico minimo (h) minore ad un terzo del dislivello altimetrico massimo (H), nel caso di scarpata in contropendenza (per $h > 1/3H$ la situazione è da considerarsi una cresta appuntita).

L'estensione dell'area di influenza delle linee di scarpata è stata determinata in funzione dell'altezza della scarpata in accordo alle indicazioni di cui all'Allegato 5 alla D.G.R. n. 8/7374/08, basate su considerazioni relative alla modalità di propagazione delle onde di taglio nel sottosuolo, come riportato nella seguente tabella:

Classe altimetrica	Classe di inclinazione	Area di influenza
$10 \text{ m} \leq H \leq 20 \text{ m}$	$10^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$	$A_i = H$
$20 \text{ m} < H \leq 40 \text{ m}$	$10^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$	$A_i = 3/4 H$
$H > 40 \text{ m}$	$10^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$	$A_i = 2/3 H$

In tali zone, estese fino alla base del pendio sotteso al ciglio di scarpata, 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.

Z4 – Zone con potenziali effetti di amplificazione litologica

Z4c – Zona con depositi fluvioglaciali antichi con caratteri litologici e geomorfologici che la rendono equiparabile a “zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (compresi le coltri loessiche)”

Nell'ambito di tale classe è stato inserito tutto il pianalto ferrettizzato che costituisce il settore occidentale del territorio comunale e tutto il settore orientale più rilevato, a confine con Fenegrò.

Le conoscenze acquisite (vedi **Par. 3.2** e **Par. 6.1**) hanno evidenziato per le suddette zone la presenza di depositi fluvioglaciali antichi, molto alterati costituiti da terreni granulari in abbondante matrice limoso argillosa e da coperture loessiche, caratterizzati da velocità medie di propagazione delle onde di taglio comprese tra 300 e 450 m/s.

Per le caratteristiche litologiche sopra descritte e per i caratteri geomorfologici enfatizzati dalle spiccate incisioni torrentizie, tali depositi sono stati assimilati ai depositi morenici di cui alla tabella 1 dell'Allegato 5 della D.G.R. 8/7374/08

Al di sotto dei suddetti terreni, l'analisi delle stratigrafie dei pozzi per acqua presenti nella zona e i risultati della ReMi evidenziano la presenza discontinua di un substrato conglomeratico caratterizzato da velocità medie di propagazione delle onde di taglio superiori a 800 m/s (850 – 1000 m/s), posto a profondità variabili tra 25 e 35 m da p.c., quindi definibile come bedrock sismico.

Tale situazione litostratigrafica pone le condizioni per l'innescò di significativi fenomeni di amplificazione del segnale sismico atteso in superficie, connessi al marcato contrasto di rigidità dei mezzi a contatto.

Si precisa che all'ambito costituito dalle aree omogenee DFg2, DFg3 e DF1 della **Tav. 6**, appartenenti a contesto di "pianura alluvionale" con sedimenti granulari, non è stato associato lo scenario di pericolosità sismica locale Z4a in quanto non è stata rilevata la presenza di bedrock sismico a profondità inferiori a 30 m da piano campagna, condizione quest'ultima necessaria al possibile innescò di effetti di amplificazione sismica in luogo dello smorzamento tipico delle spesse coltri alluvionali.

Analogamente alle aree omogenee DVe della **Tav. 6**, costituite da depositi di versante colluviati, non è stato associato lo scenario di pericolosità sismica locale Z2, in quanto sono presenti in spessori esigui che non condizionano la più generale classificazione operata in zona Z4c.

7.4 Analisi di livello II per edifici ed opere infrastrutturali strategici e rilevanti (elenco tipologico D.D.U.O. 21/11/2003 n. 19904)

L'analisi di livello II fornisce la stima quantitativa della risposta sismica dei terreni in termini di Fattore di amplificazione (Fa) e si applica a tutti gli scenari qualitativi suscettibili di amplificazioni sismiche morfologiche e litologiche individuati precedentemente.

In base alla D.G.R. 8/7374/08, per i Comuni ricadenti in Zona sismica 4, come Lurago Marinone, l'analisi di livello II è obbligatoria in fase di pianificazione solo per gli edifici strategici e rilevanti di nuova previsione, compresi nell'elenco tipologico del D.D.U.O. n. 19904/03.

In base alle previsioni di piano, nel territorio comunale di Lurago Marinone è prevista la realizzazione di una piscina intercomunale, localizzata in prossimità della zona industriale, e di un centro sportivo, localizzato nel settore centro – orientale del territorio comunale (vedi ubicazione su **Tav. 6**). Entrambi potrebbero rientrare nella definizione di “opere rilevanti” in base al suddetto elenco tipologico.

L'analisi di livello II è stata applicata unicamente per l'area del centro sportivo, in quanto compresa nella zona di PSL Z4c, suscettibile di amplificazioni litologiche. Viceversa l'area della piscina si colloca in una zona priva di amplificazione sismica significativa e pertanto non classificata a pericolosità sismica locale.

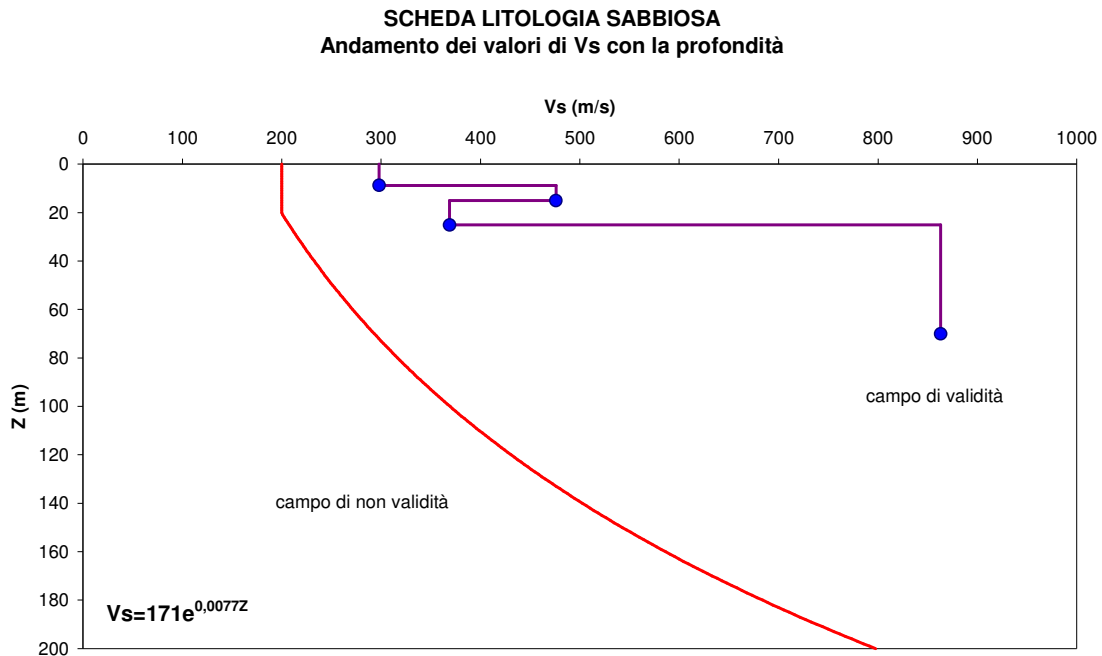
Come già riportato, nell'area di interesse sono presenti depositi fluvioglaciali antichi costituiti da originarie ghiaie poligeniche a supporto di matrice argilloso sabbiosa, limoso argillosa alternate a sabbia limosa e limo sabbioso con clasti sparsi, profondamente alterate per l'intero spessore dell'unità.

In base alla litologia prevalente in sito, è stata scelta, tra quelle proposte nell'Allegato 5 della D.G.R. 7374/08, la scheda di valutazione per le litologie prevalentemente sabbiose e ne è stata verificata la validità utilizzando i risultati delle indagini geofisiche effettuate (stendimento **ReMi 2, Par. 7.2.1.4**), riassunti nella tabella sottostante:

ReMi 2		
strato	spessore	velocità
(n)	(m)	(m/s)
1	8,72	298
2	6,24	476
3	10,10	369
4	44,94	863

$V_{s30} = 398$ m/sec – categoria di suolo B

Come si può osservare dal grafico seguente, l'andamento dei valori di Vs con la profondità rientra nel campo di validità della scheda scelta.



Utilizzando la matrice della scheda di valutazione, in base allo spessore e alla velocità dello strato superficiale (8,72 m – 298 m/s), per la stima del Fa è stata scelta la curva 2.

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

Le formule di correlazione tra Fa e T per gli intervalli di periodo 0,1-0,5 s e 0,5-1,5 s sono pertanto le seguenti:

Correlazione $Fa_{0.1-0.5s} - T$

$0,03 \leq T \leq 0,45 \quad Fa_{0.1-0.5s} = -8.65T^2 + 5.44T + 0.84$

$0,45 < T \leq 0,80 \quad Fa_{0.1-0.5s} = 0.83 - 0.88 \ln(T)$

$T > 0,80 \quad Fa_{0.1-0.5s} = 1.00$

Correlazione $Fa_{0,5-1,5s} - T$

$$0,08 \leq T < 0,80 \quad Fa_{0,5-1,5s} = -6,11T^3 + 5,79T^2 + 0,44T + 0,93$$

$$0,80 \leq T \leq 1,80 \quad Fa_{0,5-1,5s} = -1,73 - 0,61 \ln(T)$$

T è il periodo proprio del sito, dato dalla seguente equazione:

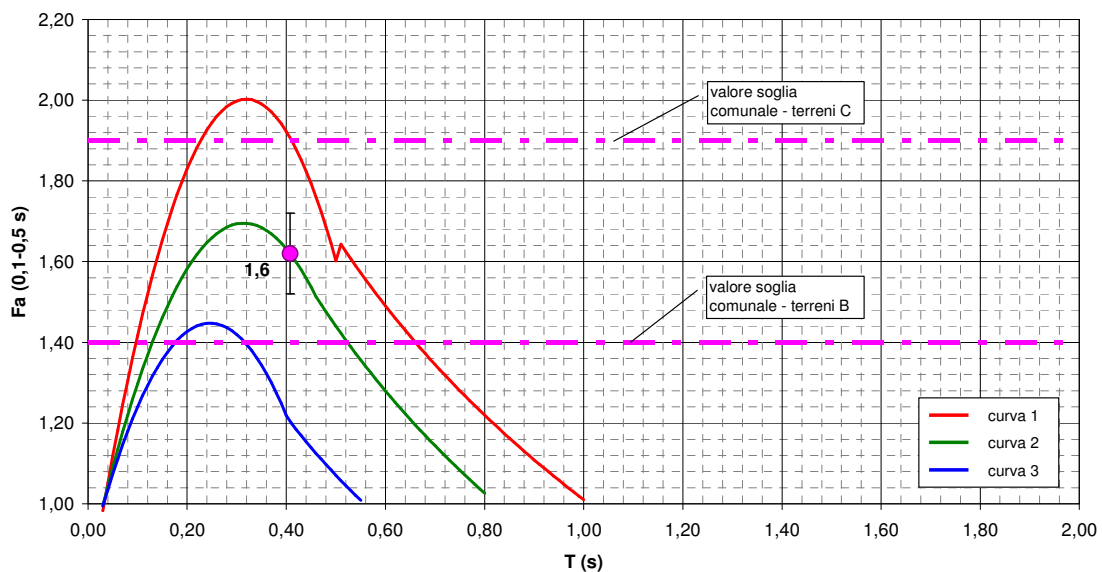
$$T = \frac{4 \cdot \sum_{i=1}^n h_i}{\left(\frac{\sum_{i=1}^n V_{s_i} \cdot h_i}{\sum_{i=1}^n h_i} \right)}$$

dove h_i e V_{s_i} sono lo spessore e la velocità di ogni strato del modello adottato.

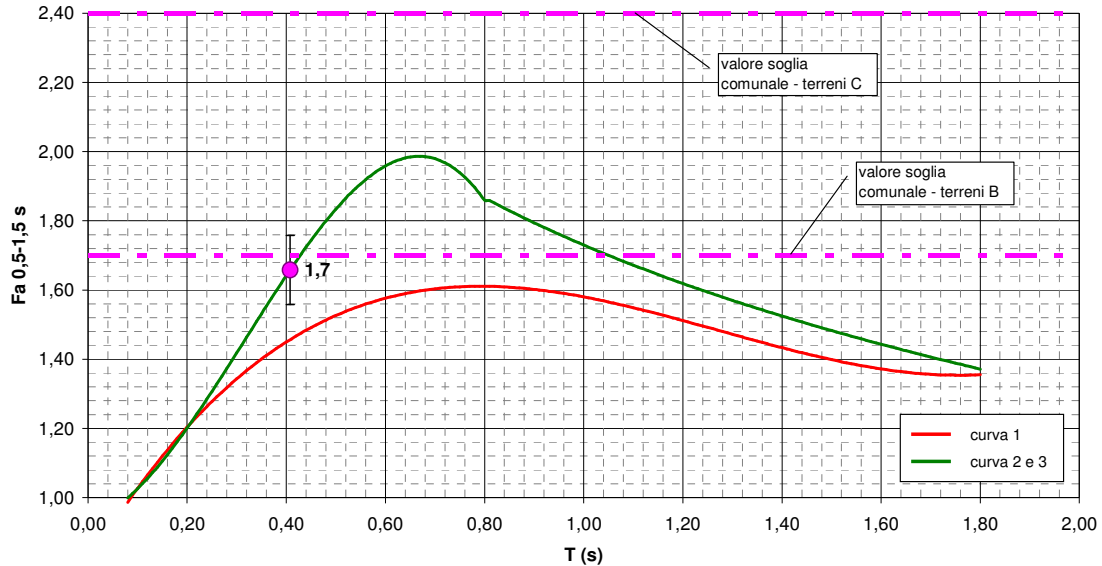
I risultati dell'analisi relativamente al sito in esame sono illustrati nei grafici seguenti e riassunti nella tabella sottostante:

T	Fa	
	0,1-0,5 s	0,5-1,5 s
0,41s	1,6	1,7

SCHEDA LITOLOGIA SABBIOSA
Correlazione T - Fa 0,1-0,5 s



SCHEDA LITOLOGIA SABBIOSA
Correlazione T - Fa 0,5-1,5 s



Entrambi i valori di Fa calcolati risultano maggiori o uguali ai valori soglia comunali (banca dati Regione Lombardia – tabella seguente) per la categoria di terreno in esame (terreni di tipo B).

	B	C	D	E
Fa _{0,1 - 0,5s}	1,4	1,9	2,2	2,0
Fa _{0,5 - 1,5s}	1,7	2,4	4,2	3,1

La normativa nazionale risulta quindi insufficiente a salvaguardare gli effetti di amplificazione sismica locale.

Pertanto, in fase progettuale, per tali opere sarà necessario definire quantitativamente gli effetti di amplificazione sismica attesi mediante approfondimenti di livello III, come da Allegato 5 della D.G.R. 8/7374/08.

FASE DI SINTESI – VALUTAZIONE – PROPOSTA

Tavole

Tav. 7: Sintesi delle conoscenze acquisite – scala 1:5.000

Tav. 8: Carta dei vincoli – scala 1:5.000

Tav. 9: Carta di fattibilità geologica alle azioni di piano – scala 1:5.000

Tav. 10: Carta di fattibilità geologica alle azioni di piano – scala 1:10.000

Tav. 11: Carta di fattibilità geologica alle azioni di piano – aree di maggior interesse urbanistico
– scala 1:2.000

8. QUADRO DEI VINCOLI NORMATIVI VIGENTI SUL TERRITORIO

Il quadro dei vincoli in materia ambientale, geologico, idrogeologico e di difesa del suolo esistenti sul territorio comunale di Lurago Marinone è da riferirsi sia a normative nazionali che a direttive e regolamenti regionali.

Nella *Carta dei vincoli (Tav. 8)* sono rappresentati i limiti degli ambiti territoriali sottoposti a limitazioni d'uso secondo quanto previsto dalla D.G.R. 8/7374/08.

I vincoli geologico – ambientali in vigore sul territorio di Lurago Marinone sono di seguito elencati con particolare riferimento alle specifiche tecniche previste dalla normativa.

8.1 Vincoli derivanti dalle aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile

Il **D.Lgs. 152/2006** definisce le aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile con diverso grado di tutela:

- *Zona di Tutela Assoluta*: è l'area immediatamente adiacente all'opera di captazione (comprende un intorno di 10 m di raggio dal pozzo) recintata e adibita esclusivamente ad opere di presa e a costruzioni di servizio;
- *Zona di Rispetto*: definita con criterio temporale (isocrona corrispondente ad un tempo $t = 60$ gg.), in base alla D.G.R. 15137/96 nelle quali é vietato l'insediamento di attività giudicate incompatibili (centri di pericolo);
- *Zona di Protezione*: definita con criterio temporale in base alla D.G.R. 15137/96 (isocrona corrispondente ad un tempo $t = 180$ gg), che costituisce una zona allargata di particolare attenzione ai fini della tutela delle acque di falda.

In particolare nella Zona di Rispetto, in base all'art. 94 del D.Lgs. 152/06, sono vietati l'insediamento dei seguenti centri di pericolo e lo svolgimento delle seguenti attività:

- a) *la 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) *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.*

Per gli insediamenti o le attività suddette, 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.

Nella direttiva **D.G.R. 10/04/2003 n. 7/12693** sono descritti i criteri e gli indirizzi in merito alla realizzazione di strutture e all'esecuzione di attività ex novo nelle zone di rispetto delle opere di captazione esistenti; in particolare, all'interno dell'All. 1 – punto 3 della detta delibera, sono elencate 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 relative opere di urbanizzazione;
- realizzazione di infrastrutture viarie, ferroviarie ed in genere infrastrutture di servizio;
- pratiche agronomiche e contenuti dei piani di utilizzazione.

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.

- 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.

Per quanto riguarda la realizzazione di opere e infrastrutture di edilizia residenziale e relativa urbanizzazione (punto 3.2), nelle zone di rispetto la delibera dispone:

- 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 [...].

In tali zone, inoltre, non è 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 [...].

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 [...];
- 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.

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 (punto 3.4).

8.2 Vincoli di polizia idraulica

Le attività di "polizia idraulica" (di competenza comunale per quanto concerne il reticolo minore) 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 al fine della moderazione delle piene e di mantenere l'accessibilità al corso stesso.

I riferimenti normativi fondamentali per la determinazione delle attività vietate o soggette ad autorizzazione sono:

- R.D. n. 523 del 25/07/1904 – *Testo unico sulle opere idrauliche*;
- D.Lgs. 152/99 modificato dal D.Lgs. 258/2000;
- N.T.A. del P.A.I., approvate con D.P.C.M. 24/05/2001;
- D.G.R. n. 7/7868 del 25/01/2002 modificato dalla D.G.R. n. 7/13950 del 01/08/2003.

Conformemente alla suddetta normativa, all'interno dello specifico studio adottato dal Comune di Lurago Marinone e approvato dalla Regione Lombardia S.Ter. di Como (**AII. 5**), sono state definite le norme di polizia idraulica, contenenti l'indicazione delle attività vietate o soggette ad autorizzazione all'interno delle fasce di rispetto individuate.

La suddetta normativa approvata viene di seguito riproposta al fine di integrarla nel P.G.T., precisando che di essa si è tenuto conto nella redazione del presente studio e delle norme geologiche di piano, affinché risultassero armonizzate.

[estratto]

4.1 Normativa per la fascia di rispetto assoluto dei corsi d'acqua

Per la disciplina delle attività di trasformazione e d'uso del suolo, all'interno della *fascia di rispetto assoluto dei corsi d'acqua* individuata nel corso del presente lavoro, vale quanto già definito nell'Art. 96 del R.D. 523/1904, integrato con le disposizioni contenute nell'Art. 9 delle N.T.A. del P.A.I. e secondo quanto disposto dalla D.G.R. n. 7/13950/03.

All'interno della *fascia di rispetto assoluto dei corsi d'acqua* individuata nel corso del presente lavoro, sono quindi **attività vietate** in modo assoluto:

- in tutta la fascia di rispetto ed in particolare entro una distanza dal piede degli argini inferiore a **10 m**: gli scavi e le nuove edificazioni;
- entro una distanza dal piede degli argini inferiore a **4 m**: le coltivazioni erbacee e la piantumazione di ogni tipo di alberi ed arbusti e i movimenti di terra;
- le coltivazioni che s'inoltrino dentro gli alvei, sulle alluvioni delle sponde e sulle isole dei corsi d'acqua, tanto da restringerne la sezione normale e necessaria al libero deflusso delle acque;
Sono escluse le piantagioni di talee, alberi o arbusti realizzate all'interno di opere di sistemazione idraulica con tecniche di ingegneria naturalistica e supportate da apposito progetto regolarmente approvato ed autorizzato.
- lo sradicamento o la bruciatura degli alberi che sostengono gli argini e le sponde dei corsi d'acqua per una distanza orizzontale inferiore a **9 m** dalla linea a cui arrivano le acque ordinarie;
- qualunque opera o fatto che possa alterare lo stato, la forma, le dimensioni, la resistenza e la convenienza all'uso, a cui sono destinati gli argini, loro accessori e manufatti attinenti e le variazioni ed alterazioni ai ripari di difesa delle sponde dei corsi d'acqua sia arginati che non arginati;
- il deposito, anche temporaneo, di materiale di qualsiasi genere, compresi i residui vegetali.

Fatto salvo quanto previsto dall'Art. 3 ter del D.L. 12/10/2000, n. 279, convertito in L. 11/12/2000, n. 365, all'interno della *fascia di rispetto assoluto dei corsi d'acqua* **possono essere consentiti previa autorizzazione** dell'Amministrazione Comunale e sotto l'osservanza delle condizioni imposte dalla stessa:

- gli interventi di demolizione senza ricostruzione;

- gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, di restauro e di risanamento conservativo degli edifici, volti a mitigare la vulnerabilità degli stessi e degli impianti esistenti, così come definiti alle lettere a), b), c) dell'Art. 31 della L. 5 agosto 1978, n. 457, senza aumenti di superficie e volume e senza cambiamenti di destinazione d'uso che comportino aumento del carico insediativo;
- gli interventi necessari per la manutenzione ordinaria e straordinaria di opere pubbliche e di interesse pubblico e di restauro e di risanamento conservativo di beni di interesse culturale, compatibili con la normativa di tutela;
- le difese "radenti", cioè senza restringimento della sezione dell'alveo e a quota non superiore al p.c., realizzate in modo da non deviare la corrente verso l'altra sponda, né provocare restringimenti d'alveo; tali opere dovranno essere caratterizzate da pendenze e modalità costruttive tali da permettere l'accesso al corso d'acqua; la realizzazione di muri spondali verticali o ad elevata pendenza e la realizzazione di difese spondali con quota superiore al piano di campagna potrà essere consentita unicamente all'interno di centri abitati e comunque dove non siano possibili alternative di intervento a causa della limitatezza delle aree disponibili;
- i cambiamenti delle destinazioni colturali, ferme le disposizioni vigenti sopra elencate per la fascia di rispetto;
- i dissodamenti dei terreni boscati e cespugliati laterali ai fiumi e torrenti a distanza inferiore a 100 m dalla linea a cui giungono le acque ordinarie, ferme le disposizioni vigenti sopra elencate per la fascia di rispetto;
- gli interventi volti alla ricostituzione degli equilibri naturali alterati e alla eliminazione, per quanto possibile, dei fattori incompatibili di interferenza antropica;
- l'ampliamento, la ristrutturazione o la realizzazione di nuovi impianti di trattamento delle acque reflue;
- l'esercizio delle operazioni di smaltimento e recupero dei rifiuti (secondo le specifiche norme delle N.T.A. del P.A.I.).

4.2 Normativa per la fascia di attenzione e per le aree che hanno subito allagamento

Le aree ricadenti nella *fascia di attenzione* non vengono generalmente interessate dai fenomeni di piena. Tali aree, però, risultano essere geomorfologicamente connesse ai corsi d'acqua, in quanto comprendenti le

aree di pertinenza dei corsi stessi, gli orli di scarpata di erosione fluviale e i terrazzi costituiti da depositi fluvioglaciali o alluvionali sospesi sopra gli alvei.

Per tale motivo si è ritenuto necessario applicare ad esse una normativa specifica.

La stessa normativa è stata applicata anche alle *aree che hanno subito allagamento*, in quanto interessate da fenomeni che si manifestano sono sporadici e caratterizzati da energia idraulica molto bassa e battente massimo inferiore al metro di altezza.

All'interno delle suddette aree, la normativa da adottarsi è di seguito descritta.

Nel contesto delle *fasce di attenzione*, **il presente regolamento vieta:**

- gli interventi che comportino una riduzione apprezzabile o una parzializzazione della capacità di invaso, salvo che questi interventi prevedano un pari aumento delle capacità di invaso in area idraulicamente equivalente;
- la realizzazione di pozzi disperdenti in quanto non funzionali quale unico elemento per l'allontanamento delle acque meteoriche;
- l'installazione di serbatoi interrati di combustibile non gassoso, che eventualmente dovranno essere realizzati fuori terra a quote compatibili con i livelli idrici raggiungibili durante gli eventi di piena.

In aggiunta alle azioni e agli interventi consentiti per la *“fascia di rispetto assoluto”*, la pianificazione urbanistica **può consentire**, per le *“fasce di attenzione e aree che hanno subito allagamento”*, quanto segue:

- opere di nuova edificazione, di ampliamento e di ristrutturazione edilizia, comportanti anche aumento di superficie o volume, subordinate a condizionamenti locali di carattere geotecnico ed idraulico da valutare per ogni singolo caso, in relazione al rischio latente di allagamento e/o dissesto, a condizione che tali opere non aumentino il livello di rischio e non comportino un significativo ostacolo o riduzione apprezzabile della capacità di invaso delle aree stesse.

In particolare, a fronte di qualsiasi intervento, **sono necessari:**

- perizie preventive al progetto per la valutazione locale del rischio di allagamento ed esondazione dei corsi d'acqua a carattere torrentizio per consentire il successivo ricorso ad accorgimenti atti a prevenire i rischi di allagamento soprattutto ai danni dei vani interrati;

- opere rivolti alla regimazione idraulica e alla predisposizione di accorgimenti per lo smaltimento delle acque meteoriche nonché al drenaggio delle acque di sottosuolo qualora si riscontrino nell'area di progetto;
- in caso di opere che prevedano scavi o sbancamenti si dovranno contemplare anche accorgimenti per la difesa del suolo e la prevenzione dei fenomeni di erosione accelerata dei fronti di scavo.

4.3 Tombinature e attraversamenti

Su tutto il reticolo idrografico vige il **divieto di tombinatura** dei corsi d'acqua, ai sensi dell'Art. 41 - comma 1 del D.Lgs. 152/99 modificato dal D.Lgs. 258/2000:

[...] al fine di assicurare il mantenimento o il ripristino della vegetazione spontanea nella fascia immediatamente adiacente i corpi idrici, con funzioni di filtro per i solidi sospesi e gli inquinanti di origine diffusa, di stabilizzazione delle sponde e di conservazione della biodiversità da contemperarsi con le esigenze di funzionalità dell'alveo, [...] le Regioni disciplinano gli interventi di trasformazione e di gestione del suolo e del soprassuolo previsti nella fascia di almeno 10 metri dalla sponda di fiumi, laghi, stagni e lagune comunque vietando la copertura dei corsi d'acqua, che non sia imposta da ragioni di tutela della pubblica incolumità e la realizzazione di impianti di smaltimento dei rifiuti.

Per quanto riguarda le opere di tombinatura dei corsi d'acqua naturali già esistenti, l'Art. 21 delle N.T.A. del P.A.I. prevede una verifica idraulica delle opere stesse da parte dei soggetti proprietari o concessionari e una conseguente individuazione e progettazione degli eventuali interventi di adeguamento, privilegiando ove possibile il ripristino delle sezioni di deflusso a cielo aperto.

Per *attraversamenti* si intendono manufatti quali ponti stradali e ferroviari, gasdotti, fognature, tubature e infrastrutture a rete in genere. Le norme che regolano la costruzione di nuove opere d'attraversamento e la manutenzione di quelli esistenti sono contenute nelle N.T.A. del P.A.I. e nella D.G.R. 7/7868 del 25/01/2002, modificata dalla D.G.R. 7/13950/03.

In ogni caso i manufatti di attraversamento **non dovranno**:

- restringere la sezione mediante spalle e rilevati di accesso;
- avere l'intradosso a quota inferiore al piano campagna;
- comportare una riduzione della pendenza del corso d'acqua mediante l'utilizzo di soglie di fondo.

Per le stesse motivazioni **non è ammesso** il posizionamento di infrastrutture longitudinalmente in alveo che ne riducano la sezione; in caso di necessità e/o impossibilità di diversa localizzazione le stesse potranno essere interrato.

In ogni caso gli attraversamenti e i manufatti realizzati al di sotto dell'alveo dovranno essere posti a quote inferiori a quelle raggiungibili in base all'evoluzione morfologica prevista dell'alveo e dovranno comunque essere adeguatamente difesi dalla possibilità di danneggiamento per erosione del corso d'acqua.

L'Art. 19 - comma 1 delle N.T.A. del P.A.I. indica che *le nuove opere di attraversamento stradale o ferroviario, o comunque le infrastrutture a rete interessanti il reticolo idrografico non oggetto di delimitazione delle fasce fluviali [...], devono essere progettate nel rispetto dei criteri e delle prescrizioni tecniche per la verifica idraulica di cui ad apposita direttiva emanata dall'Autorità di Bacino, "Criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce A e B", paragrafi 3 e 4, approvata con delibera dell'Autorità di Bacino n. 2/99.*

Tale direttiva è obbligatoria per gli attraversamenti con luce superiore a 6 m, mentre è facoltà del Comune richiedere l'applicazione in tutto o in parte della stessa anche per i manufatti di dimensioni inferiori.

In ogni caso la progettazione delle nuove opere di attraversamento e delle infrastrutture a rete deve essere accompagnata da apposita **relazione idrologico - idraulica** attestante che gli stessi sono state dimensionate per una piena con tempo di ritorno di almeno 100 anni e un franco minimo di 1 m. In casi eccezionali, quando si tratti di corsi d'acqua di piccole dimensioni e di infrastrutture di modesta importanza, possono essere assunti tempi di ritorno inferiori, in relazione ad esigenze tecniche specifiche adeguatamente motivate.

È comunque **necessario** verificare che le opere non comportino un significativo aggravamento delle condizioni di rischio idraulico sul territorio circostante per piene superiori a quella di progetto. Le portate di piena dovranno essere valutate secondo le direttive idrologiche di Autorità di Bacino e Regione.

Per quanto concerne i manufatti di attraversamento già esistenti, l'Art. 19 - comma 2 delle N.T.A. del P.A.I. **obbliga** gli Enti proprietari delle opere viarie di attraversamento del reticolo idrografico a predisporre una **verifica di compatibilità idraulica** delle stesse sulla base di apposita direttiva emanata dall'Autorità di Bacino; tale verifica verrà poi inviata all'Autorità di Bacino. In seguito, gli Enti proprietari, dovranno individuare e progettare gli eventuali interventi strutturali correttivi e di adeguamento necessari, in relazione ai risultati della verifica menzionata.

4.4 Scarichi in corsi d'acqua

Le autorizzazioni di scarico in corso d'acqua rientra tra i compiti di polizia idraulica, in particolare per quanto riguarda le quantità di acque recapitate.

L'Art. 12 - comma 1 delle N.T.A. del P.A.I. prevede che le modalità e i limiti a cui sono soggetti gli scarichi della rete di drenaggio vengano definiti dall'Autorità di Bacino tramite direttiva. In quest'ultima potranno essere individuati i comuni per i quali gli strumenti urbanistici devono contenere il calcolo delle portate da smaltire tramite reti di raccolta e allontanamento delle acque meteoriche, l'individuazione dei punti di scarico nei corpi idrici ricettori e la verifica di compatibilità dello scarico nello stesso (Art. 12 - comma 3 N.T.A. P.A.I.).

In linea generale, nelle more dell'emanazione della suddetta direttiva e in assenza di più puntuali regolamentazioni, **dovranno essere rispettate** le seguenti indicazioni:

- nella realizzazione di nuovi interventi di urbanizzazione e di nuove infrastrutture deve essere limitato lo sviluppo di aree impermeabili e devono essere definite aree opportunamente destinate all'infiltrazione e all'invaso temporaneo diffuso delle precipitazioni meteoriche;
- deve essere verificata da parte del richiedente l'autorizzazione allo scarico la capacità del corpo idrico di smaltire le portate scaricate;
- il manufatto di recapito dovrà essere realizzato in modo da scaricare nella stessa direzione del flusso e da evitare l'insorgere di fenomeni erosivi nel corso d'acqua;
- i limiti ammissibili di portata di scarico (D.G.R. 7/13950/03) sono:
 1. 20 l/s per ogni ettaro di superficie scolante impermeabile, relativamente alle aree di ampliamento e di espansione residenziale e industriale;
 2. 40 l/s per ogni ettaro di superficie scolante impermeabile, relativamente alle aree già dotate di rete fognaria.

4.5 Interventi per la realizzazione di opere pubbliche o di interesse pubblico

Nelle aree comprese nelle fasce di rispetto individuate nel presente lavoro, è **consentita** la realizzazione di opere pubbliche o di interesse pubblico, quali infrastrutture lineari e a rete, riferite a servizi essenziali non altrimenti localizzabili.

È comunque **necessario verificare** che le opere:

- non modificano i fenomeni idraulici naturali e le caratteristiche di particolare rilevanza naturale dell'ecosistema fluviale che possono aver luogo nelle fasce;
- non costituiscano significativo ostacolo al deflusso e non limitino in modo significativo la capacità di invaso;
- non concorrano ad incrementare il carico insediativo;
- garantiscano la sicurezza dell'esercizio delle funzioni per cui sono destinate.

A tal fine i progetti devono essere corredati da uno studio di compatibilità, che documenti l'assenza di suddetti fenomeni e delle eventuali modifiche alle suddette caratteristiche.

4.6 Concessioni in area demaniale

In caso di occupazione di area demaniale, concessa con apposito atto, è previsto il pagamento di un canone, secondo le modalità previste dalla D.G.R. n. 7/13950/03 e determinato in base ai canoni regionali di polizia idraulica elencati nell'Allegato C della suddetta delibera.

Secondo quanto disposto dalla medesima delibera, in caso di necessità di modificare o di definire i limiti alle aree demaniali, il Comune dovrà proporre all'Agenzia del Demanio le nuove delimitazioni. L'amministrazione comunale dovrà in tal caso fornire il nulla-osta idraulico.

Tale procedura non può essere applicata alle aree del demanio fluviale di nuova formazione che, ai sensi dell'Art. 41 - comma 4 del D.Lgs. 11/05/1999 n. 152, non possono essere oggetto di sdemanializzazione.

4.7 Casi particolari

Corsi d'acqua di confine

Per i corsi d'acqua appartenenti al reticolo idrografico minore, che delimitano il confine amministrativo tra comuni limitrofi, le autorizzazioni andranno richieste ad entrambi i comuni.

In tali casi, gli uffici comunali competenti dovranno coordinarsi al fine di ottimizzare l'espletamento delle funzioni di polizia idraulica, ivi compresa l'eventuale suddivisione dell'introito dei canoni previsti dalla D.G.R. 7/13950/03.

A titolo indicativo, nel caso in cui l'opera o l'intervento riguardi un'unica sponda (esempio scarichi o difese arginali, ecc.), la competenza sarà del comune territorialmente interessato, che dovrà comunque tener conto del parere tecnico espresso dal comune confinante.

Nel caso in cui l'opera o l'intervento riguardi entrambe le sponde (empio ponte o attraversamento aereo o in subalveo, ecc.), la gestione ed i compiti di polizia idraulica potranno essere effettuati da entrambi i comuni pro parte, o viceversa, con sottoscrizione di apposita convenzione, gestiti dal comune designato.

Corsi d'acqua non presenti in mappa

In presenza di un corso d'acqua di reticolo minore presente in cartografie ufficiali (C.T.R., I.G.M.), ma non riportato in mappa catastale, i relativi provvedimenti autorizzativi (esempio ponte, attraversamento, ecc.) non potranno contemplare occupazione di area demaniale.

5. NORME PER LA MANUTENZIONE

Nell'Art. 14 delle N.T.A. del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.), - *Interventi di manutenzione idraulica e idrogeologica* - si fa esplicitamente riferimento alla necessità di promuovere gli **interventi di manutenzione** del territorio e delle opere di difesa, in quanto elementi essenziali per il progressivo miglioramento delle condizioni di sicurezza e della qualità ambientale del territorio.

Per attività di manutenzione si intendono tutte le azioni volte al mantenimento e al ripristino della funzionalità ecologica del territorio e idraulica di tutte le opere, manufatti e strutture necessarie al fine di mantenere:

- in buono stato idraulico e ambientale il reticolo idrografico, eliminando gli ostacoli al deflusso delle piene in alveo e in golena;
- in buone condizioni idrogeologiche e ambientali i versanti;
- in piena funzionalità le opere di difesa essenziali alla sicurezza idraulica e idrogeologica.

Sono da considerarsi interventi di manutenzione del territorio anche gli interventi di rinaturazione, se volti al ripristino della funzionalità ecologica di un ecosistema o parte di esso.

A questo proposito è pertanto indispensabile tenere presente la distinzione tra **manutenzione ordinaria** e **manutenzione straordinaria**.

La manutenzione ordinaria è un'azione continua e periodica con l'obiettivo di mantenere in buono stato idraulico-ambientale gli alvei fluviali, in buone

condizioni idrogeologiche i versanti e in efficienza le opere idrauliche e quelle di sistemazione idrogeologica; dovrebbe essere caratterizzata, possibilmente, da progetti di modeste dimensioni, che possano essere affidati e realizzati da soggetti, anche non istituzionali, legati al territorio, da effettuarsi con procedure differenti da quelle di assegnazione dei grandi appalti.

La manutenzione straordinaria è quella che interviene normalmente dopo eventi calamitosi (quali frane, smottamenti, interrimento di opere idrauliche, etc.) per ripristinare le condizioni di sicurezza e di stabilità e per ripristinare la funzionalità idraulico/ambientale del territorio; dovrebbe essere caratterizzata da interventi non necessariamente periodici da effettuarsi, prevalentemente, con procedure tradizionali di affidamento lavori.

Per di garantire le finalità elencate in precedenza è possibile dare in concessione le aree demaniali dei fiumi e dei torrenti allo scopo di destinarle a riserve naturali, a parchi fluviali o a interventi di ripristino e recupero ambientale, come indicato nell'Art. 41 - comma 3 del D.Lgs. 152/99 e successive modifiche.

In ogni caso, tutte le attività di manutenzione devono essere effettuate in modo da non compromettere le caratteristiche naturali degli ecosistemi e mantenere le caratteristiche naturali dell'alveo e salvaguardare la varietà e la molteplicità delle biocenosi riparie (Art. 14 - comma 2 delle N.T.A. del P.A.I. e Art. 3 - comma 3 della L. 16/12/1991, n. 394 - *Legge quadro sulle aree protette*).

I riferimenti normativi per determinare il programma di manutenzione sono contenuti in:

- Deliberazione 1/98 dell'Autorità di Bacino del Fiume Po - *Direttiva per la progettazione degli interventi e la formulazione dei programmi di manutenzione - Allegato n. 3 - Tab. 1;*
- *Relazione Generale del P.A.I. - Allegato n. 1.*

Tali direttive riprendono quelle fornite nel D.P.R. 14/04/1993 - *Atto di indirizzo e coordinamento alle Regioni recante criteri e modalità per la redazione dei programmi di manutenzione idraulica e forestale* e forniscono i criteri generali per la manutenzione degli alvei e delle opere di difesa dai dissesti idrogeologici, al fine di mantenere in buone condizioni idrauliche, idrogeologiche e ambientali l'intero reticolo idrografico e mantenere la funzionalità delle opere di difesa.

Con particolare riferimento al territorio comunale di Lurago Marinone, vengono di seguito elencate le principali tipologie di interventi di manutenzione, estrapolate dalle normative citate in precedenza e suddivise per area di interesse.

Interventi sugli alvei

- rimozione di ciò che ostacola il deflusso regolare delle piene ricorrenti (con periodo di ritorno orientativamente trentennale) inteso come:
 - a) eliminazione dalle sponde e dagli alvei dei corsi d'acqua dei rifiuti solidi, provenienti dalle varie attività umane e collocazione in discarica autorizzata;
 - b) taglio di vegetazione arbustiva ed arborea nell'alveo, tenuto conto dell'influenza delle alberature sul regolare deflusso delle acque, nonché, delle alberature pregiudizievoli per la difesa e conservazione delle sponde, salvaguardando, ove possibile, la conservazione dei consorzi vegetali che colonizzano in modo permanente gli habitat ripari e le zone di deposito alluvionale adiacenti;
- rinaturazione delle sponde, intesa come protezione al piede delle sponde dissestate od in frana con strutture flessibili spontaneamente rinaturabili; restauro dell'ecosistema ripariale, compresa l'eventuale piantumazione di essenze autoctone;
- ripristino della sezione di deflusso in corrispondenza di ponti tramite: rimozione dei tronchi d'albero e di altro materiale che costituisca ostruzione, rimozione di depositi alluvionali che ostacolano il regolare deflusso, protezione delle fondazioni delle pile dai fenomeni di scalzamento;
- ripristino della funzionalità di tratti tombati opere minori di attraversamento stradale (ponticelli, tombini, sifoni) con rimozione dei depositi e di altri materiali accumulati, inteso come ripristino del regolare deflusso sotto le luci dei ponti, nei sottopassi stradali, nei tombini, nei sifoni, sulle pile od in altre opere d'arte;
- realizzazione di opere idrauliche e di consolidamento delle sponde e del letto a carattere locale e di modeste dimensioni.

Interventi sulle opere di difesa idraulica

- manutenzione degli argini e delle opere accessorie, mediante taglio della vegetazione sulle scarpate, ripresa di scoscendimenti, ricarica di sommità arginale, ripristino del paramento, manutenzione dei manufatti connessi (chiaviche, scolmatori, botti a sifone, ecc.);
- ripristino o consolidamento di briglie o soglie da effetti di scalzamento delle fondazioni a valle, aggiramento o erosione;
- ripristino opere di ingegneria naturalistica.

Interventi sulle opere di difesa idrogeologica

- manutenzione delle reti di drenaggio;
- ripristino opere di drenaggio superficiali;
- ripristino di opere di sostegno a carattere locale e di modeste dimensioni.

[fine estratto]

8.3 Altri vincoli

- Limiti del **Parco Pineta di Appiano Gentile - Tradate** (L.R. 76/83) (non indicati in carta).

9. SINTESI DELLE CONOSCENZE ACQUISITE

La sintesi degli elementi conoscitivi ha permesso di perimetrare zone del territorio comunale che presentano caratteristiche generali omogenee dal punto di vista della pericolosità – vulnerabilità riferita allo specifico fenomeno geologico ed idrogeologico.

Pertanto tale carta è costituita da porzioni di territorio caratterizzate da pericolosità geologico – geotecnica e idrogeologica omogenee.

La classificazione del territorio che sintetizza le conoscenze emerse dalla fase di analisi è illustrata in **Tav. 7** – *Sintesi delle conoscenze acquisite*; la descrizione dei caratteri di ciascuna area è riportata di seguito.

ZONA A

Caratteri prevalenti:

Ambito altimetricamente rilevato caratterizzato da morfologia da subpianeggiante a debolmente ondulata costituito da ghiaie poligeniche grossolane massive o grossolanamente stratificate ricoperte da sequenze sommitali fini (loess) spesse 1-3 metri. Caratteristiche geotecniche da buone a scadenti. Permeabilità molto bassa, drenaggio lento con ridotta capacità di infiltrazione delle acque meteoriche e conseguente tendenza al ristagno idrico superficiale; problemi relativi alla circolazione delle acque nel primo sottosuolo (150-200 cm). Soggiacenza della falda >35m.

Grado di vulnerabilità: Da molto basso a basso.

ZONA B

Caratteri prevalenti:

Ambito altimetricamente intermedio caratterizzato da morfologia subpianeggiante con debole vergenza verso sud costituito da ghiaie stratificate a supporto di matrice e limo sabbioso massivo in lenti; presenza di copertura loessica. Terreni granulari sciolti poco alterati con buone caratteristiche meccaniche e con stato di addensamento da "medio" ad "addensato". Drenaggio delle acque mediocre in superficie e discreto in profondità; possibili problematiche relative alla circolazione delle acque nel primo sottosuolo (150-200 cm). Soggiacenza della falda >35m.

Grado di vulnerabilità: Medio.

ZONA C

Caratteri prevalenti:

Ambito altimetricamente ribassato caratterizzato da morfologia pianeggiante costituito da ghiaia stratificata a supporto di clasti o a supporto di matrice sabbioso limosa, solo raramente argillosa. Terreni granulari sciolti poco alterati con buone caratteristiche meccaniche e con stato di addensamento da "medio" ad "addensato". Permeabilità da alta ad elevata; drenaggio delle acque buono sia in superficie, sia in profondità. Soggiacenza della falda >35m. Presenza di un corso d'acqua sospeso rispetto alla falda.

Grado di vulnerabilità: Da alto a elevato.

ZONA D

Caratteri prevalenti:

Ambito di versante con copertura colluviale generalmente discontinua e di limitato spessore costituita da limo argilloso con clasti alterati sparsi. Terreni granulari con stato di addensamento sciolto e caratteristiche geotecniche generalmente scadenti. Permeabilità bassa.

Grado di vulnerabilità: Da molto basso a basso.

ZONA E

Caratteri prevalenti:

Ambito degli alvei dei corsi d'acqua caratterizzato da morfologia pianeggiante costituito da ghiaie a supporto di matrice a ghiaie fini con sabbia grossolana a supporto di clasti. Terreni granulari con stato di addensamento da "medio" ad "addensato" con discrete caratteristiche geotecniche generali. Drenaggio delle acque discreto sia in superficie sia in profondità; permeabilità da alta ad elevata. Soggiacenza della falda >35m. Presenza di un corso d'acqua sospeso rispetto alla falda.

Grado di vulnerabilità: Da alto a elevato.

In aggiunta al suddetto azzonamento, l'elaborato riporta alcuni elementi di interesse, quali:

- fascia di inedificabilità assoluta estesa per 10 m dagli argini, in base a quanto già definito dalla R.D. 523/1904. Comprende l'alveo e le sponde dei corsi d'acqua, in continua evoluzione geomorfologica e soggette a fenomeni erosivi, approfondimento dell'alveo e trasporto solido durante le piene;

- aree di pertinenza dei corsi d'acqua, delimitate dagli orli di scarpata di erosione fluviale e dai terrazzi costituiti da depositi fluvioglaciali o alluvionali sospesi sopra gli alvei;
- aree in ambito urbano, caratterizzate da morfologia pianeggiante o sub pianeggiante, soggette a occasionali fenomeni alluvionali di modesta entità o a ristagno delle acque meteoriche; perimetrare in base ai fenomeni osservati;
- aree di modesta acclività non direttamente connesse agli alvei dei corsi d'acqua, ma talora caratterizzati da modesti fenomeni di ruscellamento diffuso sui pendii uniformi e ruscellamento concentrato negli impluvi;
- aree con presenza di materiale di riporto.

10. CLASSI DI FATTIBILITÀ GEOLOGICA E NORME GEOLOGICHE DI PIANO

10.1 Considerazioni generali e metodologiche

Sulla base dell'analisi effettuata nella prima fase del presente studio e dell'azonamento di sintesi, ad ogni area omogenea del territorio comunale è stata proposta una classe di **fattibilità geologica** delle azioni di piano e delle **norme geologiche** di piano.

Le 4 classi di fattibilità geologica sono qui di seguito riassunte, riprese direttamente dalla D.G.R. 8/7374/08:

1. Classe 1 (bianca) - Fattibilità senza particolari limitazioni

La classe comprende quelle aree che non presentano particolari limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso e per le quali deve essere direttamente applicato quanto prescritto dalle "Norme tecniche per le costruzioni", di cui alla normativa nazionale.

2. Classe 2 (gialla) - Fattibilità con modeste limitazioni

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

3. Classe 3 (arancione) - Fattibilità con consistenti limitazioni

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

4. Classe 4 (rossa) - Fattibilità con gravi limitazioni

L'alta pericolosità/vulnerabilità comporta gravi limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso. Deve essere esclusa qualsiasi nuova edificazione, se non opere tese al consolidamento o alla sistemazione idrogeologica per la messa in sicurezza dei siti. Per gli edifici esistenti 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. 12/05, senza aumento di superficie o volume e senza aumento del carico insediativo. Sono consentite le innovazioni necessarie per l'adeguamento alla normativa antisismica. Eventuali infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico possono essere realizzate solo se non altrimenti localizzabili.

Le classi di fattibilità geologica, individuate su base fotogrammetrica a scala 1:2.000, sono state rappresentate nella **Tav. 9** alla scala 1:5.000 e nella **Tav. 10** alla scala 1:10.000, utilizzando come base cartografica la Carta Tecnica Regionale, al fine di consentire l'aggiornamento della banca dati del SIT – Regione Lombardia.

Il conferimento delle classi di fattibilità avviene attraverso l'attribuzione a ciascun poligono della carta di sintesi di un valore di ingresso, seguendo le prescrizioni della Tabella 1 della D.G.R. 8/7374/08, che in seguito può essere modificato in base a valutazioni di merito tecnico per lo specifico ambito.

Per l'intero territorio comunale sono risultate prioritarie nell'azonamento della carta della fattibilità geologica le caratteristiche geomorfologiche, geologico – tecniche ed idrogeologiche delle aree omogenee individuate.

La legenda descrittiva è strutturata tipo "matrice azioni – risorse", ponendo in relazione le caratteristiche di ogni area al parere geologico sulla modifica di destinazione d'uso.

Per ciascuna area inoltre sono state definite ed indicate le indagini minime di approfondimento che si ritengono necessarie preventivamente alla progettazione e realizzazione di interventi od opere, suddivise in 5 grandi tipologie:

TIPOLOGIA DELLE AZIONI EDIFICATORIE E OPERE AMMISSIBILI (IN RELAZIONE AL CONTESTO GEOMORFOLOGICO)	
Tipo 1	edilizia singola di limitata estensione o fabbricati accessori
Tipo 2	edilizia intensiva pianificata (es. PL con edifici uni - bifamiliari, isolati o a schiera)
Tipo 3	edilizia plurifamiliare o strutture edilizie consistenti
Tipo 4	edilizia produttiva e commerciale di significativa estensione areale (> 500 mq)
Tipo 5	opere infrastrutturali, posa di reti tecnologiche con lavori che prevedano escavazione o sbancamento
Tipo 6	interventi di consolidamento dei versanti, prevenzione del dissesto idrogeologico e regimazioni idrauliche

In attuazione del DM 14/01/2008, per ogni tipo di azione edificatoria, in relazione al contesto geologico locale, dovranno essere programmati approfondimenti geologici e geotecnici così strutturati:

APPROFONDIMENTI ED INDAGINI MINIME NECESSARIE A SUPPORTO DELLA PROGETTAZIONE	
IGT	indagine geognostica commisurata alla tipologia e all'entità delle opere in ottemperanza al D.M. 14/01/2008
SV	valutazione di stabilità dei versanti e dei fronti di scavo in ottemperanza al D.M. 14/01/2008
VCI	valutazione della compatibilità idraulica nei riguardi delle condizioni locali di rischio secondo la normativa P.A.I.
VCA	valutazione della compatibilità ambientale nei riguardi degli obiettivi di tutela della falda idrica sotterranea destinata all'approvvigionamento idropotabile (ai sensi del D.Lgs 152/06 e s.m.i. e dei R.R. n. 2, 3 e 4 del 24/03/06)

Analogamente, ogni azione edificatoria necessita di interventi da prevedere già in fase progettuale così suddivisi:

INTERVENTI DA PREVEDERE IN FASE PROGETTUALE	
DR	opere per il drenaggio delle acque sotterranee
RE	opere di regimazione idraulica e smaltimento delle acque superficiali e meteoriche
DS	opere per la difesa del suolo e la stabilizzazione dei versanti interessati
CA	predisposizione di sistemi di controllo ambientale per insediamenti a rischio di inquinamento da definire in dettaglio in relazione alle tipologie di interventi
CO	collettamento, allontanamento o trattamento delle acque reflue in fognatura, in conformità al R.R. n. 3 del 24/03/06

Le singole classi di fattibilità geologica riconosciute e perimetrare sul territorio comunale di Lurago Marinone hanno le caratteristiche descritte nel seguente paragrafo.

10.2 Azzonamento del territorio in classi di fattibilità geologica e relative norme

CLASSE 2A – AREE PIANEGGIANTI

Principali caratteristiche

Aree pianeggianti o terrazzate con terreni granulari mediamente addensati con buone caratteristiche meccaniche generali, ricoperti da coltri di terreni fini con scadenti caratteristiche geotecniche per uno spessore fino a 3 m.

Parere geologico sulla modifica di destinazione d'uso

Favorevole con modeste limitazioni di carattere geotecnico ed ambientale, a salvaguardia delle acque sotterranee.

Azioni edificatorie e opere ammissibili

Sono consentite opere di edilizia singola di limitata estensione o fabbricati accessori (tipo 1), opere di edilizia intensiva pianificata (tipo 2), opere di edilizia plurifamiliare e strutture edilizie consistenti (tipo 3), opere di edilizia produttiva e commerciale di significativa estensione areale (tipo 4) e opere infrastrutturali e posa di reti tecnologiche (tipo 5).

Approfondimenti ed indagini minime necessarie

Per tutte le azioni edificatorie e opere ammissibili è sempre necessaria un'indagine geognostica (IGT), commisurata alla tipologia e all'entità dell'intervento in ottemperanza al D.M. 14/01/2008.

Interventi da prevedere in fase progettuale

Sono sempre da prevedere opere per la regimazione delle acque meteoriche e l'eventuale drenaggio di acque di primo sottosuolo (DR - RE). Per gli insediamenti produttivi a rischio è da prevedere la predisposizione di sistemi di controllo ambientale (CA).

CLASSE 2B – AREE DEL PIANALTO FERRETTIZZATO

Principali caratteristiche

Aree rilevate caratterizzate da morfologia da subpianeggiante a debolmente ondulata, costituite da terreni ghiaiosi molto alterati in matrice limoso - sabbiosa con argilla, coperti da limi argillosi che determinano ridotta permeabilità superficiale e difficoltà di drenaggio delle acque nel sottosuolo.

Parere geologico sulla modifica di destinazione d'uso

Favorevole con modeste limitazioni di carattere geotecnico che richiedono verifiche locali preventive alla progettazione.

Azioni edificatorie e opere ammissibili

Sono consentite opere di edilizia singola di limitata estensione o fabbricati accessori (tipo 1), opere di edilizia intensiva pianificata (tipo 2), opere di edilizia plurifamiliare e strutture edilizie consistenti (tipo 3), opere di edilizia produttiva e commerciale di significativa estensione areale (tipo 4) e opere infrastrutturali e posa di reti tecnologiche (tipo 5).

Approfondimenti ed indagini minime necessarie

Per tutte le azioni edificatorie e opere ammissibili è sempre necessaria un'indagine geognostica (IGT), commisurata alla tipologia e all'entità dell'intervento in ottemperanza al D.M. 14/01/2008.

Interventi da prevedere in fase progettuale

Sono sempre da prevedere opere per la regimazione delle acque meteoriche e l'eventuale drenaggio di acque di primo sottosuolo (DR - RE).

CLASSE 3A – AREE CHE HANNO SUBITO ALLAGAMENTO

Principali caratteristiche

Aree in ambito urbano, caratterizzate da morfologia pianeggiante o sub pianeggiante, soggette a occasionali fenomeni alluvionali di modesta entità o a ristagno delle acque meteoriche; perimetrata in base a fenomeni osservati.

Parere geologico sulla modifica di destinazione d'uso

Favorevole con consistenti limitazioni di carattere idraulico che richiedono verifiche locali preventive alla progettazione per minimizzare l'esposizione al rischio.

Azioni edificatorie e opere ammissibili

Sono consentite opere di edilizia singola di limitata estensione o fabbricati accessori (tipo 1), opere di edilizia intensiva pianificata (tipo 2), opere di edilizia plurifamiliare e strutture edilizie consistenti (tipo 3), opere di edilizia produttiva e commerciale di significativa estensione areale (tipo 4) e opere infrastrutturali e posa di reti tecnologiche (tipo 5).

Approfondimenti ed indagini minime necessarie

Per tutte le azioni edificatorie e opere ammissibili sono sempre necessarie un'indagine geognostica (IGT), commisurata alla tipologia e all'entità dell'intervento in ottemperanza al D.M. 14/01/2008, e la valutazione del rischio di esondazione per il dimensionamento di opere e presidi di difesa idraulica (VRE),

Interventi da prevedere in fase progettuale

Sono sempre da prevedere opere di regimazione delle acque superficiali (RE) e difesa idraulica dell'edificato mediante predisposizione di opportuni accorgimenti per la mitigazione del rischio, quali ad esempio l'impostazione del piano abitabile almeno a 50 cm sopra la quota naturale del terreno.

CLASSE 3B – AREE MORFOLOGICAMENTE ACCLIVI

Principali caratteristiche

Aree di modesta acclività, con terreni granulari addensati o mediamente addensati, derivanti da colluvio dei terreni superiori, non direttamente connesse agli alvei dei corsi d'acqua, ma talora caratterizzati da modesti fenomeni di ruscellamento diffuso sui pendii uniformi e ruscellamento concentrato negli impluvi.

Parere geologico sulla modifica di destinazione d'uso

Favorevole ma con consistenti limitazioni di carattere idrogeologico, che richiedono verifiche locali preventive alla progettazione.

Azioni edificatorie e opere ammissibili

Sono consentite opere di edilizia singola di limitata estensione o fabbricati accessori (tipo 1), opere di edilizia intensiva pianificata (tipo 2), opere infrastrutturali e posa di reti tecnologiche (tipo 5) e interventi di consolidamento

dei versanti, prevenzione del dissesto idrogeologico e regimazioni idrauliche (tipo 6).

Approfondimenti ed indagini minime necessarie

Per tutte le azioni edificatorie e opere ammissibili sono sempre necessarie un'indagine geognostica (IGT) e la valutazione di stabilità dei versanti e dei fronti di scavo (SV), entrambe commisurate alla tipologia e all'entità dell'intervento in ottemperanza al D.M. 14/01/2008.

Interventi da prevedere in fase progettuale

Sono sempre da prevedere opere per la regimazione delle acque meteoriche, l'eventuale drenaggio di acque di primo sottosuolo e opere per la difesa del suolo (DR - RE - DS).

CLASSE 3C – AREE DI PERTINENZA DEI CORSI D'ACQUA

Principali caratteristiche

Aree di pertinenza dei corsi d'acqua, delimitate dagli orli di scarpata di erosione fluviale e dai terrazzi costituiti da depositi fluvioglaciali o alluvionali sospesi sopra gli alvei.

Parere geologico sulla modifica di destinazione d'uso

Favorevole ma con consistenti limitazioni di carattere idraulico e idrogeologico, che richiedono verifiche locali preventive alla progettazione.

Azioni edificatorie e opere ammissibili

Sono consentite opere di edilizia singola di limitata estensione o fabbricati accessori (tipo 1 opere infrastrutturali e posa di reti tecnologiche (tipo 5) e interventi di consolidamento dei versanti, prevenzione del dissesto idrogeologico e regimazioni idrauliche (tipo 6).

Approfondimenti ed indagini minime necessarie

Per tutte le azioni edificatorie e opere ammissibili sono sempre necessarie un'indagine geognostica (IGT), la valutazione di stabilità dei versanti e dei fronti di scavo (SV), entrambe commisurate alla tipologia e all'entità dell'intervento in ottemperanza al D.M. 14/01/2008, e la valutazione della compatibilità idraulica nei riguardi delle condizioni locali di rischio secondo la normativa P.A.I.(VCI).

Interventi da prevedere in fase progettuale

Sono sempre da prevedere opere per la regimazione delle acque meteoriche, l'eventuale drenaggio di acque di primo sottosuolo e opere per la difesa del suolo (DR - RE - DS).

CLASSE 3D – AREE AD ELEVATA VULNERABILITÀ DELL'ACQUIFERO

Principali caratteristiche

Aree pianeggianti o terrazzate altimetricamente ribassate caratterizzate da vulnerabilità della falda da alta ad elevata.

Parere geologico sulla modifica di destinazione d'uso

Favorevole con consistenti limitazioni di carattere idrogeologico. Sono consentiti solo gli interventi compatibili con la salvaguardia delle acque, da valutarsi caso per caso secondo gli obiettivi di tutela del D.Lgs 152/06 e successive modificazioni.

Azioni edificatorie e opere ammissibili

Sono consentite opere di edilizia singola di limitata estensione o fabbricati accessori (tipo 1), opere di edilizia intensiva pianificata (tipo 2), opere di edilizia plurifamiliare e strutture edilizie consistenti (tipo 3) e opere infrastrutturali e posa di reti tecnologiche (tipo 5).

Approfondimenti ed indagini minime necessarie

Per tutte le azioni edificatorie e opere ammissibili sono sempre necessarie un'indagine geognostica (IGT) e la valutazione della compatibilità ambientale nei riguardi delle fonti di approvvigionamento idropotabile ai sensi del D.Lgs 152/06 e s.m.i. (VCA)

Interventi da prevedere in fase progettuale

Sono sempre da prevedere opere per la regimazione delle acque meteoriche e l'eventuale drenaggio di acque di primo sottosuolo (DR - RE). È inoltre da prevedere la realizzazione di sistemi di collettamento/trattamento delle acque reflue ai sensi del R.R. n. 3 del 24/03/06 (CO).

CLASSE 4 – FASCE DI RISPETTO ASSOLUTO DEI CORSI D'ACQUA

Principali caratteristiche

Aree delimitanti la fascia di rispetto assoluto dei corsi d'acqua, estesa a 10 m dagli argini secondo quanto definito dal R.D. 523/1904. Comprendono l'alveo e le sponde dei corsi d'acqua, in continua evoluzione geomorfologica e soggette a fenomeni erosivi, approfondimento dell'alveo e trasporto solido durante le piene.

Parere geologico sulla modifica di destinazione d'uso

Non favorevole per le gravi limitazioni di carattere idraulico e idrogeologico.

Azioni edificatorie e opere ammissibili

Non sono ammissibili nuove edificazioni e sono auspicabili interventi di consolidamento dei versanti, prevenzione del dissesto idrogeologico e regimazioni idrauliche (tipo 6). Sono altresì ammissibili opere infrastrutturali e posa di reti tecnologiche (tipo 5) solo se non altrimenti localizzabili.

Approfondimenti ed indagini minime necessarie

Per tutte le azioni edificatorie e opere ammissibili è sempre necessaria un'indagine geognostica (IGT) commisurata alla tipologia e all'entità dell'intervento in ottemperanza al D.M. 14/01/2008; è inoltre necessaria la valutazione della compatibilità idraulica nei riguardi delle condizioni locali di rischio secondo la normativa P.A.I.(VCI).

Interventi da prevedere in fase progettuale

Sono raccomandabili gli interventi di regimazione idraulica e opere per la difesa dell'esistente (RE).

10.3 Norme antisismiche

10.3.1 NORME DI CARATTERE GENERALE

Su tutto il territorio comunale gli interventi di nuova costruzione, di ristrutturazione edilizia, di restauro e risanamento conservativo e di manutenzione ordinaria/straordinaria così come definiti all'Art. 27 comma 1 della L.R. n. 12 dell'11/03/2005 "Legge per il Governo del Territorio" dovranno essere progettati adottando i criteri antisismici di cui al D.M. 14/01/2008 "Norme tecniche per le costruzioni".

Tale decreto indica che per qualsiasi opera/intervento interagente con i terreni e le rocce deve essere prevista la caratterizzazione geologica e la modellazione geotecnica dei terreni ottenuta per mezzo di studi, rilievi, indagini e prove commisurate all'importanza ed estensione dell'opera in progetto e alle conseguenze che gli interventi possono produrre sull'ambiente circostante.

Le relazioni geologiche e geotecniche previste dal D.M. 14/01/2008 hanno lo scopo di valutare la fattibilità delle opere, garantire la stabilità e la sicurezza dei manufatti limitrofi e l'idoneità delle scelte progettuali ed esecutive. Pertanto esse dovranno comprendere:

- indagini geognostiche per la determinazione delle caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione, spinte sino a profondità significative in relazione alla tipologia di fondazione da adottare e alle

dimensioni delle opere da realizzare;

- definizione della categoria del suolo di fondazione sulla base valore di V_{S30} calcolato sulla base del profilo di V_s ottenuto 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 e, responsabilmente, attraverso la correlazione e l'extrapolazione di dati litostratigrafici di sottosuolo e definizione dello spettro di risposta elastico di progetto.

La scelta della metodologia di indagine dovrà essere commisurata all'importanza dell'opera e in ogni caso dovrà essere adeguatamente motivata.

A tale proposito, in presenza di azioni sismiche e con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, il D.M. 14/01/2008 suddivide le costruzioni in quattro classi d'uso così definite:

Classe I: costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

Classe II: costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Classe III: costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

Classe IV: costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

10.3.2 INDAGINI PER LA CARATTERIZZAZIONE SISMICA LOCALE

A titolo orientativo, fatte salve le condizioni per cui il D.M. 14/01/2008 ammette l'applicazione di metodi di progetto – verifica semplificati, la tipologia di indagine minima da adottare per la caratterizzazione sismica locale è definibile in base alla suddivisione in classi d'uso del D.M. 14/01/2008 (**Par. 10.3.1**) ed è riassunta nella seguente tabella:

Tipologia opere	Indagine minima
Classe I	Correlazioni empiriche di
Classe II (edifici residenziali di piccole dimensioni, singoli edifici industriali e opere infrastrutturali di minore importanza)	comprovata validità con prove di resistenza alla penetrazione dinamica o statica integrate in profondità con estrapolazione di dati litostratigrafici di sottosuolo.
Classe II (complessi residenziali ed industriali strutturalmente consistenti e opere infrastrutturali di maggiore importanza, anche se non ricadenti nel D.D.U.O. 21/11/2003 n. 19904)	indagini geofisiche di superficie: SASW – Spectral Analysis of Surface Waves -, MASW - Multichannel Analysis of Surface Waves - o REMI – Refraction Microtremor for Shallow Shear Velocity.
Classe III	indagini geofisiche in foro (down-hole o cross-hole).
Classe IV	

10.3.3 NORME RELATIVE AGLI AMBITI DI AMPLIFICAZIONE SISMICA LOCALE

L'analisi della sismicità effettuata sul territorio di Lurago Marinone ha permesso di individuare di diversi scenari di Pericolosità Sismica Locale (**Cap. 7 e Tav. 6**):

- **Z3** – Zone con possibili effetti di amplificazione topografica
- **Z4** – Zone con possibili effetti di amplificazione litologica

Fermo restando l'applicazione del D.M. 14/01/2008, all'interno dei suddetti ambiti di amplificazione sismica, la documentazione di progetto delle opere rientranti nelle seguenti classi d'uso:

- **Classe II** in parte (complessi residenziali ed industriali strutturalmente consistenti e opere infrastrutturali di maggiore importanza),
- **Classe III**,
- **Classe IV**,

anche se non comprese nel D.D.U.O. 21/11/2003 n. 19904, dovrà comprendere la definizione degli effetti di amplificazione sismica attesi per i singoli scenari. In particolare, la documentazione di progetto dovrà comprendere la caratterizzazione semiquantitativa degli effetti di amplificazione sismica attesi (livello 2 dell'Allegato 5 della D.G.R. 8/7374/08) nell'ambito degli scenari di Pericolosità Sismica Locale Z3 e Z4;

Nel caso di concomitanza di tali zone (Z3 e Z4c) dovrà prevalere la condizione che determina Fattore di Amplificazione più significativo.

Inoltre, in corrispondenza degli **ambiti suscettibili di amplificazione sismica locale Z3**, dovranno essere eseguite analisi di stabilità del complesso opere/pendio nelle condizioni finali di progetto comprensive delle azioni sismiche di progetto.

10.3.4 NORME SPECIFICHE PER GLI EDIFICI ED OPERE INFRASTRUTTURALI DI CUI ALLA D.D.U.O. 21/11/2003 (OPERE ED EDIFICI STRATEGICI E RILEVANTI)

Il D.D.U.O. 21/11/2003 n. 19904 definisce le opere e gli edifici strategici e rilevanti quali 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.

Qualora tali interventi ricadessero in zona di amplificazione sismica Z3 e/o Z4, in fase di pianificazione urbanistica la documentazione dovrà contemplare l'analisi sismica come da livello II dell'Allegato 5 della D.G.R. 8/7374/08.

Per quanto riguarda il territorio di Lurago Marinone, dalle ipotesi di piano si rileva che è prevista la realizzazione di una piscina intercomunale e di un centro sportivo; entrambi potrebbero rientrare nella definizione di "opere rilevanti" in base al suddetto elenco tipologico.

Dei due, solo il centro sportivo ricade in zona di amplificazione sismica locale Z4c, pertanto in questa fase si è provveduto ad effettuare un'analisi sismica di livello II (**Par. 7.4**). I risultati dell'analisi possono essere così riassunti:

ZONA	$Fa_{0,1-0,5s} - Fa_{0,5-1,5s}$ AFFIDABILITÀ	$SC_{0,1-0,5s} - SC_{0,5-1,5s}$	LIVELLI DI APPROFONDIMENTO PREVISTI DAI CRITERI REGIONALI
Campo sportivo Z4c	1,6 – 1,7 alta	1,4 – 1,7	Analisi di livello III o utilizzo di spettro norma caratteristico suolo C

I suddetti esiti indicano che la fase progettuale di tale opera dovrà comprendere la **definizione quantitativa** degli effetti di amplificazione sismica attesi come da **livello III** dell'Allegato 5 della D.G.R. 8/7374/08.

In ogni caso, la medesima procedura si deve applicare anche alla progettazione della piscina intercomunale e di tutte le altre "opere strategiche e rilevanti" previste sul territorio di Lurago Marinone, anche se non comprese in un ambito di amplificazione sismica locale.

Pertanto, su tutto il territorio comunale, la fase progettuale delle suddette opere dovrà comprendere la definizione quantitativa degli effetti di amplificazione sismica attesi come da livello III dell'Allegato 5 della D.G.R. 8/7374/08 e dovrà perciò 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);
- definizione 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 ϕ ;
- 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;
- 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 amplificazione 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;
- esecuzione di analisi di stabilità del complesso opere/pendio nelle condizioni finali di progetto comprensive delle azioni sismiche di progetto, in corrispondenza degli **ambiti suscettibili di amplificazione sismica locale Z3**;

10.4 Norme transitorie

L'art. 20 *Regime transitorio per l'operatività della revisione delle norme tecniche per le costruzioni* della L. 31 del 28/02/2008 proroga il regime transitorio del D.M. 14 settembre 2005 dal 31 dicembre 2007 al 30 giugno 2009 (comma 1).

Pertanto, sino al 30 giugno 2009, la progettazione può essere condotta sulla base della normativa previgente in materia ed in particolare dalle seguenti norme:

- D.M. 14 settembre 2005 – *Norme tecniche per le costruzioni*;
- D.M. 9 gennaio 1996 – *Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche*;
- D.M. 16 gennaio 1996 – *Norme tecniche per le costruzioni in zona sismiche*;
- D.M. 4 maggio 1990 – *Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo dei ponti stradali*;
- D.M. 11 marzo 1988 – *Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione*;
- D.M. 20 novembre 1987 – *Norme tecniche per gli edifici in muratura*;
- D.M. 3 dicembre 1987 – *Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate*;

Tale norma transitoria non si applica alla progettazione di edifici strategici e di tutte le opere infrastrutturali, la cui funzionalità nel corso degli eventi sismici assume importanza significativa ai fini degli interventi di protezione civile, come individuate nel decreto della P.C. del 21 ottobre 2003, pubblicato sulla G.U. n. 252 del 29 ottobre 2003. Per tali opere, pertanto, la progettazione deve essere condotta in base ai disposti del D.M. 14 gennaio 2008.

11. CONCLUSIONI

Il presente studio geologico è stato condotto a supporto della pianificazione urbanistica del Comune di Lurago Marinone con la specifica finalità di fornire un quadro conoscitivo dei caratteri fisici del territorio comunale ed orientare le scelte di pianificazione territoriale.

L'attività svolta ha consentito la redazione degli elaborati in linea con i riferimenti metodologici ed i criteri attuativi delle L.R. 12/05 per il Piano di Governo del Territorio (D.G.R. 8/1566 del 22/12/2005 e D.G.R. 8/7374 del 28/05/2008).

Date le specifiche finalità, lo studio ha privilegiato gli aspetti pratico – applicativi che hanno condotto alla redazione di elaborati cartografici tematici facilmente rapportabili agli interventi attuabili sul territorio ed alla loro possibile interazione con suolo e sottosuolo.

Il quadro conoscitivo di base dello stato fisico del territorio è descritto dalle cartografie redatte in fase di "analisi".

Nella successiva fase di "sintesi, valutazione e proposta" l'esame d'insieme degli elementi conoscitivi ha quindi permesso la redazione della carta di sintesi, con rappresentate le aree omogenee in funzione della pericolosità geologico – geotecnica e della vulnerabilità idrogeologica. In questa fase è stata altresì redatta la carta dei vincoli.

L'elaborazione finale e più specificatamente finalizzata alla pianificazione territoriale è stata comunque l'attribuzione delle classi di fattibilità geologica alle aree omogenee riconosciute.

La *carta di fattibilità geologica alle azioni di piano*, redatta secondo i criteri regionali, esprime le principali limitazioni agli interventi edificatori attuabili sul territorio e rappresenta lo strumento tecnico su cui compiere le scelte progettuali di gestione e destinazione d'uso del territorio.

La legenda descrittiva della tavola stessa fornisce indicazioni sulle principali caratteristiche di ogni area esprimendo un parere geologico sulla edificabilità ed indicando le indagini minime necessarie e gli interventi da prevedere in fase progettuale.

In sovrapposizione sono state individuate le zone di amplificazione sismica locale dipendenti, nel caso specifico, da caratteristiche geometrico – topografiche e/o litologiche.

La suddetta classificazione deve essere utilizzata congiuntamente alle “norme geologiche di piano” che ne riportano la relativa normativa d’uso (cfr. Cap. 10). Tale documentazione deve costituire parte integrante del Piano delle Regole ai sensi dell’art. 10, comma 1, lettera d) della L.R. 12/05.

Il presente studio geologico deve invece essere contenuto complessivamente nel Documento di Piano del P.G.T. ai sensi dell’art. 8, comma 1, lettera c) della L.R. 12/05.

I Tecnici

Dott. Geol. Enzo Visco

Dott. Geol. Marco Parmigiani

BIBLIOGRAFIA

- A.R.P.A. (2001) – Rapporto sullo Stato dell'Ambiente in Lombardia 2001
- ATTARDO (1995) – Relazione geologico – tecnica a supporto del P.R.U.G.
- BINI A.(1987) – L'apparato glaciale Wurmiano di Como. - Tesi di Dottorato, AA. 1987, Università di Milano
- BINI A., FELBER. M.,POMICINO N.,ZUCCOLI L. (2001) – Geologia del Mendrisiotto (Canton Ticino, Svizzera): Messiniano, Pliocene e Quaternario.
- CESTARI F. (1990) – Prove geotecniche in sito
- LANCELLOTTA R. (1987) – Geotecnica
- CIVITA M. (1990) – Legenda unificata per la carta della vulnerabilità intrinseca dei corpi idrici sotterranei/ Unified legend for the aquifer pollution vulnerability maps. Pitagora Edit., 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
- 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 (1988): PROGETTO CARTA PEDOLOGICA – I suoli del “Parco Pineta di Appiano Gentile - Tradate” e aree limitrofe.
- FUNARI E., BASTONE A., VOLTERRA L. (1992) – Acque potabili, Parametri chimici, chimico-fisici e indesiderabili.
- MAESTRELLO H., RIGAMONTI I., UGGERI A. (1993) – Carte della vulnerabilità intrinseca in ambiente di anfiteatro morenico: due esempi dalla Brianza comasca. - Atti Il Convegno Internazionale di Geoidrologia, Firenze, Dicembre 1993
- PETRARCA S., SPINELLI F., COGLIANI E., MANCINI M. (1999) – Profilo climatico dell'Italia.
- VISCO E. (2003) – Studio idrogeologico, idrochimico e ambientale e proposta di delimitazione delle aree di salvaguardia (D.G.R. n. 15137 del 27/06/1996) relativo alla derivazione ad uso potabile di acque pubbliche sotterranee da parte dell'acquedotto comunale;
- VISCO E., PARMIGIANI M. (2004) – Individuazione del reticolo idrografico minore come definito dalla D.G.R. 7/13950 del 01/08/2003 ad integrazione dello studio geologico di supporto al P.R.G.
- ZUCCOLI L. (1997) – Geologia dell'alta pianura lombarda tra i pianalti di Castelseprio e Tradate – Appiano Gentile.

Sono stati consultati inoltre studi geologici e indagini geognostiche, eseguiti per committenti privati e per il Comune di Lurago Marinone, depositati presso l'U.T. del comune medesimo.