



COMUNE DI MALNATE

Provincia di Varese

**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**

Dott. Geol. Marco Parmigiani

*Studi, consulenze e progetti nel settore della idrogeologia
e geologia ambientale*

Via R. Sanzio, 3 - Tradate (VA) Tel/ Fax 0331 - 810710
e_mail: parmig04@marcoparmigiani.191.it

C.F. PRM MRC 62H07 L319V - P. IVA n.02217070123

Settembre 2009



COMUNE DI MALNATE
Provincia di Varese

**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 E OBIETTIVI	1
	FASE DI ANALISI.....	3
2	INQUADRAMENTO METEO – CLIMATICO	4
2.1	CARATTERI GENERALI.....	4
2.2	CLIMATOLOGIA DELL'AREA PREALPINA	5
3	GEOMORFOLOGIA E GEOLOGIA	12
3.1	GEOMORFOLOGIA.....	12
3.2	GEOLOGIA DI SUPERFICIE	12
3.3	OSSERVAZIONI LITOSTRATIGRAFICHE DI DETTAGLIO	16
4	IDROGEOLOGIA	21
4.1	CLASSIFICAZIONE DELLE UNITÀ IDROGEOLOGICHE DI SOTTOSUOLO	21
4.2	PIEZOMETRIA DELLA FALDA IDRICA SUPERIORE	22
4.3	VULNERABILITÀ DEGLI ACQUIFERI ALL'INQUINAMENTO.....	23
4.4	QUALITÀ DELLE ACQUE SOTTERRANEE.....	24
4.4.1	<i>Considerazioni generali sullo stato fisico delle acque sotterranee.....</i>	<i>25</i>
4.4.2	<i>Classificazione idrochimica delle acque captate.....</i>	<i>26</i>
4.5	INDIVIDUAZIONE DELLE ZONE DI RISPETTO DELLE OPERE DI CAPTAZIONE.....	27
4.6	AREE DI INTERESSE ACQUEDOTTISTICO	29

5	VERIFICA DELLA DISPONIBILITÀ IDRICA.....	30
5.1	PREMESSA.....	30
5.2	IDENTIFICAZIONE DEL FABBISOGNO IDRICO E BILANCIO ACQUEDOTTISTICO.....	31
5.2.1	<i>Stato attuale</i>	<i>32</i>
5.2.2	<i>Proiezione in previsione del compimento delle azioni di Piano.....</i>	<i>33</i>
5.3	INDAGINE IMPIANTISTICA	35
5.3.1	<i>Schema della rete e caratteristiche delle opere</i>	<i>35</i>
5.3.2	<i>Regime dei prelievi</i>	<i>37</i>
5.3.3	<i>Disponibilità idrica extracomunale.....</i>	<i>39</i>
5.3.4	<i>Approvvigionamenti autonomi di acque pubbliche.....</i>	<i>40</i>
5.3.5	<i>Stima delle perdite della rete di adduzione e di distribuzione</i>	<i>41</i>
5.4	ANALISI IDROGEOLOGICA	41
5.4.1	<i>Analisi del regime delle precipitazioni e correlazione con il livello di falda</i>	<i>41</i>
5.4.2	<i>Analisi delle piezometrie dei pozzi</i>	<i>44</i>
5.4.3	<i>Esame della variazione di entità dei prelievi nell'ultimo decennio.....</i>	<i>47</i>
5.4.4	<i>Bilancio idrogeologico.....</i>	<i>49</i>
5.5	CONSIDERAZIONI FINALI E PROPOSTE	53
5.5.1	<i>Valutazioni rispetto alla dotazione idrica attuale</i>	<i>53</i>
5.5.2	<i>Proposte di intervento generali.....</i>	<i>53</i>
5.5.3	<i>Interventi infrastrutturali previsti</i>	<i>55</i>
5.5.4	<i>Verifica della sostenibilità idrica del P.G.T.</i>	<i>55</i>
5.5.5	<i>Misure da adottare per il risparmio idrico</i>	<i>57</i>
6	IDROGRAFIA.....	58
6.1	TIPOLOGIA DEI CORSI D'ACQUA	58
6.2	INDIVIDUAZIONE DEL RETICOLO IDRICO PRINCIPALE E MINORE	60
6.2.1	<i>Riferimenti normativi.....</i>	<i>60</i>
6.2.2	<i>Criteri e individuazione dei corsi d'acqua costituenti il reticolo idrografico</i>	<i>61</i>
6.3	INDIVIDUAZIONE DELLE FASCE DI RISPETTO	64
7	INQUADRAMENTO GEOLOGICO – TECNICO.....	66
7.1	AMBITI A CARATTERIZZAZIONE GEOMORFOLOGICA PREVALENTE.....	66
7.2	AMBITI A CARATTERIZZAZIONE LITOLOGICA PREVALENTE.....	67
7.3	SINTESI DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE DISPONIBILI	70
7.4	ULTERIORI ELEMENTI DI CARATTERE GEOLOGICO – TECNICO.....	81
8	IL RISCHIO DI ESPOSIZIONE AL GAS RADON	82
8.1	LA MAPPATURA DEL TERRITORIO LOMBARDO.....	82
8.2	RIFERIMENTI NORMATIVI	83
8.3	RISULTATI PRELIMINARI DELLO STUDIO ARPA.....	83
8.4	ACCORGIMENTI COSTRUTTIVI PER LE NUOVE EDIFICAZIONI.....	85
9	VALUTAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ PER FRANA.....	86
9.1	INDIVIDUAZIONE AREE PERICOLOSITÀ PER FRANA	86
9.2	METODOLOGIA DI ANALISI DELLA STABILITÀ DEI VERSANTI	87
9.2.1	<i>Analisi di stabilità di pendii in terreni sciolti</i>	<i>87</i>
9.3	ATTESTAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DELLE AREE POTENZIALMENTE FRANOSE	88
9.4	ATTESTAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEI DISSESTI GIÀ CENSITI.....	90

10	VALUTAZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO.....	92
10.1	RIFERIMENTI NORMATIVI E DI PIANIFICAZIONE.....	92
10.2	CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE DELLA PIANA ALLUVIONALE	96
10.2.1	<i>Stato delle opere di difesa spondale e principali situazioni di criticità idraulica</i>	97
10.3	NOTIZIE SUGLI EVENTI ALLUVIONALI.....	97
10.4	ACQUISIZIONE DEI DATI IDROLOGICI E QUANTIFICAZIONE DELLE PORTATE.....	100
10.5	DETERMINAZIONE DEI PROFILI DI CORRENTE	101
10.5.1	<i>Descrizione del codice di calcolo utilizzato per tracciare i profili di corrente ...</i>	102
10.5.2	<i>Impostazione del modello</i>	103
10.5.3	<i>Definizione del coefficiente di scabrezza</i>	104
10.5.4	<i>Risultati del modello</i>	105
10.5.5	<i>Considerazioni ulteriori sulle dinamiche di deflusso in alveo</i>	106
10.6	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE E ZONAZIONE DEL RISCHIO	107
10.7	ANALISI DEL “PROGETTO DI INQUADRAMENTO PAESAGGISTICO – LOCALITÀ FOLLA” REDATTO DALLO STUDIO MAZZUCHELLI-POZZI NELL’ANNO 2001.....	110
10.7.1	<i>Analisi dello “Studio idraulico di dettaglio ed indicazioni di progetto per le problematiche relative all’interazione tra fiume Olona e le strutture interne al programma integrato di intervento Folla Malnate” redatto da MMI nel dicembre 2006 ...</i>	111
10.8	ANALISI DELLO “STUDIO IDROLOGICO SUL TORRENTE QUADRONNA NEI COMUNI DI VEDANO OLONA E MALNATE PER LA DETERMINAZIONE DELLE PORTATE DI PIENA DI ASSEGNATO TEMPO DI RITORNO” REDATTO DALLA SOCIETÀ ETATEC NELL’ANNO 2006.	113
11	ANALISI DELLA SISMICITÀ DEL TERRITORIO	115
11.1	ASPETTI NORMATIVI E METODOLOGICI.....	115
11.2	ANALISI SISMICA DI BASE DEL TERRITORIO COMUNALE	116
11.3	SCENARI DI PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE E POSSIBILI EFFETTI INDOTTI	118
11.4	ANALISI DI LIVELLO II PER EDIFICI ED OPERE INFRASTRUTTURALI STRATEGICI E RILEVANTI (ELENCO TIPOLOGICO D.D.U.O. 21/11/2003 N. 19904).....	122
	FASE DI SINTESI – VALUTAZIONE – PROPOSTA	129
12	CLASSIFICAZIONE DEL COMUNE NELLA PIANIFICAZIONE TERRITORIALE PROVINCIALE	130
13	ADEGUAMENTO AL PIANO PER L’ASSETTO IDROGEOLOGICO (P.A.I.)	133
13.1	SIGNIFICATO DELLE FASCE FLUVIALI DEL PAI SUL F. OLONA, SUL T. BEVERA E SUL RIO LANZA	133
13.2	QUADRO DEI DISSESTI CON LEGENDA PAI.....	134
13.2.1	<i>Ambito delle frane</i>	135
13.2.2	<i>Ambito dei torrenti</i>	135
13.2.3	<i>Ambito delle conoidi</i>	136
14	QUADRO DEI VINCOLI NORMATIVI VIGENTI SUL TERRITORIO.....	137
15	SINTESI DELLE CONOSCENZE ACQUISITE.....	142
16	CLASSI DI FATTIBILITÀ GEOLOGICA E NORME GEOLOGICHE DI PIANO	145
16.1	CONSIDERAZIONI GENERALI E METODOLOGICHE	145

16.2	AZZONAMENTO DEL TERRITORIO IN CLASSI DI FATTIBILITÀ GEOLOGICA E RELATIVE NORME	147
16.3	NORME ANTISISMICHE	158
16.3.1	<i>Norme di carattere generale</i>	158
16.3.2	<i>Indagini per la caratterizzazione sismica locale</i>	160
16.3.3	<i>Norme relative agli ambiti di amplificazione sismica locale</i>	160
16.3.4	<i>Norme specifiche per gli edifici ed opere infrastrutturali di cui alla D.D.U.O. 21/11/2003 (opere ed edifici strategici e rilevanti)</i>	161
16.4	NORME DI POLIZIA IDRAULICA	163
16.4.1	<i>Normativa per le fasce di rispetto assoluto dei corsi d'acqua</i>	164
16.4.2	<i>Normativa per le fasce di pertinenza dei corsi d'acqua</i>	167
16.4.3	<i>Tombinature e attraversamenti</i>	168
16.4.4	<i>Scarichi in corsi d'acqua</i>	170
16.4.5	<i>Interventi per la realizzazione di opere pubbliche o di interesse pubblico (infrastrutture lineari e a rete)</i>	171
16.4.6	<i>Concessioni in area demaniale</i>	172
16.4.7	<i>Norme per la manutenzione</i>	172
16.5	NORME GENERALI PER L'ACCERTAMENTO DELLA SALUBRITÀ DEI TERRENI NELL'AMBITO DELLA RICONVERSIONE DI ATTIVITÀ INDUSTRIALI DISMESSE	175
17	CONCLUSIONI	177
18	BIBLIOGRAFIA	179

Allegati

- All. 1:** Elenco pozzi e sorgenti del Comune di Malnate
- All. 2:** Schede dei pozzi pubblici
- All. 3:** Stratigrafie dei pozzi pubblici
- All. 4** Analisi chimico – fisiche delle acque dei pozzi comunali
- All. 5:** Stima fabbisogni idrici e bilancio acquedottistico del Comune di Malnate secondo i criteri del Programma di Tutela e Uso delle Acque (P.T.U.A. appendice F)
- All. 6:** Bilancio idrogeologico del Comune di Malnate
- All. 7** Schema rete acquedotto, regime dei prelievi e misure piezometriche (dati forniti da ASPEM Varese)
- All. 8:** Analisi di stabilità del pendio
- All. 9:** Schede per il censimento delle frane
- All. 10:** Schede per il censimento delle conoidi
- All. 11:** Estratto tavole di delimitazione delle Fasce Fluviali P.A.I.
- All. 12:** Sezioni modello idraulico
- All. 13** Analisi di livello II – effetti morfologici – Ambito di trasformazione AT7
- All. 14** Approvazione della ridelimitazione delle Zone di Rispetto dei pozzi Celidonia (Comune di Vedano Olona)

Tavole

- Tav. 1:** Geologia e geomorfologia – 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:** Approfondimento per l'attestazione della pericolosità per frana e attribuzione delle classi di pericolosità – scala 1:5.000
- Tav. 6:** Individuazione del reticolo idrografico principale e minore – scala 1:5.000
- Tav. 7:** Individuazione dei corpi idrici demaniali su mappe del catasto terreno – scala 1:10.000
- Tav. 8:** Zonazione del rischio idraulico – scala 1: 4.000
- Tav. 9:** Carta della pericolosità sismica locale – scala 1:5.000
- Tav. 10:** Quadro dei dissesti con legenda P.A.I. – scala 1:10.000
- Tav. 11:** Sintesi delle conoscenze acquisite – scala 1:5.000
- Tav. 12:** Carta dei vincoli – scala 1:5.000
- Tav. 13a:** Carta di fattibilità geologica delle azioni di piano – scala 1:5.000
- Tav. 13b:** Legenda descrittiva della carta di fattibilità geologica
- Tav. 14:** Carta di fattibilità geologica alle azioni di piano – scala 1:10.000

1 PREMESSA E OBIETTIVI

Il Comune di Malnate 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, tra cui il precedente studio geologico comunale (Parmigiani 2000), che l'effettuazione di nuovi rilevamenti diretti sul territorio.

La metodologia proposta, secondo quanto previsto dai criteri regionali, 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.

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” che riportano le specifiche normative d'uso.

Questi elaborati sintetizzano le principali problematiche di carattere geologico – tecnico ed idrogeologico del territorio, indicando le caratteristiche di ogni area omogenea ed i necessari interventi di salvaguardia da attuare, anche in relazione alla vincolistica ambientale vigente.

Il rilevamento geologico effettuato per il presente lavoro è stato eseguito su base fotogrammetrica in scala 1:2.000 (centri abitati) e 1:5000 (zone periferiche non urbanizzate); le tavole tecniche sono restituite, a seconda degli specifici tematismi esaminati, alle scale 1:10.000, 1:5.000 e 1:2.000.

Si precisa che gli elaborati del presente studio recepiscono le osservazioni e richieste di integrazione di cui al parere della Provincia di Varese allegato alla D.G.P. n. 258 del 03 giugno 2009, relativa alla Valutazione ambientale Strategica del Piano di Governo del Territorio di Malnate.

Tali elaborati (Settembre 2009) sostituiscono integralmente la versione datata Marzo 2008.

FASE DI ANALISI

Allegati

- All. 1:** Elenco pozzi e sorgenti del Comune di Malnate
- All. 2:** Schede dei pozzi pubblici
- All. 3:** Stratigrafie dei pozzi pubblici
- All. 4** Analisi chimico – fisiche delle acque dei pozzi comunali
- All. 5:** Stima fabbisogni idrici e bilancio acquedottistico del Comune di Malnate secondo i criteri del Programma di Tutela e Uso delle Acque (P.T.U.A. appendice F)
- All. 6:** Bilancio idrogeologico del Comune di Malnate
- All. 7** Schema rete acquedotto, regime dei prelievi e misure piezometriche (dati forniti da ASPEM Varese)
- All. 8:** Analisi di stabilità del pendio
- All. 9:** Schede per il censimento delle frane
- All. 10:** Schede per il censimento delle conoidi
- All. 11:** Estratto tavole di delimitazione delle Fasce Fluviali P.A.I.
- All. 12:** Sezioni modello idraulico
- All. 13** Analisi di livello II – effetti morfologici – Ambito di trasformazione AT7

Tavole

- Tav. 1:** Geologia e geomorfologia – 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:** Approfondimento per l'attestazione della pericolosità per frana e attribuzione delle classi di pericolosità – scala 1:5.000
- Tav. 6:** Individuazione del reticolo idrografico principale e minore – scala 1:5.000
- Tav. 7:** Individuazione dei corpi idrici demaniali su mappe del catasto terreno – scala 1:10.000
- Tav. 8:** Zonazione del rischio idraulico – scala 1: 4.000
- Tav. 9:** 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 (ciclogenesi 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 delle fasi di maggior stabilità estiva o invernale.

2.2 Climatologia dell'area prealpina

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.

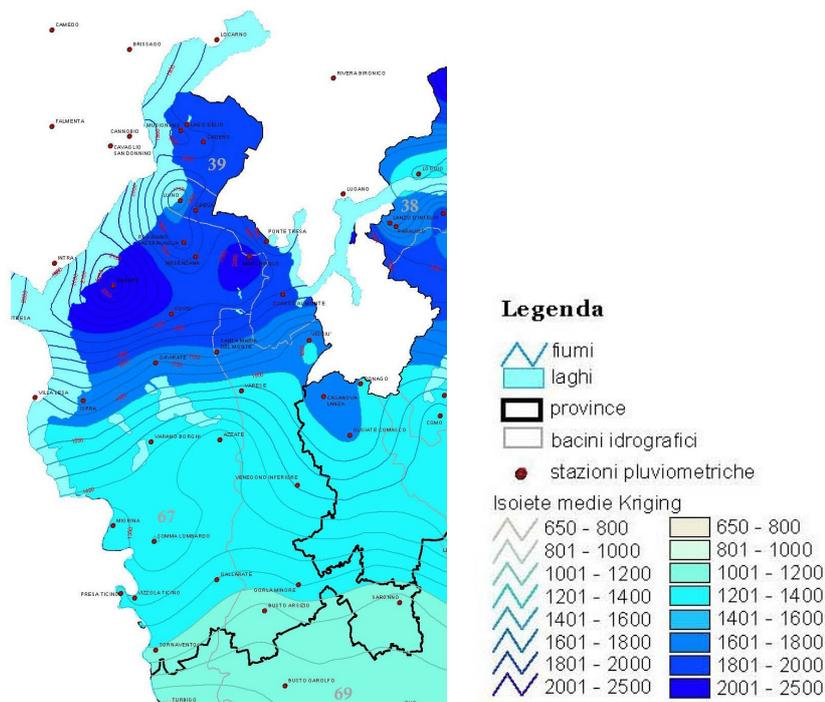
Condizioni climatiche particolari, soprattutto da un punto di vista igrometrico e pluviometrico, si riscontrano nella parte centrale delle Alpi (esempio: Alta Valtellina) che risulta molto asciutta (precipitazioni medie annue inferiori agli 800 mm) manifestando così i caratteri tipici del clima endoalpino. 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.

Il Comune di Malnate si inserisce nell'ambiente fisioclimatico della zona collinare morenica, subito a valle dei rilievi montuosi prealpini. Dal punto di

vista climatico, perciò, risente della protezione dell'arco alpino dai freddi venti settentrionali e dalle perturbazioni provenienti dal versante Nord alpino. Questo "effetto barriera", che i monti oppongono, altera le condizioni atmosferiche generali ed assicura un clima meno rigido con una maggiore impronta mediterranea. La stretta vicinanza con i laghi prealpini, inoltre, porta ad una mitigazione degli estremi di temperatura.

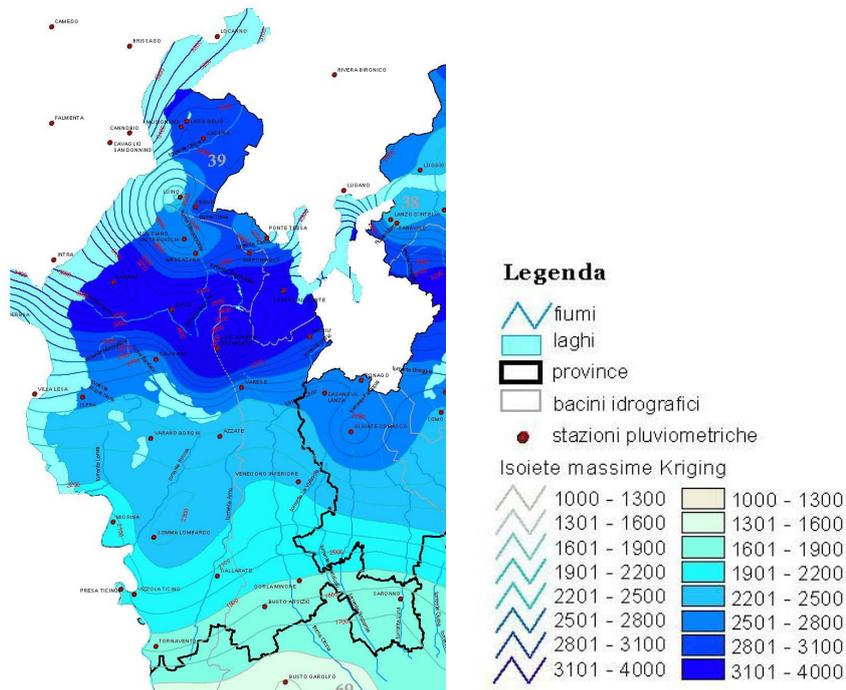
Il regime pluviometrico nel territorio di interesse è di tipo "prealpino", caratterizzato in generale da stagioni autunnali e primaverili più piovose, in quanto la frequente presenza di correnti atlantiche, spesso associate a depressioni sul Mediterraneo, favorisce le cosiddette "piogge equinoziali".

I risultati dell'elaborazione dei dati pluviometrici, illustrata nella Carta delle precipitazioni annue, mostrano che le precipitazioni medie annue tendono progressivamente ad aumentare, spostandosi dalla Pianura Padana verso i rilievi prealpini.

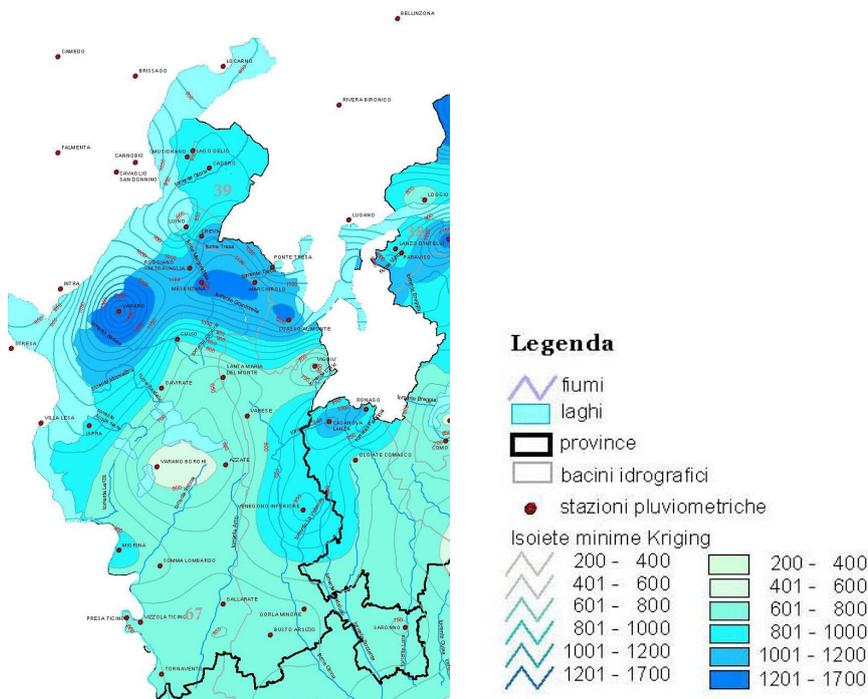


Precipitazioni medie – Estratto della Carta delle precipitazioni medie, massime e minime annue del territorio alpino della Regione Lombardia (registrate nel periodo 1891 – 1990)

Confrontando tale andamento con i valori delle precipitazioni massime annue e delle precipitazioni minime annue conferma, a grandi linee, le considerazioni sopra riportate.



Precipitazioni massime – Estratto della Carta delle precipitazioni medie, massime e minime annue del territorio alpino della Regione Lombardia (registrate nel periodo 1891 – 1990)



Precipitazioni minime – Estratto della Carta delle precipitazioni medie, massime e minime annue del territorio alpino della Regione Lombardia (registrate nel periodo 1891 – 1990)

Le considerazioni climatiche sono desunte dai dati termo – pluviometrici registrati dalla stazione di Varese – Campo dei Fiori, raccolti dal Centro Geofisico Prealpino e pubblicati sul sito www.centrometeolombardo.com.

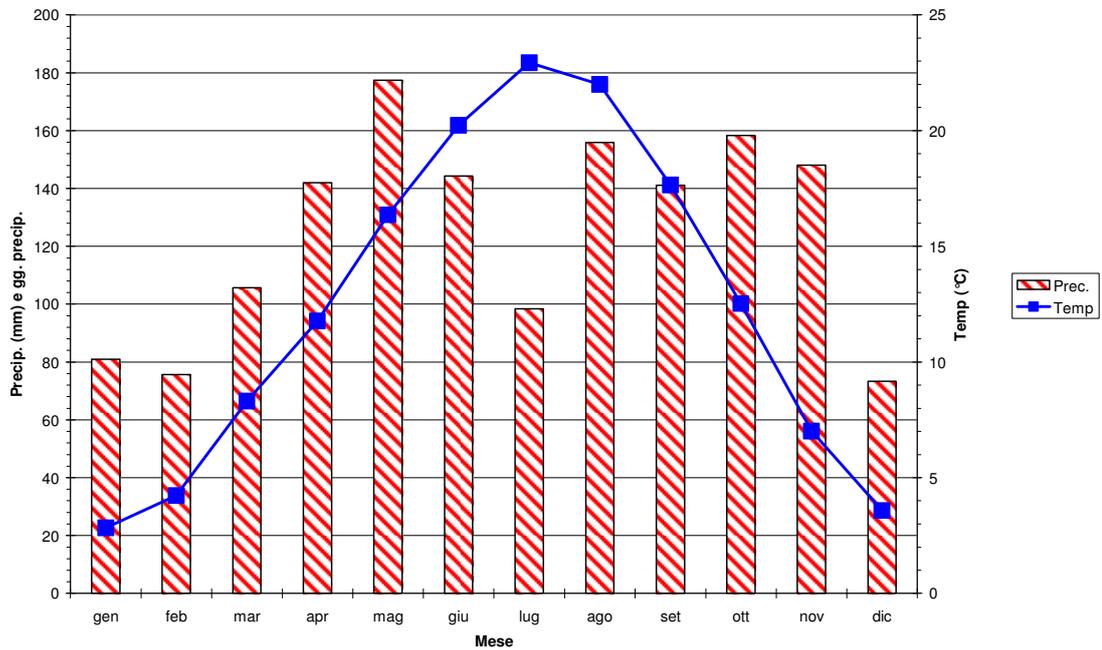
Tali dati coprono un orizzonte temporale di circa 40 anni (1967 – 2007), dunque forniscono una visione sufficientemente ampia dell'andamento climatico e pluviometrico dell'area di interesse.

I dati di pioggia e temperatura medi, valutati nell'arco dei 40 anni di riferimento, sono riassunti nella tabella seguente:

Mese	Temperatura media	Precipitazioni
	(°C)	mm
Gennaio	2,83	80,90
Febbraio	4,23	75,58
Marzo	8,31	105,67
Aprile	11,77	142,02
Maggio	16,36	177,37
Giugno	20,23	144,32
Luglio	22,93	98,42
Agosto	22,00	155,92
Settembre	17,65	141,14
Ottobre	12,52	158,29
Novembre	7,01	148,02
Dicembre	3,58	73,34
Anno	12,45	1500,99

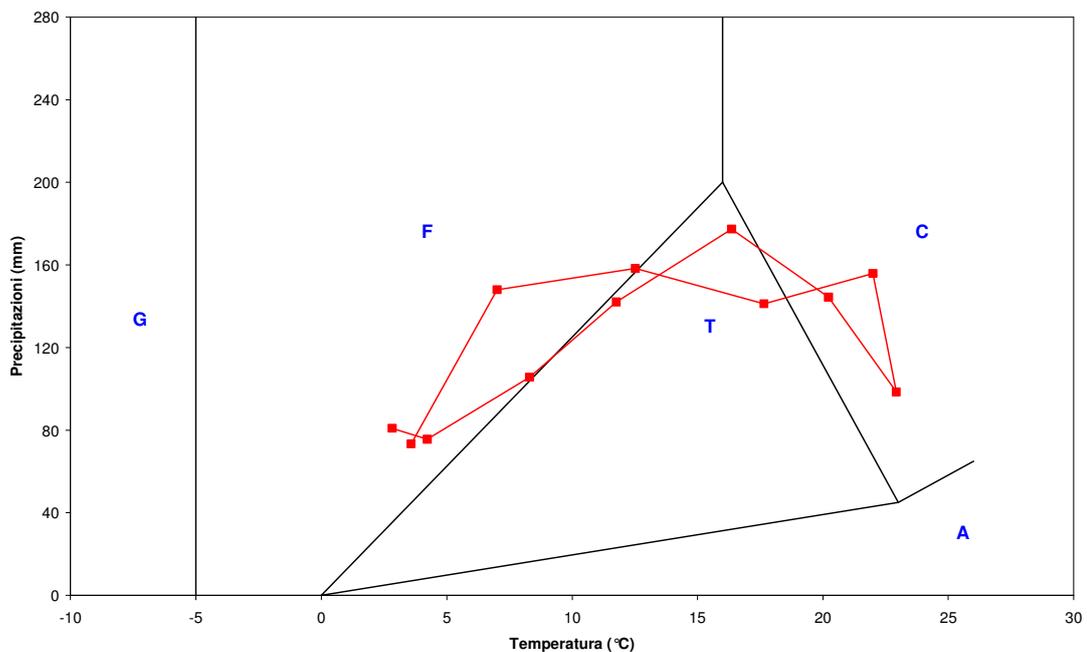
La temperatura media annua è di 12,45°C, con un'escursione termica annua (differenza tra la temperatura media del mese più caldo e la temperatura media del mese più freddo) di 20,1°C; il mese più freddo è gennaio, con 2,83°C, mentre quello più caldo è luglio con 22,93°C; da gennaio le temperature crescono regolarmente fino a raggiungere il loro massimo a luglio, successivamente decrescono con il medesimo gradiente nei restanti mesi dell'anno.

Per quanto riguarda, invece, le precipitazioni, i valori medi annuali si aggirano attorno ai 1500 mm/anno. I valori massimi si registrano in primavera e in autunno (tra i 150 e i 180 mm/mese), mentre i valori minimi si hanno in inverno e in estate (tra i 70 e i 100 mm/mese).



Il climogramma di Péguy definisce i seguenti climi:

- mesi freddi (Gennaio, Febbraio, Marzo, Novembre, Dicembre);
- mesi temperati (Aprile, Maggio, Settembre, Ottobre);
- mesi caldi (Giugno, Luglio, Agosto)



In relazione alle elaborazioni finalizzate allo studio dei fabbisogni idrici, del bilancio idrico e di quello idrogeologico all'interno del Comune di Malnate, risulta di notevole interesse la variabilità mensile di temperature e precipitazioni, soprattutto per il fenomeno dell'evapotraspirazione, il quale risulta più marcato nei mesi primaverili ed estivi e invece meno accentuato in quelli autunnali e invernali.

La stima dell'evapotraspirazione consiste nella valutazione della quantità d'acqua che dal terreno torna in atmosfera allo stato di vapore per effetto congiunto della traspirazione, attraverso le piante, e dell'evaporazione, direttamente dal suolo e dagli specchi d'acqua.

Per la valutazione del volume d'acqua che potrebbe essere potenzialmente perso per evapotraspirazione è stato impiegato il modello di Thornthwaite. Tale scelta è dovuta al fatto che questo metodo consente una valutazione piuttosto realistica e in buon accordo con le misure dirette dell'entità del fenomeno, necessitando in ingresso solo del relativo dato di temperatura.

La formula di Thornthwaite ha la seguente forma:

$$EP = K \cdot 16 \cdot \left(\frac{10 \cdot T}{ic} \right)^\alpha$$

dove EP è l'evapotraspirazione media mensile potenziale (mm), T è la temperatura media mensile dell'aria (°C), ic è l'indice mensile di calore dato da:

$$ic = \sum \left(\frac{T}{5} \right)^{1.514}$$

α un coefficiente dato da

$$\alpha = \frac{675 \cdot ic^3}{10^9} - \frac{771 \cdot ic^2}{10^7} + \frac{1792 \cdot ic}{10^5} + 0.49239$$

e K è un coefficiente correttivo che tiene conto dell'insolazione. Per le latitudini del Centro-Nord Italia, si usano i seguenti 12 valori mensili di K:

Gennaio	0,81	Luglio	1,30
Febbraio	0,82	Agosto	1,20
Marzo	1,02	Settembre	1,04
Aprile	1,12	Ottobre	0,95
Maggio	1,26	Novembre	0,81
Giugno	1,28	Dicembre	0,77

Pertanto, l'evapotraspirazione potenziale stimata per i 12 mesi è pari a:

Mese	Evapotraspirazione
	mm
Gennaio	5,49
Febbraio	9,49
Marzo	29,22
Aprile	51,10
Maggio	89,28
Giugno	120,57
Luglio	144,77
Agosto	126,41
Settembre	81,61
Ottobre	47,08
Novembre	18,47
Dicembre	7,15

La precipitazione che raggiunge effettivamente il suolo (precipitazione efficace P_{eff}), quindi, è data dalla differenza tra precipitazione totale e evapotraspirazione

In particolare, si osserva che l'evapotraspirazione potenziale nel mese di luglio è maggiore della precipitazione media mensile; la precipitazione efficace in tal caso è posta pari a 0.

Mese	P_{eff}
	mm
Gennaio	75,41
Febbraio	66,08
Marzo	76,45
Aprile	90,91
Maggio	88,09
Giugno	23,75
Luglio	0,00
Agosto	29,51
Settembre	59,54
Ottobre	111,21
Novembre	129,55
Dicembre	66,2

3 GEOMORFOLOGIA E GEOLOGIA

3.1 Geomorfologia

Il territorio comunale di Malnate, situato a Sud Est della città di Varese, si posiziona in un contesto morfologico di raccordo tra i primi rilievi prealpini e la pianura lombarda.

Per questo motivo le caratteristiche morfologiche dell'intera zona sono condizionate dalla sovrapposizione di due contesti relativamente diversi.

La maggior parte del territorio è caratterizzata da una morfologia tipicamente glaciale con la presenza di cordoni morenici, terrazzi e piane fluvioglaciali. Tale morfologia conferisce all'area nella quale si è sviluppato l'abitato di Malnate un aspetto variamente ondulato e con declivi relativamente dolci.

Nelle zone orientali del comune, invece, si esplicano i caratteri prealpini con la presenza di substrato roccioso affiorante o subaffiorante a causa dell'esigua copertura dei depositi glaciali. Si hanno in questo caso morfologie relativamente più collinari in cui spicca il Monte Morone come unico rilievo di una certa importanza di tutta l'area.

Dal punto di vista idrografico, l'area presenta alcuni corsi d'acqua importanti con alveo ben sviluppato: il Fiume Olona, ad andamento prevalentemente N – S; il Rio Lanza, il Torrente Quadronna e il Torrente Fugascè ad andamento NE – SW.

Il F. Olona e il Rio Lanza rappresentano rispettivamente i confini occidentale e settentrionale del territorio comunale.

Questi corsi hanno inciso abbastanza profondamente il territorio e i loro versanti sono, per questo motivo, delimitati da vere e proprie scarpate, talvolta formate in roccia in quanto l'erosione è giunta sino al substrato.

3.2 Geologia di superficie

I lineamenti geologico – strutturali e litologici del territorio comunale di Malnate sono assai complessi e per certi aspetti peculiari (**Tav. 1**).

Le caratteristiche litologiche delle unità riconosciute 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.

Le unità affioranti vengono qui 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).

FGL UNITÀ DEL FIUME OLONA

Assimilata all'Unità postglaciale

(Pleistocene sup. – Olocene)

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

Da un punto di vista litologico, i depositi presentano caratteristiche diverse in funzione della facies sedimentaria di appartenenza:

- depositi fluviali: costituiti da ghiaie medio – grossolane a supporto di matrice sabbiosa, da sabbie a stratificazione orizzontale e da sabbie fini e limi a laminazione pianoparallela orizzontale;
- depositi lacustri: costituiti da limi e argille a laminazione pianoparallela orizzontale o massivi, con intercalati livelli di torba.

CA UNITÀ DELLA BERGAMINA

Assimilata all'Alloformazione di Cantù

(Pleistocene sup.) (Fluvioglaciale Würm degli Autori precedenti)

L'unità è costituita da soli depositi fluvioglaciali con profilo di alterazione poco evoluto, inferiore ai 2 m, e con colore della matrice 10YR (Munsell Soil Color Charts).

Su terreno si riscontrano:

- depositi fluvioglaciali: costituiti da ghiaia e sabbia grossolana a supporto di matrice fino a sabbia fine limosa, generalmente a stratificazione orizzontale.

BE UNITÀ DEL PIANALTO DI MALNATE

Assimilata all'Unità dell'Allogruppo di Besnate

(Pleistocene medio – sup. - Fluvioglaciale Würm degli Autori precedenti)

L'unità è costituita da depositi glaciali e 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 (Munsell Soil Color Charts). L'alterazione, in genere, è limitata al 30% dei clasti con litotipi calcarei decarbonatati e litotipi cristallini parzialmente arenizzati.

È presente una copertura loessica discontinua di colore 7.5YR.

Da un punto di vista litologico, i depositi presentano caratteristiche diverse in funzione della facies sedimentaria di appartenenza:

- depositi glaciali: costituiti da diamicton massivi a supporto di matrice limosa o sabbiosa, con clasti poligenici. Sono da normal a sovraconsolidati.
- depositi fluvioglaciali: costituiti da ghiaie stratificate a supporto di clasti o a supporto di matrice sabbiosa, da sabbie grossolane pulite a stratificazione pianoparallela orizzontale o incrociata e da limi a laminazione pianoparallela.

ALB UNITÀ DEL PIANALTO DI VEDANO OLONA

Assimilata all'Alloformazione di Albizzate

(Pleistocene medio – sup. - Fluvioglaciale Riss degli Autori precedenti)

L'unità è costituita da depositi fluvioglaciali prevalentemente grossolani. La litologia dominante è rappresentata da ghiaie a supporto clastico, con matrice fine (limoso – argillosa) talvolta abbondante di colore marrone ocraceo.

I ciottoli sono generalmente da arrotondati a sub-arrotondati, poligenici, con diametro variabile, generalmente inferiore ai 20 cm. Il grado di alterazione è medio: i clasti carbonatici sono completamente argillificati fino alla profondità di circa 4-5 metri, mentre i clasti metamorfici sono fortemente alterati per i primi 3 metri.

I depositi sono massivi o organizzati in livelli mal definiti, identificabili per variazioni granulometriche. Le strutture sedimentarie, rare e concentrate in pochi livelli, sono rappresentate da embricature e isoorientazione dei ciottoli.

Nel territorio di Malnate le ghiaie sono ricoperte da un livello di sedimenti fini di spessore variabile tra 1.5 e 2.5 metri costituito da limi e limi argillosi massivi; la frazione argillosa aumenta verso la base, dove sono presenti rari ciottoli con diametro inferiore ai 2 cm. La colorazione è varia, da bruno rossiccia a giallo ocra. Il limite tra il livello superiore e le ghiaie è generalmente netto.

CP UNITÀ DEI CONGLOMERATI DI MALNATE

(Pliocene sup.)

L'unità è costituita da depositi fluvioglaciali tipici di una piana fluviale braided.

Litologicamente sono costituiti da conglomerati grossolani a supporto di matrice sabbiosa, localmente a supporto di clasti, organizzati in grossi banchi di spessore variabile, e da strati di arenarie e sabbie grossolane. La

cementazione è variabile, ma generalmente è ottima; sono presenti però livelli non cementati di ghiaie e sabbie. Sono presenti litotipi diversi con presenza di calcari, vulcaniti e rocce cristalline.

Si osserva un profilo di alterazione con strutture a organi geologici, con pilastri alti sino a 10 m.

ACS ARGILLE DI CASTEL DI SOTTO (*Pliocene inferiore*)

L'unità è costituita da depositi marini.

Litologicamente, sono costituiti da argille marnose grigio - blu, talvolta limose, stratificate o massive, con fossili e bioturbazioni.

GO GONFOLITE LOMBARDA (*Rupeliano sup. – Miocene medio – sup.*)

Successione di risedimenti conglomeratici ed arenacei con peliti associate, sviluppati in ambiente marino profondo per uno spessore di circa 3000 m.

Ad essa si collega la successione torbidityca prevalentemente arenaceo – pelitica, di età compresa tra l'Oligocene superiore ed il Langhiano (settore sudalpino del substrato padano).

La gonfolite rappresenta un cuneo clastico riferito al bacino orogenico impostato su di un margine continentale attivo, all'interno del quale si riconoscono diverse sequenze deposizionali.

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 e di contatto glaciale*: ghiaie e sabbie in abbondante matrice limosa, generalmente ben consolidati, massivi o con strutture da trasporto da correnti ad alta energia.
- *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 lacustri*: sabbie fini massive e limi argillosi senza evidenti strutture e con abbondanza di materiale organico.
- *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. 4**.

SEZIONE A

0-250 cm	Limo sabbioso rossiccio
250-350 cm	Ghiaia media e grossolana mediamente alterata in matrice sabbioso limosa. Diametro medio dei ciottoli 10 cm e massimo 30 cm

SEZIONE B

0-100 cm	Limo sabbioso rossiccio
100-200 cm	Ghiaia media a supporto clastico con ciottoli embricati poco alterati
200-300 cm	Argilla limosa grigio scura

SEZIONE C

0-150 cm	Diamicton massivo con matrice sabbioso limosa. Blocchi litoidi con diametro massimo di 50 cm
----------	--

SEZIONE D

0-100 cm	Limo sabbioso bruno
100-150 cm	Ghiaia sabbioso limosa debolmente alterata

SEZIONE E

0-150 cm	Ghiaia sabbioso limosa debolmente alterata
----------	--

SEZIONE F

0-200 cm	Limo sabbioso rossiccio
200-350 cm	Ghiaia media e grossolana mediamente alterata in matrice sabbioso limosa. Diametro medio dei ciottoli 10 cm e massimo 30 cm

SEZIONE G

0-40 cm	Terreno di coltivo
40-180 cm	Limo sabbioso e argilloso bruno rossiccio non plastico con frustoli vegetali e rari clasti sabbiosi
180-350 cm	Ghiaia poligenica grossolana con clasti mediamente alterati, subarrotondati, dapprima a supporto di matrice quindi a supporto clastico. Diametro massimo dei clasti 35 cm; diametro medio 10 cm. Matrice dapprima limosa e in profondità sabbiosa color ocra-nocciola

SEZIONE H

0-80 cm	Terreno vegetale e terreno di riporto limoso con ghiaia e ciottoli di colore bruno
80-200 cm	Limo debolmente argilloso con clasti sparsi delle dimensioni di ghiaia da fine a grossolana; colore d'insieme bruno
200-300 cm	Limo argilloso poco addensato privo di clasti, umido, di colore nocciola

SEZIONE I

0-45 cm	Terreno vegetale e suolo attuale con terreno di riporto
45-145 cm	Ghiaia grossolana con ciottoli a supporto di matrice sabbiosa, clasti poligenici prevalentemente subangolati e di forma piatta e allungata; colore da bruno a nocciola. Probabile terreno di riporto o rimaneggiato
145-350 cm	Ghiaia sabbiosa e ciottoli, debolmente limosa e argillosa. Clasti poligenici con presenza di alcuni ciottoli di dimensioni elevate (diametro massimo 30 cm e medio 10 cm)

SEZIONE L

0-35 cm	Terreno di coltivo costituito da limo bruno
35-250 cm	Terreno limoso – argilloso umido color nocciola, apparentemente privo di ciottoli

SEZIONE M

0-40 cm	Terreno di riporto
40-250 cm	Ciottoli e blocchi in matrice sabbiosa grigia
250-350 cm	Sabbie fini molto addensate color nocciola

SEZIONE N

0-45 cm	Terreno vegetale e suolo
45-145 cm	Ghiaia grossolana con ciottoli a supporto di matrice sabbiosa, clasti poligenici prevalentemente subangolati e di forma piatta e allungata; colore da bruno a nocciola. Probabile terreno di riporto o rimaneggiato
145-500 cm	Ghiaia sabbiosa e ciottoli, debolmente limosa e argillosa. Clasti poligenici con presenza di alcuni ciottoli di dimensioni elevate (diametro massimo 30 cm e medio 10 cm)

SEZIONE O

0-160 cm	Terreno di riporto
160-300 cm	Limo sabbioso con clasti ghiaiosi
300-350 cm	Sabbie limose con ghiaietto

SEZIONE P

0-80 cm	Terreno di riporto e di coltivo
80-350 cm	Depositi sabbioso ghiaiosi con ciottoli

SEZIONE Q

0-120 cm	Terreno di riporto e coltivo
120-300 cm	Limo sabbioso
300-400 cm	Sabbie e ghiaie limose con ciottoli

SEZIONE R

0-230 cm	Terreno di coltivo costituito da limo sabbioso
230-400 cm	Terreno sabbioso ghiaioso

SEZIONE S

0-30 cm	Terreno di riporto
30-140 cm	Limo sabbioso
140-190 cm	Sabbia e ghiaia da media a grossolana

SEZIONE T

0-30 cm	Terreno di coltivo sabbioso limoso
30-140 cm	Sabbia media e ghiaia medio fine

SEZIONE U

0-80 cm	Terreno di riporto e argilla nera con ciottoli
80-140 cm	Ghiaia mista in matrice argillosa
140-620 cm	Sabbia grossolana limosa passante a limo argilloso con ciottoli
620-660 cm	Limo sabbioso
660-750 cm	Ghiaia fine, sabbia e limo
750-1000 cm	Ghiaia fine sabbiosa

4 IDROGEOLOGIA

4.1 *Classificazione delle unità idrogeologiche di sottosuolo*

L'assetto idrogeologico del territorio di Malnate è stato descritto ricorrendo all'elaborazione di alcune sezioni che correlano i dati stratigrafici dei pozzi per acqua presenti nell'area in esame.

Sulla base delle caratteristiche litologiche dedotte dalle stratigrafie dei pozzi più significativi, sia pubblici sia privati, si sono classificate nel sottosuolo varie unità idrogeologiche, distinguibili per la loro omogeneità di costituzione e di continuità orizzontale e verticale.

I rapporti stratigrafici tra le unità idrogeologiche seguenti sono illustrati nelle sezioni di **Tav. 3**, sviluppate secondo le tracce riportate in **Tav. 2**.

L'interpretazione delle sezioni permette di definire la distribuzione orizzontale e verticale delle unità idrogeologiche principali e visualizzare l'andamento della superficie piezometrica.

I caratteri essenziali delle unità possono essere così descritti, a partire dall'unità più profonda, alla più superficiale:

1 UNITÀ DEL SUBSTRATO ROCCIOSO

Il substrato roccioso è rappresentato dalla "Gonfolite", formazione geologica costituita da litologie arenaceo – conglomeratiche e marnose.

Detta unità affiora in superficie nel settore posto circa 1 km a Nord dell'area della ex cava (Monte Morone) quindi, verso Sud-Ovest, si approfondisce dapprima gradualmente e quindi in modo più repentino in corrispondenza della paleovalle Olona.

Per le caratteristiche litologiche che la contraddistinguono, la Gonfolite non è generalmente sede di circolazione idrica significativa come dimostrano alcune perforazioni che l'hanno esplorata in questa zona.

2 UNITÀ DELLE ARGILLE PREVALENTI

L'unità è caratterizzata da depositi a granulometria fine limoso – argillosa con intercalazioni di depositi più grossolani dotati di sufficiente spessore per costituire sede di falde idriche confinate (in pressione) di interesse acquedottistico.

Tale unità colma le depressioni erosionali del substrato roccioso e presenta pertanto i suoi massimi spessori in corrispondenza della valle Olona dove

alcune perforazioni l'hanno attraversata per oltre 200 m.

Le falde confinate contenute sono generalmente di media produttività, ma di buone caratteristiche idrochimiche oltre che notevole protezione dall'inquinamento superficiale.

Tale unità argillosa, unitamente al substrato roccioso, costituisce la base impermeabile della falda idrica superiore.

3 UNITÀ DELLE GHIAIE E GHIAIE – ARGILLOSE

L'unità è costituita da depositi di origine fluvioglaciale a diversa granulometria, con prevalenti ghiaie e sabbie sciolte o debolmente cementate.

Lo spessore è notevolmente variabile in quanto il limite superiore dell'unità coincide con la superficie topografica.

L'unità è sede della falda idrica superiore di tipo libero che, in corrispondenza dell'abitato di Malnate si trova a quote decisamente elevate essendo localmente sostenuta dal substrato impermeabile (roccia e argilla).

All'interno dell'unità la falda idrica confluisce senza alcuna compartimentazione verso l'asse principale della Valle Olona e da qui acquisisce direzione principale di scorrimento verso Sud (vedi anche **Tav. 2**).

4.2 Piezometria della falda idrica superiore

La rappresentazione dell'andamento della superficie piezometrica è stata effettuata grazie all'elaborazione di dati di misure di livello condotte nel corso di precedenti studi, anche di comuni limitrofi.

Le misure hanno interessato pozzi pubblici (uso potabile) e privati (uso industriale e domestico) presenti in territorio di Malnate, Vedano Olona e Lozza, scelti tra quelli captanti sia l'acquifero superiore (Unità 3) che gli acquiferi profondi (Unità 2).

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. Quadronna - F. Olona).

Nell'area in esame si osserva che la direzione principale del flusso idrico sotterraneo è orientata Nord-Sud in accordo con l'andamento generale della Valle Olona.

Nel settore Nord-Est del territorio considerato si osserva che le quote altimetriche della falda sono piuttosto alte a testimonianza che la falda è prossima all'area di alimentazione e risente della presenza del substrato impermeabile a debole profondità che la sostiene conferendole caratteristiche di falda sospesa rispetto al sistema principale.

Verso Sud-Ovest, approfondendosi il substrato si assiste ad un repentino decremento delle quote piezometriche che testimoniano la confluenza della falda sospesa nella falda principale della Valle Olona.

Il gradiente della falda varia nel territorio considerato ed è maggiore nella porzione Nord-Est proprio dove si realizza la suddetta confluenza (drenanza verticale) per poi diminuire e stabilizzarsi in corrispondenza della Valle Olona.

I valori variano pertanto dal 5 per cento nella zona a monte, al 6 per mille in Valle Olona.

Dalla **Tav. 2** si osserva inoltre che nel settore Sud-Ovest la falda superiore si pone in equilibrio con le quote del F. Olona che localmente interagisce con la falda ed ha ruolo drenante della falda stessa.

4.3 Vulnerabilità degli acquiferi all'inquinamento

Pur non essendo stata redatta una specifica cartografia che classifica la vulnerabilità degli acquiferi all'inquinamento, in **Tav. 2** sono state individuate le aree che presentano una maggiore esposizione e attitudine a fenomeni di contaminazione che possono verificarsi sul suolo o nel primo sottosuolo.

Tali aree sono state individuate sulla base del metodo della Legenda unificata, messo a punto da Civita M. (1990) nell'ambito del progetto VAZAR (Vulnerabilità degli acquiferi ad alto rischio) del CNR, cui sono state applicate alcune modifiche (Maestrello H., Rigamonti I., Uggeri A.) per adattare le definizioni alla situazione locale.

La vulnerabilità intrinseca 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 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, così definiti:

- caratteristiche di permeabilità dell'unità acquifera e modalità di

circolazione delle acque sotterranee in falda,

- soggiacenza della falda,
- caratteristiche litologiche e di permeabilità del terreno non saturo,
- presenza di corsi d'acqua superficiali sospesi rispetto alla piezometrica media della falda.

L'incrocio dei fattori descritti trova le condizioni più critiche nella porzione di territorio corrispondente alla piana di fondovalle del F. Olona e del T. Lanza, che pertanto presenta grado di vulnerabilità particolarmente elevato.

4.4 Qualità delle acque sotterranee

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

L'acquedotto di Malnate viene attualmente approvvigionato da 7 pozzi gestiti dall'A.Spe.M. di Varese, dei quali nella seguente tabella vengono riportate, oltre alle principali caratteristiche, la posizione dei tratti fenestrati in relazione al tipo di acquifero captato:

n. pozzo	Località	Prof. (m)	Acquifero superiore (m dal p.c.)	Acquiferi profondi confinati (m da p.c.)
3	Via Sauro - 3	98,5	da 72 a 80,5	=
4	Via Sauro - 4	82,0	da 71 a 78,9	=
5	Via Sauro - 5	185,0	da 69,7 a 81,8	da 157 a 174
6	Via Sauro - 6	185,0	da 68 a 86	da 150 a 174
7	Via Piave	225,0	da 87 a 103	da 118 a 192
8	Via 3 Corsi	223,6	da 70,2 a 76,6	da 160,5 a 196
21	Pozzo Braghenti	140,0	da 66 a 74	da 124 a 128

I dati completi sui pozzi dell'A.C. sono riportati nell'elenco di **AII. 1** e fanno riferimento alle dettagliate schede tecnico stratigrafiche dell'**AII. 2** e dell'**AII. 3**.

La qualità delle acque di falda nel territorio in esame è stata desunta dalle ultime analisi disponibili riferite ai pozzi del pubblico acquedotto (**AII. 4**). Le analisi sono state condotte dal Laboratorio Arcadia S.r.l. di Lonate Pozzolo (VA) e messe a disposizione dall'A.Spe.M, Ente Gestore dell'acquedotto comunale.

4.4.1 CONSIDERAZIONI GENERALI SULLO STATO FISICO DELLE ACQUE SOTTERRANEE

I referti in allegato riportano i risultati di diverse analisi condotte sui pozzi Sauro (3, 5 e 6) e sul pozzo Braghenti nel Maggio del 2008, sul serbatoio "Morone" nel 2007 e sulla vasca di raccolta in prossimità del Rio Lanza nel 2006. Nella tabella seguente si riportano i valori medi provenienti dalle analisi più recenti, cioè quelle effettuate sui pozzi Sauro e Braghenti, nel 2008.

Cond. ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	587
Durezza ($^{\circ}\text{F}$)	29
pH	-
Solfati (mg/l)	33,2
Cloruri (mg/l)	32,7
Nitrati (mg/l)	38,7
Nitriti (mg/l)	0,00
Ferro ($\mu\text{g}/\text{l}$)	< 30
Ammoniaca (mg/l)	0,00
Cadmio ($\mu\text{g}/\text{l}$)	0,00
Cromo ($\mu\text{g}/\text{l}$)	0,00
Piombo ($\mu\text{g}/\text{l}$)	0,00
Disinfettante residuo (cloro) (mg/l)	0,11

In merito alle condizioni sullo stato idrochimico generale delle acque sotterranee si può affermare che le acque dell'acquifero superiore risultano mediamente mineralizzate, con valori di conducibilità elettrica e valori di solfati e cloruri superiori a quelli dei pozzi profondi ad indicare un'alimentazione prevalente dalla superficie (acquifero libero).

La presenza di significative concentrazioni di nitrati sono indicative di uno stato di contaminazione dell'acquifero superficiale.

La compromissione dello stato qualitativo di tale acquifero dipende inoltre dalla diffusione in falda di solventi clorurati e bromacil che hanno interessato i pozzi di Via Sauro con concentrazioni superiori alla C.M.A. (rispettivamente 30 ppb e 0,1 ppb), quale effetto di focolai di inquinamento di origine industriale.

Le falde profonde (protette dall'inquinamento) captate dai pozzi dell'acquedotto (n. 7 e n. 8) si caratterizzano per la loro ridotta mineralizzazione e le minori concentrazioni di quei parametri connessi alla presenza di contaminazioni di origine agricola, civile e industriale (nitrati, solventi clorurati e cromati assenti) ad indicare la minore pressione antropica sulle acque di tali falde. In generale tutti i parametri analitici registrano concentrazioni inferiori alla C.M.A. e nell'ambito dei V.G.

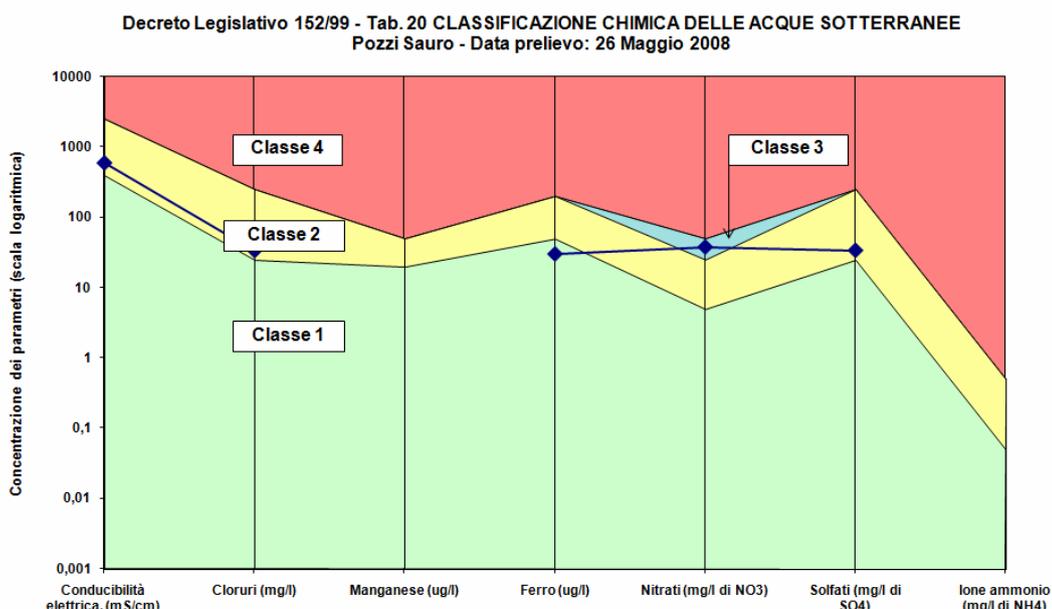
Rispetto al quadro descritto fa eccezione un anomalo contenuto di manganese nelle acque del pozzo n. 8 (Tre Corsi) che presenta spesso valori prossimi o superiori alla concentrazione massima ammissibile prevista per tale parametro (C.M.A. 0,05 mg/l).

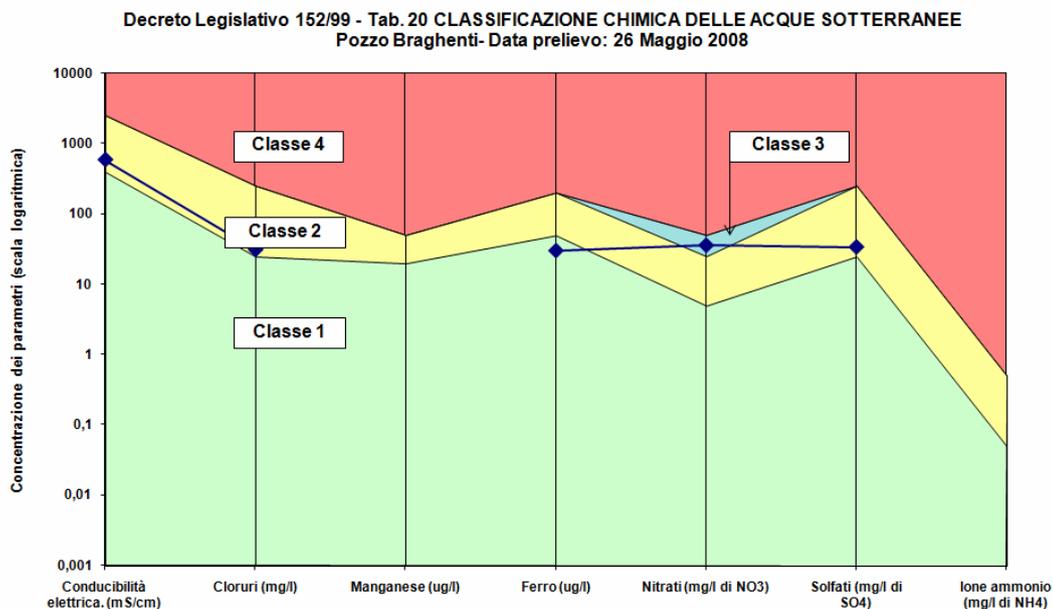
4.4.2 CLASSIFICAZIONE IDROCHIMICA DELLE ACQUE CAPTATE

Secondo la classificazione proposta dal D. Lgs. 152/06, lo stato idrochimico delle acque sotterranee viene valutato considerando le concentrazioni di 7 parametri di base o "macrodescrittori" (conducibilità, cloruri, solfati, nitrati, ferro, manganese, ammoniaca) e di parametri aggiuntivi, 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. 152/06, 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





La graficizzazione dei parametri chimici relativi alle acque dei pozzi oggetto del presente studio indica che lo stato chimico complessivo delle acque sotterranee ricade in classe 3 sia per i pozzi Sauro (per i quali è stato riportato un unico grafico) che per il pozzo Braghenti, ad indicare un impatto antropico significativo, con caratteristiche idrochimiche generalmente buone, ma con alcuni segnali di compromissione.

L'attribuzione della classe 3 è determinata unicamente dal valore di concentrazione dei nitrati, variabile tra i 35 e i 46 mg/l, mentre tutti gli altri parametri farebbero ricadere la classificazione nelle due classi inferiori con impatto antropico nullo o trascurabile o comunque ridotto e sostenibile.

4.5 Individuazione delle zone di rispetto delle opere di captazione

Il Comune di Malnate dispone delle seguenti opere di captazione per l'approvvigionamento idrico del proprio acquedotto comunale:

N.	Proprietario	Località	Codice Provincia
3	A.C.	Via N. Sauro - 3	PO1209600300T0
4	A.C.	Via N. Sauro - 4	PO1209600400T0
5	A.C.	Via N. Sauro - 5 (via Acquedotto)	PO1209600500T0
6	A.C.	Via N. Sauro - 6	PO1209600600T0
7	A.C.	Via Piave - Vill.F.lli d'Italia	PO1209600700T0
8	A.C.	Via 3 Corsi - 8	PO1209600800T0
21	Braghenti & C. S.p.a. - A.C.	Via 3 Corsi - 21	PO1209602100T0

N.	Proprietario	Località	Codice Provincia
13/14	A.Spe.M. Varese	Ranza - 14	PO1209601314T0
13/15	A.Spe.M. Varese	Ranza - P.15	PO1209601315T0
13/16	A.Spe.M. Varese	Ranza - P.16	PO1209601316T0

Le zone di rispetto dei pozzi (ZR), attualmente definite con criterio geometrico, sono individuate 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. 12**.

Per il pozzo Braghenti, invece, la zona di Rispetto è stata ripermetrata con criterio temporale ($t=60gg$), in base alle prescrizioni tecniche della D.G.R. 15137/96 (concessione provinciale, determina dirigenziale n. 320 del 22/01/2007).

Analogamente, anche per i pozzi di Via N. Sauro (nn. 3, 4, 5, 6) e per i pozzi nella valle del Rio Ranza (nn. 13/14, 13/15, 13/16) è stata proposta la ripermetrazione con criterio temporale ($t=60gg$).

Pertanto, con tale criterio, la delimitazione della Zona di Rispetto coincide con l'inviluppo 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.

Per quanto riguarda invece i pozzi n. 7 e n. 8, è stata proposta la ripermetrazione della Zona di Rispetto con criterio idrogeologico, quindi coincidente con la Zona di Tutela Assoluta, in quanto captanti un acquifero protetto.

Per acquifero protetto si intende un acquifero idraulicamente separato dalla superficie o da una generica falda sovrastante, da uno o più corpi geologici a bassissima conducibilità idraulica (indicativamente non superiore a 10^{-8} m/s) aventi uno spessore complessivo dell'ordine di una decina di metri e un'adeguata continuità areale (indicativamente dell'ordine di 200 m di raggio).

Per quanto riguarda, invece, le sorgenti pubbliche 10/1, 10/3, 10/4, non sono state perimetrate le aree di rispetto, in quanto tali sorgenti, pur essendo

dotate di manufatti di presa di proprietà comunale, sono da tempo escluse dalla captazione.

Le sorgenti 11/1 e 11/2, invece, appartengono e sono utilizzate dal Comune di Solbiate Comasco. Per le stesse è definita la Zona di Rispetto con criterio geometrico, cioè corrispondente ad una porzione di cerchio con centro nel punto di captazione, che si estende idrogeologicamente a monte dell'opera di presa ed è delimitata verso valle dall'isoipsa passante per la captazione.

In tutti i casi, il quadro normativo da applicare all'interno delle aree di salvaguardia è riferibile al D.Lgs. 152/06 modificato dal D.Lgs. 4/08 ed integrato 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. 14**).

4.6 Aree di interesse acquedottistico

Al fine di tutelare le risorse idriche sotterranee, la Provincia, all'interno del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (P.T.C.P.), recepisce quanto già disposto dal Programma di Tutela e Uso delle Acque Regionale (P.T.U.A.) per quanto riguarda le *Aree sensibili, vulnerabili e di salvaguardia*, inoltre identifica e propone alcune *Aree di riserva a scala provinciale*.

Sul territorio di Malnate il P.T.C.P. individua due aree di riserva: una a nord, a confine con il territorio di Varese e Cantello, la seconda a sud, a confine con il territorio di Vedano Olona.

In ottemperanza alle norme provinciali, le suddette aree sono state perimetrate con maggior dettaglio, precisandone i limiti in relazione alla presenza di aree riconosciute non acquifere o di scarsa produttività, quindi contrastanti con il concetto di risorsa idrogeologica.

Le aree così individuate sono riportate in **Tav. 2**.

5 VERIFICA DELLA DISPONIBILITÀ IDRICA

5.1 Premessa

Ai sensi dell'Art. 95 ("Contenimento e governo dei consumi idrici") delle Norme Tecniche di Attuazione del P.T.C.P. di Varese, facendo riferimento alle *LINEE GUIDA – Criteri per la documentazione minima dei PGT*, si è realizzata un'analisi della effettiva disponibilità della risorsa idrica sotterranea nel territorio comunale, soprattutto in previsione della possibile espansione delle aree ad uso residenziale e/o industriale e artigianale.

Tale analisi verifica l'effettiva disponibilità attuale e futura della risorsa idrica e valuta che il suo sfruttamento rientri nei termini di salvaguardia previsti dal P.T.U.A.

A tal fine, lo studio è costituito da tre fasi di analisi, distinte ma allo stesso tempo interdipendenti:

- Identificazione del fabbisogno idrico, cioè un'analisi di natura urbanistica nella quale viene indicato lo stato di fatto e futuro della situazione demografica comunale e la stima dell'incremento del fabbisogno idrico indotto;
- Indagine impiantistica, finalizzata alla valutazione dell'efficienza e della potenzialità della rete di distribuzione dell'acquedotto e l'effettivo tasso di sfruttamento delle risorse captate, per dimostrare la capacità della rete di soddisfare il fabbisogno idrico aggiuntivo connesso allo sviluppo insediativo e alle trasformazioni previste dal PGT;
- Analisi idrogeologica, volta a valutare la consistenza della risorsa idrica disponibile in particolare evidenziando le situazioni di deficit e di surplus rispetto alla disponibilità della falda idrica sotterranea.

Le valutazioni descritte nei paragrafi seguenti sono state condotte per mezzo dei dati forniti dall'Ente gestore dell'acquedotto comunale di Malnate, l'A.Spe.M. S.p.a., e di seguito elencati:

- Schema della rete di adduzione e di distribuzione e schema a blocchi sintetizzante la logica di funzionamento dell'acquedotto;
- Caratteristiche tecniche degli impianti di sollevamento delle opere di captazione e dei serbatoi;
- Stratigrafie dei pozzi in uso sul territorio del Comune di Malnate;

- Regime dei prelievi (volume sollevato) dal 2002 al 2007 e dettaglio dei mesi da gennaio a maggio per il 2008;
- Livelli piezometrici (statici e dinamici) dei pozzi (dall'anno 2000 ad oggi);
- Indicazione della disponibilità idrica extracomunale fornita attraverso le interconnessioni;
- Risultati analitici aggiornati delle acque dei pozzi.

In base ai dati e alla documentazione raccolta, giudicata sostanzialmente esaustiva e attendibile, è stato possibile effettuare le analisi e le verifiche necessarie per dimostrare e avvalorare le conclusioni cui si è giunti circa lo stato di disponibilità di risorsa idrica del Comune di Malnate rispetto agli scenari di P.G.T.

5.2 Identificazione del fabbisogno idrico e bilancio acquedottistico

Per fornire un'analisi dello stato delle risorse idriche del Comune, sono stati innanzitutto valutati i fabbisogni (attuali e futuri), per correlarli successivamente con la disponibilità potenziale complessiva fornita dalle opere di captazione che alimentano l'acquedotto comunale.

In particolare, per questo tipo di analisi occorre tenere in considerazione l'intera dotazione idrica comunale, comprensiva del contributo fornito dalle opere di captazione dell'acquedotto (i pozzi 3, 5 e 6 (pozzi "Sauro"), il pozzo 7 (pozzo "Celidonia"), il pozzo 8 (pozzo "Trecorsi") e il pozzo 21 (pozzo "Braghenti") e del contributo extracomunale fornito dai comuni limitrofi.

La stima dei fabbisogni idrici (potabili e produttivi) attuali e futuri comunali è realizzata conformemente ai criteri del P.T.U.A. (*Appendice F*).

Per le seguenti analisi numeriche, si è preso in considerazione un valore di disponibilità idrica media annua pari a 1.900.000 m³ (valore che comprende il sollevato dai pozzi comunali e il contributo fornito dai comuni limitrofi), valutato in base ai dati del triennio 2005 – 2007 forniti dall'A.Spe.M.

	Disponibilità idrica (m³)
2005	1.955.724
2006	1.873.228
2007	1.823.263

5.2.1 STATO ATTUALE

Il fabbisogno idrico del Comune di Malnate è rappresentato dalla somma dei consumi idrici (espressi in l/s) ad uso civile (domestico e pubblico), industriale e agricolo.

- Usa potabile e domestico residenziale

La popolazione residente nel Comune di Malnate risulta pari a 16.000 abitanti, cui deve essere aggiunta la popolazione stabile non residente (ospiti di ospedali, caserme, collegi ecc), la popolazione fluttuante (ospiti di alberghi, camping, seconde case ecc) e la popolazione senza pernottamento (addetti di attività lavorative, scuole ecc).

I dati del Comune di Malnate relativi alla popolazione, ricavati da più fonti e in parte stimati, sono riassunti nella tabella seguente

Popolazione residente (dato 2007)	16.000 ab
Popolazione stabile non residente	250 ab
Popolazione fluttuante	50 ab
Popolazione senza pernottamento	1.000 ab

- Usi industriali e zootecnici

Per quanto riguarda gli usi produttivi delle attività industriali e zootecniche, il dato preso in considerazione è quello relativo alla superficie delle aree destinate a questo tipo di attività, pari a circa **343.033 m²**.

Il calcolo dei fabbisogni idrici attuali, con l'indicazione delle dotazioni idriche di riferimento, degli indici e dei coefficienti utilizzati, è riportato integralmente in **All. 5**.

I fabbisogni potabili medi risultano pari a 57,2 l/s, mentre i fabbisogni produttivi medi sono pari a 11,4 l/s, per un totale di **68,6 l/s**. Gli stessi risultati, nel giorno di massimo consumo, diventano rispettivamente pari a 85,3 l/s e 11,4 l/s per un totale di **96,7 l/s**.

La disponibilità idrica comunale potenziale corrisponde a una portata media di **60,2 l/s**, valutata considerando sia il sollevato annuo dai pozzi appartenenti alla rete acquedottistica del Comune che il contributo fornito dagli altri comuni limitrofi per mezzo delle interconnessioni acquedottistiche extracomunali, mediamente pari a **1.900.000 m³**.

Di conseguenza, il bilancio fabbisogni/sollevato risulta soddisfatto solo per i fabbisogni potabili medi, mentre attesta una condizione di deficit per i consumi totali medi (potabili e produttivi).

Il risultato di tale bilancio, con saldo negativo, deve essere interpretato come la riprova di un'accertata situazione di crisi acquedottistica che si è verificata negli ultimi anni e segnala il fragile equilibrio del sistema fabbisogni/disponibilità. Il mero dato numerico, che esprime un deficit di circa 8-9 l/s per i consumi medi, non va tuttavia considerato completamente veritiero in quanto è essenzialmente originato dalla stima di alcuni dati impiegati nel modello, in particolare per quanto attiene la popolazione.

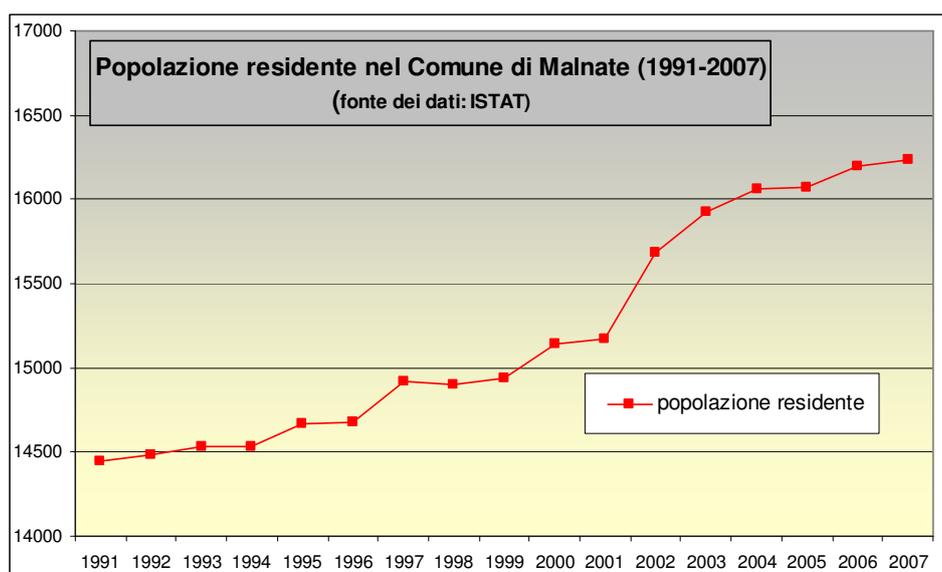
Il bilancio fabbisogni/solleivato evidenzia una condizione di forte deficit anche per quanto riguarda i consumi massimi; quest'ultima è in generale una valutazione da considerarsi teorica, in quanto nella realtà la richiesta viene sostanzialmente soddisfatta dalla riserva idrica attuata mediante accumulo ai serbatoi "Morone" e "Casnione 1 e 2". Questi, dotati di una capacità rispettivamente di 700 m³, 500 m³ e 500 m³, consentono effettivamente di accumulare grandi quantitativi di acqua e dunque di far fronte anche a situazioni piuttosto critiche di richiesta idrica.

Un'altra osservazione riguarda il fabbisogno idrico per usi produttivi, che risulta maggiore della massima portata erogabile per tali usi dall'acquedotto pubblico, in relazione al limite del 20% indicato dal PTUA.

5.2.2 PROIEZIONE IN PREVISIONE DEL COMPIMENTO DELLE AZIONI DI PIANO

- Usa potabile e domestico residenziale

Di seguito si riporta l'andamento della popolazione residente negli ultimi 17 anni (periodo compreso tra il 1991 e il 2007):



Il grafico mostra come la crescita demografica nel Comune subisca un brusco aumento in corrispondenza dell'anno 2001. Il tasso di crescita, stimabile con la formula seguente:

$$t_m = \sqrt[n]{\frac{P_n}{P_0}} - 1$$

dove n sono gli anni del periodo considerato, P_n è il numero di abitanti previsti al 2016 e P_0 è la popolazione attuale, passa infatti dal 5‰ del decennio compreso tra il 1991 al 2001 al 10‰ del periodo compreso tra il 2001 e il 2007.

Per l'anno 2016, il P.G.T. prevede un aumento nella popolazione residente di circa 1.500 unità, corrispondente effettivamente ad un tasso di incremento demografico t_m del 10‰.

Per le altre categorie di popolazione, non avendo specifiche indicazioni ed essendo meno incidenti sul fabbisogno calcolato, si è scelto di mantenere valori pari a quelli attuali.

I dati del Comune di Malnate relativi alla popolazione (proiezioni al compimento delle azioni di Piano, 2014 - 2016) sono quindi riassunti nella tabella seguente:

Popolazione residente (dato previsione 2016)	17.500 ab
Popolazione stabile non residente	250 ab
Popolazione fluttuante	50 ab
Popolazione senza pernottamento	1.000 ab

- Usi industriali e zootecnici

Per quanto riguarda gli usi produttivi delle attività industriali e zootecniche, il dato preso in considerazione è quello relativo alla superficie totale delle aree destinate a questo tipo di attività previsto dal P.G.T., pari a circa **401.608 m²**. L'espansione futura di tali aree risulta perciò pari a **58.575 m²**.

Il calcolo dei fabbisogni idrici futuri, con l'indicazione delle dotazioni idriche di riferimento, degli indici e dei coefficienti utilizzati, è riportato integralmente in **All. 5**.

I fabbisogni potabili risultano pari a 63,7 l/s mentre i fabbisogni produttivi sono pari a 12,7 l/s, per un totale di **76,5 l/s**. Gli stessi risultati, nel giorno di massimo consumo, diventano rispettivamente pari a 94,5 l/s e 12,7 l/s, per un totale di **107,2 l/s**.

Il dato assunto come riferimento per la disponibilità idrica comunale è ancora

quello stimato in relazione allo stato attuale, pari a **60,2 l/s**, per verificare l'evoluzione dello stato delle risorse idriche, non modificandone la gestione. Di conseguenza, il bilancio disponibilità/fabbisogni futuri non è ovviamente ancora soddisfatto, sia per quanto riguarda i consumi medi che per quelli nelle condizioni di picco.

Se nello stato attuale la situazione delle risorse idriche del Comune appare già delicata, la stima dei fabbisogni futuri mette in evidenza il peggioramento di tale condizione, a seguito dell'espansione insediativa/produttiva del territorio comunale in previsione.

Infine, anche in questo caso, il fabbisogno idrico per usi produttivi risulta maggiore della massima portata erogabile per tali usi dall'acquedotto pubblico, in relazione al limite del 20% indicato dal PTUA.

5.3 Indagine impiantistica

5.3.1 SCHEMA DELLA RETE E CARATTERISTICHE DELLE OPERE

Lo schema della rete acquedottistica del Comune di Malnate è riportata nella **Tav. 4**, assieme all'ubicazione dei serbatoi che fanno parte della rete, mentre le opere di captazione sono riportate in **Tav. 2**.

Lo schema semplificato della rete è invece riportato in **All. 7**.

Quest'ultimo mostra come i pozzi "Sauro" (3, 5 e 6) alimentino, ciascuno con portata costante (indicata in allegato), il serbatoio "Morone", dal quale, successivamente, parte dell'acqua finisce direttamente nella rete di distribuzione, mentre la restante alimenta per gravità il serbatoio "Casnione 1". Il serbatoio "Casnione 1" è alimentato essenzialmente dal serbatoio "Morone" ma, in casi straordinari, può ricevere un contributo anche dalla rete acquedottistica stessa. Il serbatoio "Casnione 1" fornisce acqua, mediante un impianto di pompaggio, al serbatoio "Casnione 2", il quale a sua volta alimenta la rete di distribuzione.

L'acqua sollevata dai pozzi "Celidonia" (7), "Trecorsi" (8) e "Braghenti" (21) è invece distribuita direttamente nella rete acquedottistica.

Le caratteristiche tecniche delle opere di captazione sono riportate nelle apposite schede in **All. 2**.

Le caratteristiche tecniche degli organi idraulici sono invece di seguito sintetizzate, così come dedotte dai dati teorici di targa:

Pozzo	Tipo di pompa	Potenza	Prevalenza	Portata
Sauro (3)	ATURIA CG 26 A6	45 KW	150 m	20 l/s
Sauro (5)	CAPRARI E9S50/10A	59 KW	160 m	30 l/s
Sauro (6)	KSB BHP 272/14	27 KW	150 m	12 l/s
Celidonia (7)	CAPRARI E8R35FU/1	26 KW	150 m	10 l/s
Tre Corsi (8)	KSB UPA 200 11/10	26 KW	172 m	9,7 l/s
Braghenti (9)	CAPRARI E6S55-6F/14Y	30 KW	150 m	13 l/s
Ranza (14)	RTOS SP 22/11	4 KW	10 m	20 l/s
Ranza (15)	CAPRARI E8S55/1D	4 KW	10 m	20 l/s
Ranza (16)	RTOS SP 22/11	4 KW	10 m	20 l/s

I pozzi sopraccitati dispongono, come prevede la normativa, di un misuratore dei volumi d'acqua prelevati (generalmente del tipo ad induzione magnetica).

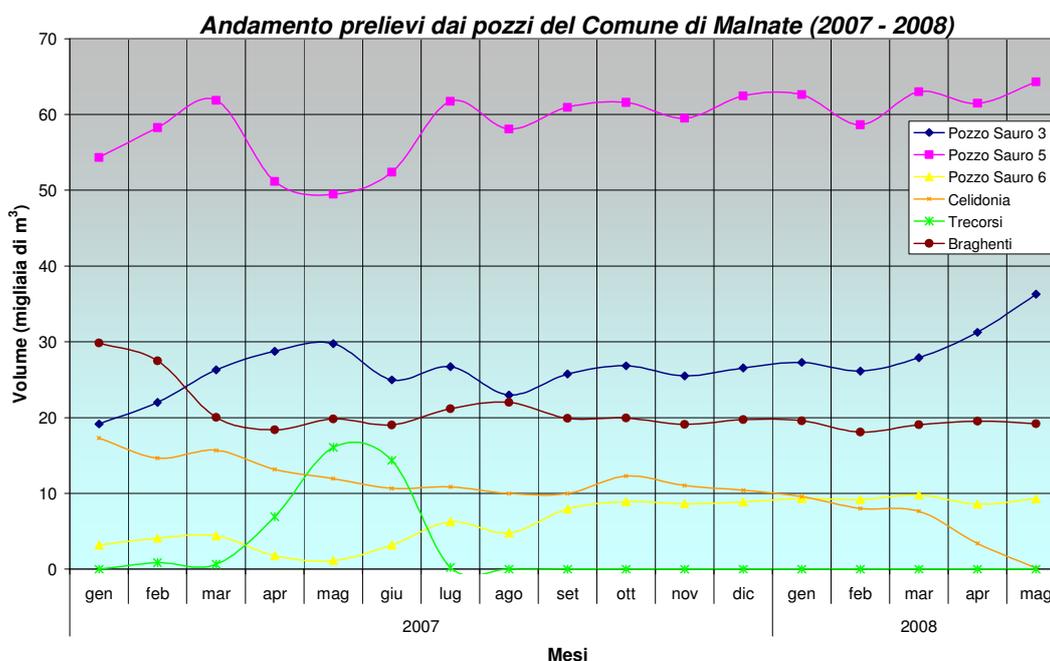
I serbatoi della rete acquedottistica sono tre:

- il serbatoio "Morone", dotato di una capacità pari a 700 m³ e ubicato alle pendici del monte omonimo, a quota 415 s.l.m.;
- il serbatoio "Casnione 1", dotato di una capacità di 500 m³ e ubicato alle pendici del monte omonimo, a quota 405 s.l.m.;
- il serbatoio "Casnione 2", dotato di una capacità di 500 m³ e ubicato alle pendici del monte omonimo, a quota 433 s.l.m.

La presenza dei suddetti serbatoi è di fondamentale importanza per supportare il soddisfacimento dei prelievi critici durante le ore di punta giornaliere.

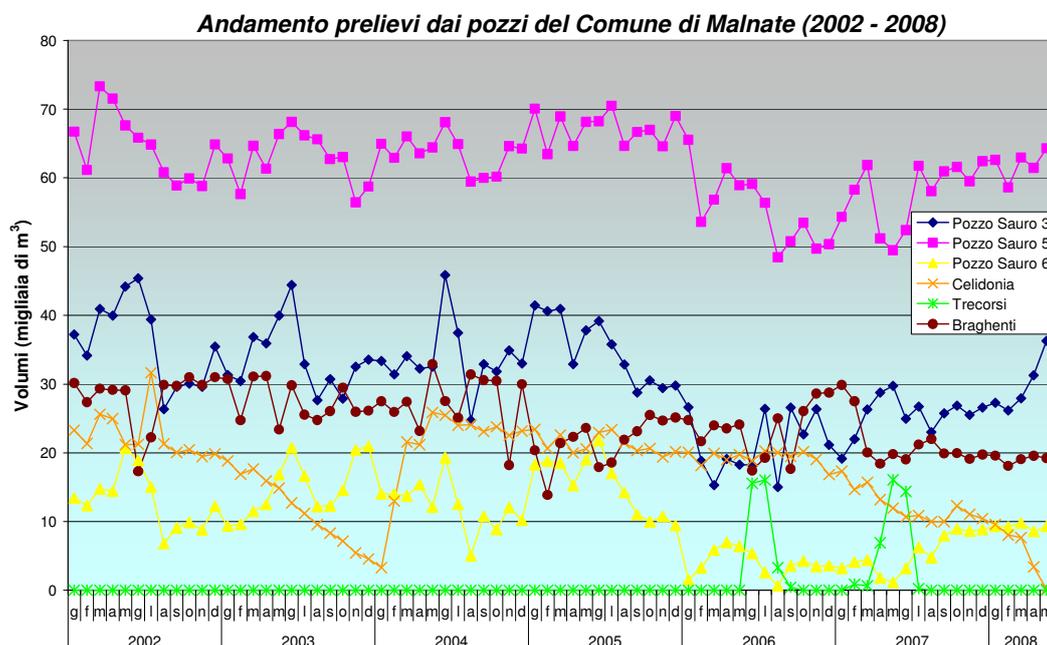
5.3.2 REGIME DEI PRELIEVI

Il grafico di seguito riportato mostra l'andamento dei prelievi mensili dai pozzi facenti parte dell'acquedotto di Malnate, negli anni 2007 e 2008 (**AII. 7**).



Il pozzo "Sauro" 5 è quello caratterizzato dai prelievi di acqua maggiormente significativi, mediamente pari a 60.000 m³ al mese, mentre il pozzo "Sauro" 6 e il pozzo "Trecorsi" sono quelli soggetti a prelievi più contenuti, che si attestano mediamente attorno ai 5.000/10.000 m³. Il pozzo "Trecorsi", in particolare, risulta attivo soltanto nella primavera dell'anno 2007, mentre nel resto dei due anni in esame non risultano esservi prelievi. In corrispondenza nel periodo di attività del pozzo "Trecorsi", si verifica un calo nei prelievi dal pozzo Sauro 5.

Di seguito si riportano invece gli andamenti dei prelievi nel corso degli ultimi 6 anni (**AII. 7**).



Anche dall'analisi degli andamenti dei prelievi su un arco di tempo più ampio (dal 2002 al 2008), il pozzo "Sauro" 5 si conferma essere quello caratterizzato dai prelievi di entità maggiore, mediamente pari a 65.000 m³ al mese. Dal 2006, i prelievi da questo pozzo risultano lievemente più contenuti, sia i prelievi medi (circa pari a 57.000 m³ al mese) che i punti di massimo corrispondenti ai prelievi d'acqua nel periodo primaverile/estivo.

Nel medesimo anno, anche dal pozzo "Trecorsi" (8) si è iniziato a sollevare acqua ad usi potabili, consentendo a quest'ultimo di fornire un supporto alle altre opere di captazione dell'acquedotto in un periodo dell'anno di forte richiesta (mesi primaverili ed estivi). Lo sfruttamento di tale pozzo in quegli anni è stato però limitato dalla forte presenza di Fe-Mn nelle acque estratte. La mediocre qualità delle acque sollevate dal pozzo "Trecorsi" ne ha obbligato l'impiego e lo sfruttamento solo in determinati periodi dell'anno, nei quali il contributo di un ulteriore pozzo risultava necessario. Dall'agosto 2008, le acque dei pozzi "Trecorsi" e "Celidonia" sono sottoposte, prima del sollevamento al serbatoio e all'immissione in rete, ad un trattamento di abbattimento del Fe-Mn presente, rendendo possibile di conseguenza uno sfruttamento potenzialmente più significativo di tale opera di captazione.

Il secondo pozzo in ordine d'importanza, per i quantitativi di acqua estratta, risulta il pozzo Sauro 3, dal quale sono sollevati mediamente 30.000 m³ al mese.

Và precisato che le acque estratte dai pozzi di Via Sauro sono sottoposte e trattate con carboni attivi per la persistente, anche se fluttuante in termini di

concentrazione, presenza di solventi clorurati.

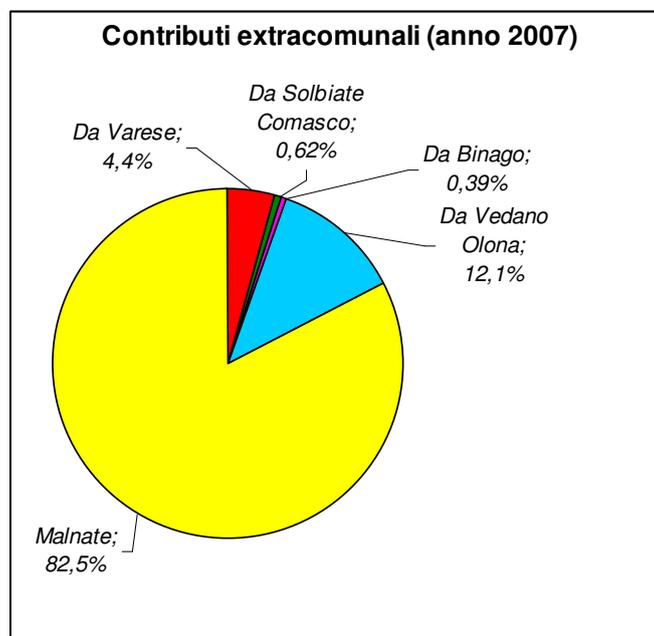
5.3.3 DISPONIBILITÀ IDRICA EXTRACOMUNALE

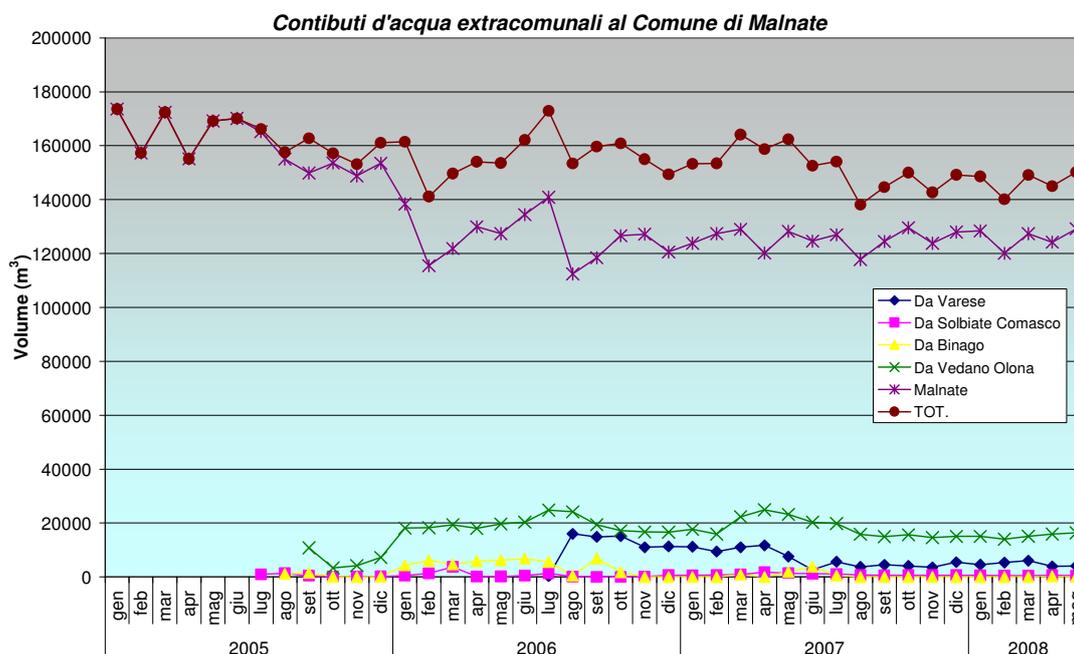
Per fronteggiare il conclamato deficit idrico che si è verificato negli anni 2003 – 2006, l'acquedotto comunale di Malnate è stato interconnesso in più punti con le reti dei comuni confinanti.

Nei grafici seguenti si osservano i contributi, in termini di quantitativi d'acqua, ceduti dai Comuni di Varese, Solbiate Comasco, Binago e Vedano Olona al Comune di Malnate.

I contributi più significativi sono forniti dal Comune di Vedano Olona, con il quale Malnate confina a sud, e dal Comune di Varese, con il quale invece Malnate confina a nord-ovest.

Analizzando i dati relativi l'anno 2007 (l'unico di cui si dispone della serie completa dei contributi di ogni mese di ciascun comune), si osserva che il Comune di Vedano Olona fornisce mediamente circa il 12% della disponibilità d'acqua di Malnate, il Comune di Varese circa il 4% e i Comuni di Binago e Solbiate Comasco mediamente un contributo sotto il 1%.





Il contributo extracomunale risponde a circa il 20% dei fabbisogni di Malnate, segno che le risorse idriche del Comune sono decisamente insufficienti a fronteggiare i fabbisogni per una serie concomitante di fattori, tra i quali la crisi quali/quantitativa delle risorse idriche captate nel territorio comunale.

5.3.4 APPROVVIGIONAMENTI AUTONOMI DI ACQUE PUBBLICHE

Il catasto pozzi della Provincia di Varese indica la presenza dei seguenti pozzi privati nel Comune di Malnate.

Pozzo	Proprietario	Stato di attività
21	Braghenti & C. S.p.a.	Attivo
24/1	F.lli Riva	Attivo
24/2	F.lli Riva	Attivo
26	Felmoka	Attivo
29	Di Franco - Andreana	Attivo
27	Negri	Fermo
28	Bernasconi	Fermo
22	Siome S.p.a.	Fermo

Per i pozzi che risultano effettivamente attivi dovrebbero essere compilate schede annuali indicanti i volumi prelevati, regolarmente inviate al Comune. Di essi tuttavia risultano solo i dati del pozzo Braghenti. Va precisato che i pozzi F.lli Riva sono ubicati presso un parco residenziale con un'ipotizzata funzione irrigua discontinua, così come per il pozzo Di Franco, mentre il pozzo Felmoka eroga una portata molto ridotta atta a mantenere attiva una

vasca antincendio.

Per il pozzo Braghenti (21) occorre fare una specifica a parte in quanto, pur essendo un pozzo privato, la maggior parte del proprio sollevato è destinato ad un uso potabile, mentre la rimanente ad uso industriale.

Nella tabella di seguito riportata sono indicati i volumi di acqua sollevata, differenziati in base alla destinazione d'uso (**Al. 7**):

Pozzo Braghenti (21)	2005	2006	2007
Uso potabile (m ³ /anno)	258.340	280.810	256.510
Uso industriale (m ³ /anno)	20.079	51.964	25.230

5.3.5 STIMA DELLE PERDITE DELLA RETE DI ADDUZIONE E DI DISTRIBUZIONE

La stima delle perdite della rete di adduzione e di distribuzione per l'anno 2008 è stata fornita da A.Spe.M S.p.a., in qualità di Ente Gestore dell'acquedotto comunale. Tale valore, pari a 38,61%, deriva dal confronto tra i volumi di acqua fatturati e i volumi di acqua prelevati dalle opere di captazione in ingresso nella rete.

Occorre comunque precisare che nel volume conteggiato come perdita (dato dalla differenza tra il volume immesso in rete e quello fatturato) sono compresi, in quanto non fatturati, anche i volumi che alimentano gli idranti pubblici, spesso oggetto di utilizzo abusivo, (pari a circa il 4-5 %) e i volumi d'acqua effettivamente forniti alle utenze ma non contabilizzati da contatori malfunzionanti o con una bassa sensibilità (pari a circa il 6-7 %).

Si deriva pertanto una stima delle perdite effettive che si aggira su valori compresi tra il 26 e 28%, che risulta essere in linea con la media dei comuni serviti dal gestore A.Spe.M.

5.4 Analisi idrogeologica

5.4.1 ANALISI DEL REGIME DELLE PRECIPITAZIONI E CORRELAZIONE CON IL LIVELLO DI FALDA

L'analisi seguente è tratta dallo studio ATO (*"Studio idrogeologico ed idrochimico della Provincia di Varese a supporto delle scelte di gestione delle risorse idropotabili"*, 2007). In tale trattazione vi è innanzitutto un'analisi del regime delle precipitazioni negli ultimi 40 anni, seguita dalla descrizione della correlazione tra altezze di precipitazione e livelli di falda misurati in alcuni

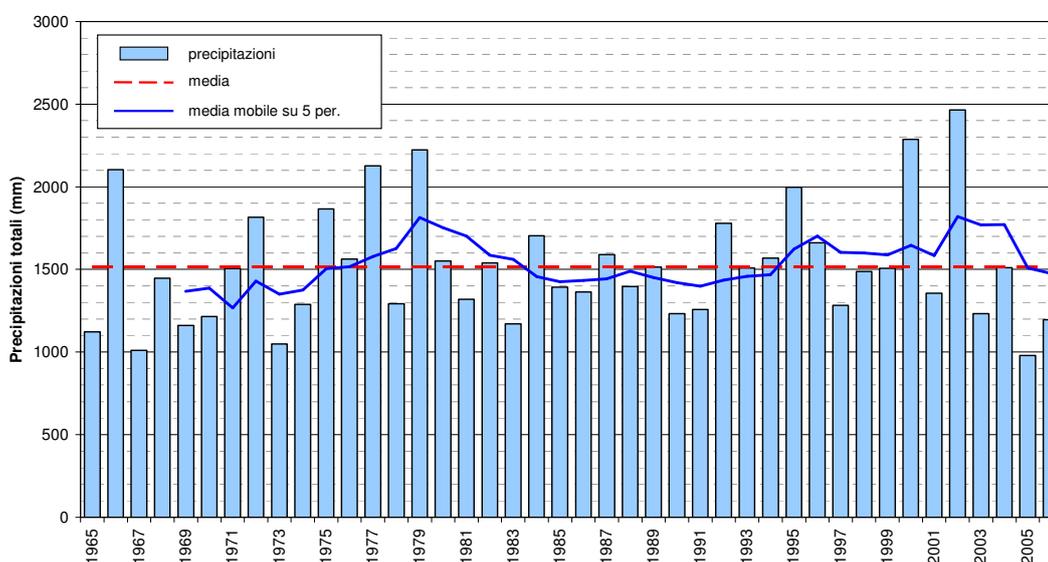
pozzi nel Comune di Varese (pozzi “Bevera”). Nel paragrafo successivo si riporta invece la medesima analisi, realizzata però sui pozzi del Comune di Malnate.

L'andamento altimetrico della superficie piezometrica (quote di falda) è strettamente connesso al regime pluviometrico, in quanto le precipitazioni costituiscono la principale fonte di ricarica della falda.

Ne consegue che la causa principale della crisi idrica degli ultimi anni (quadriennio 2003 – 2006) è data in buona parte dal decremento delle precipitazioni complessive ed in particolare di quelle efficaci ai fini della ricarica della falda.

A tal proposito risulta molto chiara l'analisi dei dati pluviometrici registrati a Varese dal 1965 al 2006 (fonte dati Centro Geofisico Prealpino), che mostra in particolare la crisi idrica verificatasi negli ultimi anni. Dopo il 2002, l'anno più piovoso dall'inizio della serie, si sono succedute, infatti, diverse annate siccitose, ossia il 2003, il 2005 (quello caratterizzato dalle precipitazioni più basse) e il 2006.

VARESE - Serie storica 1965 - 2006
Precipitazioni Annuali



I dati di precipitazione così rappresentati sono poco rappresentativi della ricarica della falda, dipendendo quest'ultima da altri fattori che, nell'insieme, determinano la precipitazione efficace, cioè la precipitazione effettivamente in grado di infiltrarsi nel terreno e dunque di influire sul regime e sull'alimentazione delle falde sotterranee.

Le condizioni ideali per la ricarica delle falde, infatti, si hanno con piogge

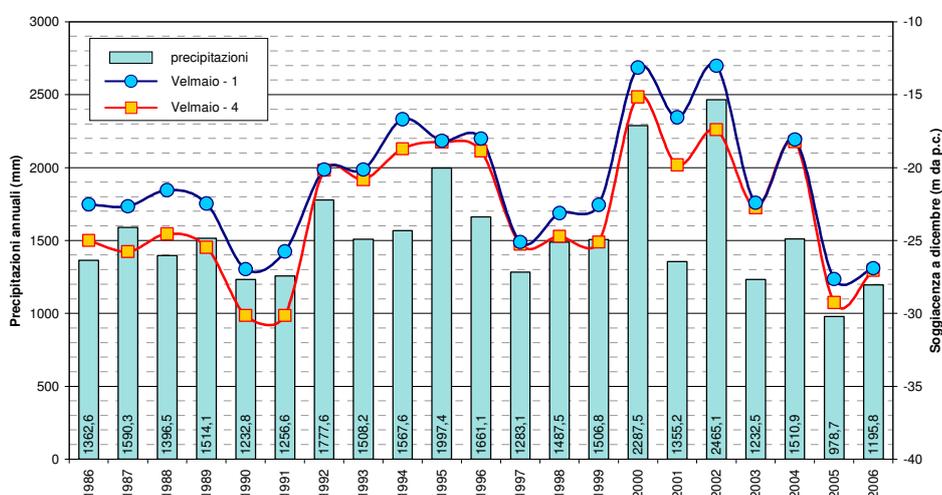
continue ma non troppo intense, in occasione delle quali l'infiltrazione prevale sullo scorrimento superficiale. Inoltre, a parità di precipitazioni, la ricarica è meno efficace nel periodo estivo, a causa della maggiore evapotraspirazione.

Per questo motivo, la semplice conoscenza del dato di pioggia non consente di conoscere l'effettiva incidenza dell'evento meteorico sulla ricarica della falda, essendoci molti fattori da tenere in conto, tra i quali il periodo dell'anno dell'evento (per il differente contributo dell'evapotraspirazione), l'intensità, il tipo di suolo su cui la pioggia impatta ecc.

Nonostante l'analisi sia molto semplificata, le pluviometrie relative all'ultimo ventennio evidenziano come, allo stato attuale, si stiano raggiungendo i livelli critici osservati nel biennio 1990 – 91, con precipitazioni inferiori alla media. Tale condizione si riflette pertanto in un generalizzato deficit di alimentazione delle falde sotterranee, che evidenziano un progressivo decremento dei livelli.

La correlabilità di queste condizioni di causa/effetto è osservabile soprattutto per gli acquiferi superficiali ed è facilmente rappresentabile in forma grafica, come nel diagramma seguente.

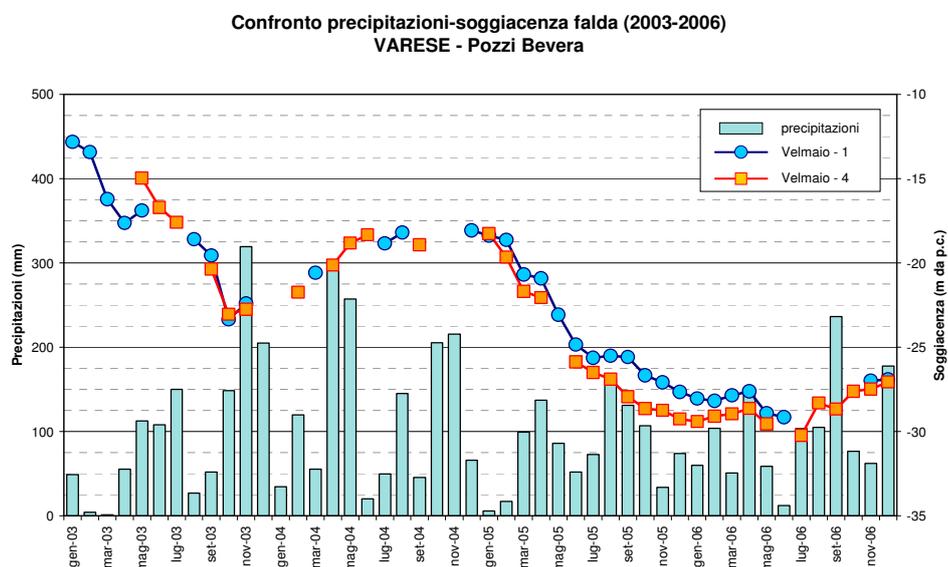
Confronto precipitazioni-soggiacenza falda (1986-2006)
VARESE - Pozzi Bevera



Il grafico riporta, a titolo esemplificativo, l'andamento dei livelli registrato a fine anno in due pozzi alimentanti l'Acquedotto di Varese (acquifero della Bevera), confrontato con i dati pluviometrici annuali, dal 1986 ad oggi.

Confrontando i dati annuali, si osserva come l'andamento dei livelli "copi" molto fedelmente l'andamento delle precipitazioni; di conseguenza, negli anni più piovosi, si ha una maggior ricarica della falda e una conseguente minor soggiacenza della superficie piezometrica.

Nel grafico seguente, il medesimo confronto è limitato agli ultimi anni (2003 – 2006), dove sono riportati dati mensili di precipitazione e di livelli di falda.

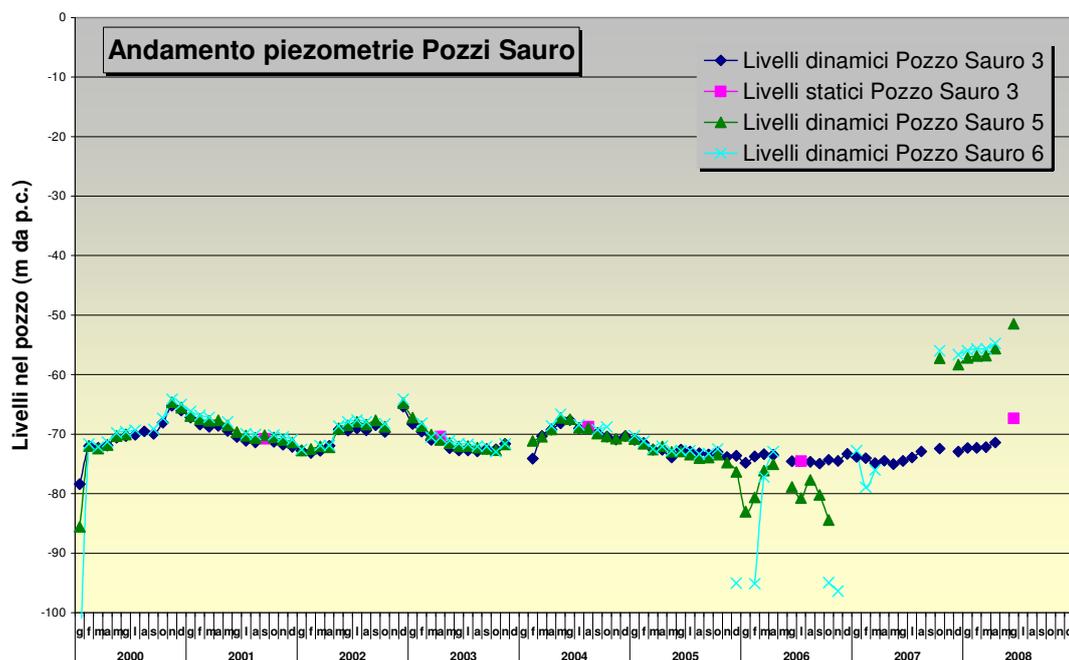


Le precipitazioni degli anni 2000 e 2002 hanno avuto un ruolo di ricarica con ciclo di durata limitato dalla scarsità di precipitazioni negli anni contigui. A partire dal mese di maggio del 2004, il decremento dei livelli di falda è netto e continuo.

5.4.2 ANALISI DELLE PIEZOMETRIE DEI POZZI

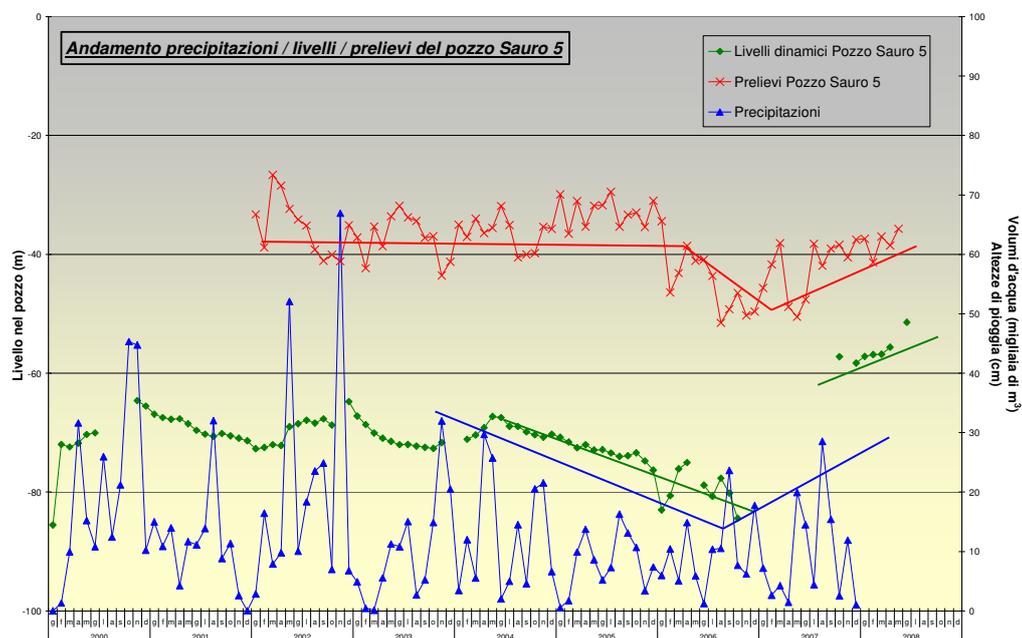
Si riporta di seguito l'analisi delle piezometrie dei pozzi "Sauro" (3, 5 e 6) e dei pozzi "Celidonia" (7), "Trecorsi" (8) e "Braghenti" (21). Per ciascun pozzo sono riportati i livelli dinamici misurati mensilmente, nel periodo compreso tra il 2000 e il 2008.

Per taluni pozzi, ove non è stata effettuata la lettura del livello dinamico, è stata realizzata quella relativa al livello statico, anch'essa riportata nel grafico. Le interruzioni nell'andamento delle singole piezometrie rappresentano l'assenza del relativo dato nel periodo temporale considerato.



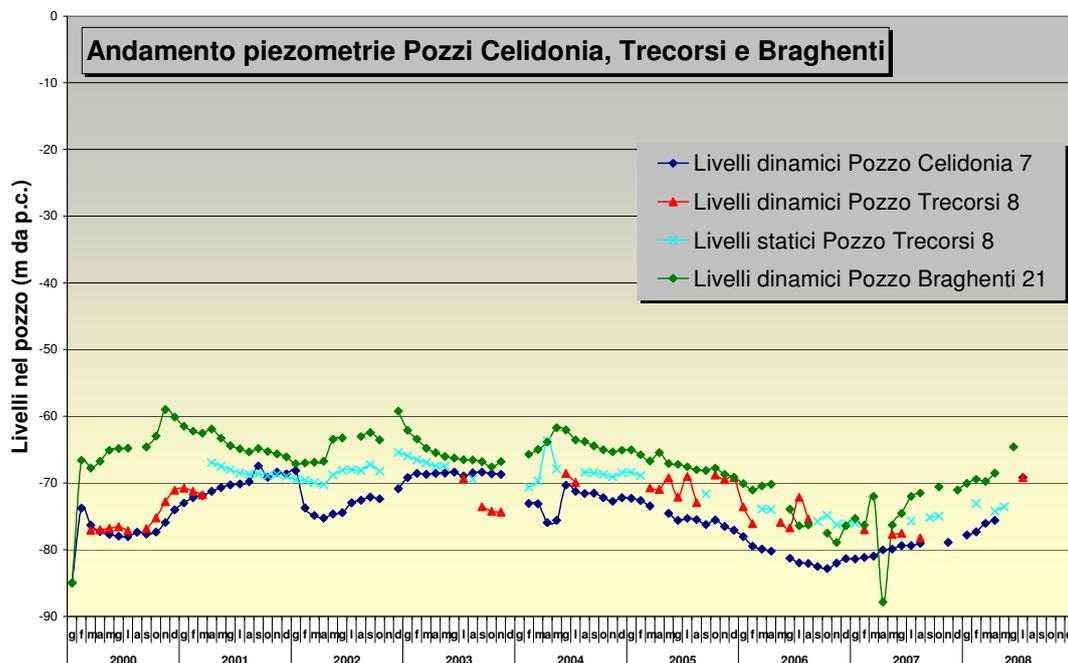
I livelli dinamici dei pozzi “Sauro” hanno praticamente il medesimo andamento, essendo le tre opere piuttosto ravvicinate e sottoposte ad emungimento concomitante.

In corrispondenza del 2006, si osserva un brusco abbassamento dei livelli dinamici, sia nel pozzo 5 che nel pozzo 6. Tale fenomeno si può osservare con maggior dettaglio nel grafico sottostante, dove sono riportati gli andamenti delle altezze di precipitazione meteorica (dato medio mensile), i livelli dinamici e i prelievi effettuati nel pozzo Sauro 5.



Tra gli anni 2003 e 2006, si è registrato un notevole abbassamento delle precipitazioni meteoriche, anche nei punti di massimo relativo ai mesi primaverili ed estivi, come mostra la linea di tendenza segnata in blu. Tale abbassamento si riscontra anche nell'andamento dei livelli dinamici nel pozzo, soprattutto nel biennio 2005/2006, segno che il livello dell'acqua è strettamente legato alla diminuzione dell'entità delle precipitazioni, a causa dell'assenza di altre modalità di ricarica. Il trend negativo di queste due grandezze influenza quasi certamente anche il regime dei prelievi, per il quale si osserva, dal 2006, una discreta diminuzione dei volumi d'acqua estratti. Tale diminuzione è in parte giustificata anche dall'entrata in funzione del pozzo "Trecorsi" (8), che può avere determinato un minor carico sul pozzo "Sauro" 5 in termini di intensità di utilizzo.

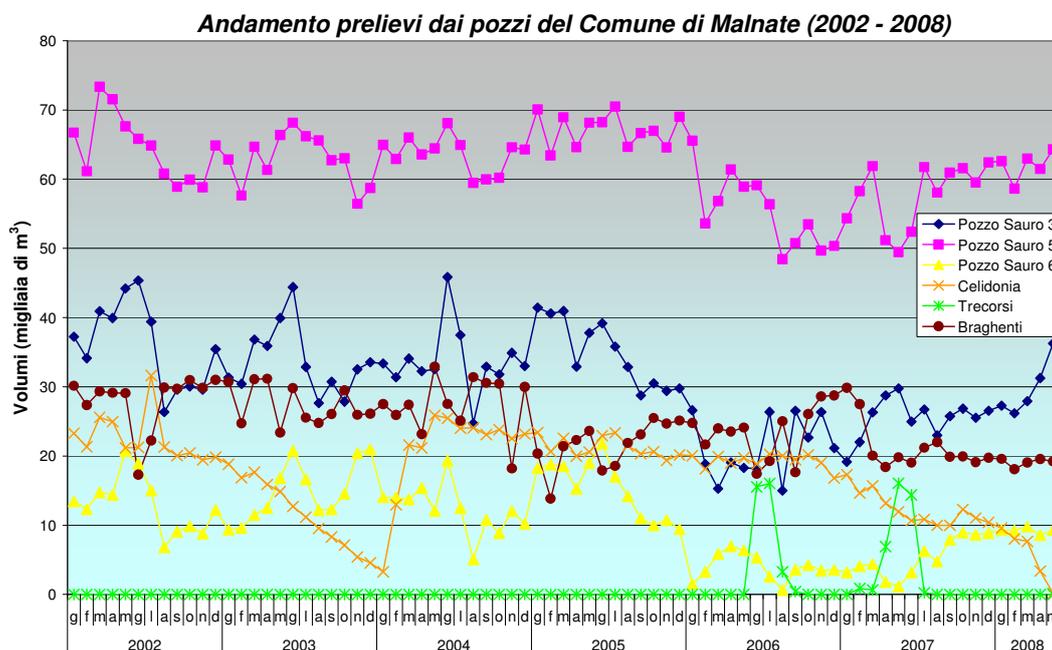
Di seguito si riporta il grafico relativo agli andamenti dei livelli nei pozzi "Celidonia" (7), "Trecorsi" (8) e "Braghenti" (21).



L'abbassamento nei livelli dell'acqua nei pozzi, riscontrato nel periodo compreso tra il 2005 e il 2006 per i pozzi "Sauro", si osserva nuovamente anche per tali pozzi, ubicati nella porzione meridionale del Comune. Anche in questo caso è possibile ipotizzare lo stretto legame tra il livello nei pozzi e l'abbassamento in entità delle precipitazioni riscontrato in quegli anni, segno dell'assenza di altre modalità di ricarica della falda.

5.4.3 ESAME DELLA VARIAZIONE DI ENTITÀ DEI PRELIEVI NELL'ULTIMO DECENNIO

Il grafico seguente mostra l'andamento dei prelievi di acqua dai pozzi "Sauro" (3, 5 e 6) e dai pozzi "Celidonia" (7), "Trecorsi" (8) e "Braghenti" (21), nel periodo che va dal 2002 al 2008.



Le entità dei prelievi si mantengono pressoché costanti fino alla fine del 2005, ovviamente con punti di massimo in corrispondenza dei mesi primaverili ed estivi, dove i fabbisogni e la richiesta sono maggiori.

Dal 2006 si osserva un brusco calo dei volumi prelevati per tutti i pozzi in esame, che può essere correlato alla ridotta produttività delle falde conseguente il mancato apporto meteorico del quadriennio 2003-2006.

La tabella seguente mostra la variazione dei valori medi annuali dei prelievi d'acqua, in relazione ai periodi di tempo considerati.

Prelievi d'acqua medi dai pozzi (migliaia di m³)						
	<i>Pozzo Sauro 3</i>	<i>Pozzo Sauro 5</i>	<i>Pozzo Sauro 6</i>	<i>Celidonia</i>	<i>Trecorsi</i>	<i>Braghenti</i>
Media annuale (2002 - 2005)	34,6	64,5	13,9	19,2		26,1
Media annuale (2006 - 2008)	24,4	57,5	5,4	14,1	2,6	21,8

5.4.4 BILANCIO IDROGEOLOGICO

Dopo questa introduzione descrittiva sul legame tra pluviometria, livelli della falda e prelievi dei pozzi, anche alla luce degli esiti del bilancio idrico comunale, che tratta degli aspetti connessi all'approvvigionamento e distribuzione acquedottistica, si è proceduto a effettuare un bilancio idrogeologico per verificare l'esistenza di una condizione di equilibrio tra la ricarica delle falde che alimentano i pozzi della rete acquedottistica e i prelievi effettuati dai pozzi stessi.

Per effettuare il bilancio sono stati individuati i bacini idrografici in corrispondenza degli acquiferi che alimentano i pozzi d'interesse.

- Bacino 1 di alimentazione dei pozzi 13/14, 13/15 e 13/16 (Torrente Lanza)
- Bacino 2 di alimentazione dei pozzi 3, 5 e 6 (Via Sauro)
- Bacino 3 di alimentazione del pozzo 21 (Braghenti)

Il bilancio idrogeologico può essere descritto, in maniera sintetica, dalla formula seguente:

$$P + S = E_p + E_v + R + D \pm I$$

Gli ingressi sono rappresentati dalle precipitazioni (P), dagli afflussi dai corsi d'acqua superficiali (S) e dagli afflussi sotterranei (I). Le uscite sono invece rappresentate dall'evapotraspirazione (E_p), dall'evaporazione (E_v), dai deflussi da ruscellamento superficiale (R), dai deflussi da corsi d'acqua superficiali (D) e dai deflussi sotterranei (I).

Per l'applicazione a scala comunale, si è tuttavia scelta una formulazione semplificata, preferita perché più adeguata alla quantità e tipologia dei dati a disposizione:

$$P - E_p = R + I$$

Scopo di tale analisi è la stima del termine I che rappresenta il volume d'acqua che, infiltrandosi nel terreno, ricarica gli acquiferi. Il termine di precipitazione efficace

$$P_{eff} = P - E_p$$

valutato nel **Cap. 2**, rappresenta la porzione di pioggia che raggiunge effettivamente il suolo; una parte di tale volume d'acqua contribuirà al ruscellamento superficiale (R), mentre la porzione rimanente s'infiltrerà nel

terreno (I).

Per la stima del ruscellamento superficiale, nota la P_{eff} , è stato impiegato il metodo del Curve Number, messo a punto dal Soil Conservation Service (United State – Department of Agriculture) (SCS-CN), un metodo a metà strada tra i modelli basati sul calcolo delle perdite per infiltrazione in un punto ed i modelli formulati per essere specificatamente utilizzati in approcci integrati.

Il metodo CN si basa sulla seguente semplice equazione

$$\frac{R}{P_{eff} - I_a} = \frac{I}{S}$$

dove R è il volume specifico di deflusso superficiale, P_{eff} il volume specifico di pioggia efficace, I_a è l'assorbimento iniziale di acqua del terreno, I è il volume specifico di acqua infiltratosi nel terreno e S il volume specifico di saturazione del terreno. Ovviamente, finché P_{eff} risulta inferiore di I_a , R risulta nullo.

Poiché l'infiltrazione I è data da:

$$I = P_{eff} - I_a - R$$

Da semplici passaggi si ricava R:

$$R = \frac{(P_{eff} - I_a)^2}{P_{eff} - I_a + S}$$

Generalmente si assume un assorbimento iniziale I_a pari a $0.2S$, dove S, parametrizzato in funzione della natura del terreno e dell'uso del suolo, è dato da

$$S = S_0 \cdot \left(\frac{100}{CN} - 1 \right)$$

Nella formula precedente S_0 è un termine costante pari a 254 mm, mentre CN è il *Curve Number* ($0 < CN < 100$), un termine adimensionale tabulato in funzione dell'uso del suolo e del tipo di terreno.

Il metodo consente anche di tenere conto dello stato di umidità del suolo; in particolare vengono considerati tre diversi stati di umidità: I - Suolo asciutto, II - Suolo mediamente umido, III – Suolo molto umido. I valori di CN tabulati si riferiscono a questa seconda condizione, mentre esistono relazioni analitiche per ricavare il CN(I) e il CN(III)

$$CN(I) = \frac{CN(II)}{2.3 - 0.013 \cdot CN(II)}$$

$$CN(III) = \frac{CN(II)}{0.43 - 0.0057 \cdot CN(II)}$$

Nelle analisi successive, si utilizzerà il CN(III) per tenere conto della progressiva saturazione del terreno che realmente si verifica nel corso dell'evento meteorico e che di conseguenza fa diminuire il volume specifico di acqua che si infila nel terreno.

I valori di infiltrazione I ricavati con il metodo CN sono espressi in mm, essendo volumi specifici di acqua. Tale risultato deve essere esteso al settore di bacino idrogeologico cui tale valore di infiltrazione si riferisce, per avere una stima dell'effettivo volume d'acqua che penetra nel terreno. Poiché il CN dipende sia dalla tipologia del terreno che dall'uso del suolo, si avranno diversi valori di infiltrazione I a seconda di ogni specifico uso del suolo, per ciascuno dei quali viene indicata l'estensione areale all'interno del Comune.

I risultati relativi al bilancio idrogeologico in relazione ai tre bacini idrogeologici di interesse sono riportati in **Al. 6**. I volumi d'acqua e, di conseguenza, i bilanci sono valutati a scala mensile, soprattutto per osservare con maggior dettaglio le problematiche inerenti le risorse idriche, nei diversi periodi dell'anno. Il bilancio viene realizzato semplicemente confrontando la portata d'acqua in ingresso per infiltrazione nel terreno della precipitazione meteorica (ipotizzando che tutta l'acqua che si infila nel bacino ricarica l'acquifero corrispondente) con i volumi sollevati dai pozzi (ipotizzando costante e concomitante il funzionamento di ciascun pozzo). I dati relativi ai sollevati dai pozzi si riferiscono all'anno 2005, in quanto questo rappresenta un anno particolarmente gravoso dal punto di vista dello sfruttamento dei pozzi Sauro, ossia le fonti di approvvigionamento principali dell'acquedotto comunale.

I risultati mettono essenzialmente in evidenza una situazione problematica in riferimento al Bacino 2 di alimentazione dei pozzi 3, 5 e 6. Si osserva infatti una condizione di deficit idrico nei mesi estivi (da giugno a settembre). Per gli altri due bacini non si riscontrano invece particolari problemi da questo punto di vista, soprattutto grazie alla elevata estensione areale dei bacini di alimentazione degli acquiferi.

A riprova di ciò si possono citare i risultati soddisfacenti degli studi condotti da A.Spe.M. di Varese che hanno rilevato potenzialità residue nelle falde della Valle del Lanza, con prospettive di incremento dei punti di prelievo mediante perforazione di nuovi pozzi.

Sulla base delle valutazioni effettuate e dettagliatamente descritte nei precedenti paragrafi, è possibile trarre le seguenti considerazioni conclusive e di carattere strategico in merito alle concrete possibilità di soddisfacimento dei fabbisogni idrici e idropotabili della popolazione e delle attività produttive previste in espansione dal P.G.T. comunale.

Fermo restando il concretizzarsi nel prossimo futuro della gestione comprensoriale ed integrata delle acque da parte dell'AATO provinciale (Autorità d'Ambito Territoriale Ottimale), le considerazioni che seguono possono essere valutate nel P.G.T. ed essere considerate di utilità al fine di conseguire maggiori garanzie di equilibrio disponibilità/fabbisogni nel breve periodo con interventi di iniziativa a scala comunale.

5.5 Considerazioni finali e proposte

5.5.1 VALUTAZIONI RISPETTO ALLA DOTAZIONE IDRICA ATTUALE

L'attuale dotazione acquedottistica del Comune di Malnate assolve con precarietà ai fabbisogni potabili medi calcolati e non offre alcuna garanzia di soddisfacimento per i fabbisogni totali (potabili e produttivi), medi e nelle condizioni di picco. Il deficit risulta maggiormente spiccato nella stagione tardo primaverile ed estiva ed è acuito dalle condizioni di "magra idrogeologica", quale quella verificatasi nel quadriennio 2003 – 2006 in tutta la Provincia di Varese.

Tale condizione è inoltre aggravata dalla tipologia dei pozzi di approvvigionamento idrico, che sono in prevalenza captanti l'acquifero superficiale, più soggetto a variazioni di livello e produttività in relazione ai regimi pluviometrici stagionali.

Ovviamente tale condizione può rappresentare un fattore limitante lo sviluppo urbanistico quali/quantitativo, dato che il P.G.T. comunale prevede un certo incremento della popolazione e dei conseguenti fabbisogni idrici.

Considerando inoltre, anche se in modo più approssimato, gli aspetti di bilancio idrogeologico e gli aspetti di qualità idrochimica delle falde sotterranee, si evince che il territorio comunale non offre condizioni che rendono facilmente attuabile il potenziamento delle fonti di approvvigionamento mediante pozzi per acqua, in quanto sussistono aree prive di falda idrica quantitativamente significativa ed aree gravate da contaminazione (solventi clorurati nel primo acquifero) o da idrochimica della falda non favorevole per cause naturali (presenza di Fe e Mn negli acquiferi profondi).

Unica eccezione può essere rappresentata dalla Valle del Lanza ove gli studi condotti da A.Spe.M. rilevano potenzialità residue sfruttabili con la realizzazione di nuovi pozzi.

5.5.2 PROPOSTE DI INTERVENTO GENERALI

Con tali premesse si deduce che, per supportare lo sviluppo urbanistico comunale previsto dal P.G.T., si dovranno prevedere interventi su più fronti, classificabili almeno in quattro grosse tipologie:

- sviluppo della ricerca idrica e differenziazione degli acquiferi captati dall'acquedotto, da effettuarsi nell'ambito delle aree riconosciute nel P.T.C.P. di Varese quali aree di riserva idrogeologica provinciale, opportunamente riproposte con più adeguata delimitazione nel corso del presente studio;

- riduzione della dipendenza dagli acquedotti dei comuni contermini, potenziando il più possibile lo sfruttamento delle fonti di approvvigionamento comunali e incrementando il contributo fornito dall'Ente gestore (A.Spe.M);
- potenziamento delle interconnessioni con acquedotti contermini, siano essi comunali o gestiti da Enti sovracomunali, in analogia con quanto efficacemente attuato negli anni 2006 e 2007 mediante allacciamento di soccorso con la rete del Comune di Binago e Vedano Olona;
- incentivazione delle iniziative di risparmio idrico, recupero e differenziazione degli usi dell'acqua, nonché dello sviluppo di acquedotti industriali interaziendali, captanti acquiferi non interferenti con quelli a prevalente uso idropotabile.

Tali attività dovranno essere considerate nel P.G.T., valutandone la possibile effettuazione anche attraverso convenzioni o sinergie con iniziative di carattere pubblico/privato, soprattutto nel caso in cui costituiscano interventi che presuppongono sostanziali incrementi del fabbisogno idrico (es. insediamenti produttivi, complessi edilizi, impianti sportivi, ecc.).

All'interno del territorio comunale non esistono molte aree in cui sussistano condizioni che permettano lo sfruttamento ulteriore della falda, sia per la carenza di margini quantitativi che per la scarsa qualità idrochimica delle acque. L'unico territorio che, in base a specifici studi condotti da A.Spe.M., non sembra porre particolari limitazioni di tipo idrogeologico ad un potenziamento dell'attuale attingimento della falda è la Valle del Lanza.

Nel Comune di Cantello, A.Spe.M ha già realizzato un nuovo pozzo ad uso potabile (Ranza 5) a servizio dell'acquedotto di Malnate, ubicato nella valle del Lanza e dotato di una portata di esercizio di circa 9 l/s, parte dei quali, in futuro, potranno in caso di crisi essere destinati allo stesso Comune di Cantello.

L'Ente gestore sta inoltre valutando la possibilità di realizzare altri due pozzi, che potranno garantire un sostanziale supporto all'acquedotto di Malnate: uno, ubicato nella Valle del Lanza, dotato di una portata di esercizio presumibilmente dello stesso ordine di grandezza del pozzo Ran 5 e l'altro ubicato , invece, in località Folla.

Con il presupposto che queste due opere vengano effettivamente realizzate nel breve periodo, ipotizzando che il pozzo previsto in località Folla abbia le medesime caratteristiche degli altri due pozzi, si otterrebbe un sollevato medio annuo aggiuntivo di circa **638.604 m³** (imponendo per ciascun pozzo un funzionamento per circa 18 ore al giorno con 9 l/s).

5.5.3 INTERVENTI INFRASTRUTTURALI PREVISTI

Sulla base di dati e informazioni fornite dall'Ente gestore A.Spe.M, si può già sin d'ora contare su una serie di misure e interventi programmati nel prossimo futuro, sia nel breve che medio periodo.

Gli interventi infrastrutturali previsti a favore del Comune di Malnate comprendono sia il potenziamento della rete acquedottistica con le nuove opere di captazione citate nel paragrafo precedente che la manutenzione della rete e degli impianti, anche con la sistemazione di alcuni tratti di condotte vetuste e ammalorate e pertanto con elevata percentuale di perdite.

Per quanto riguarda le nuove opere di captazione, come già spiegato in precedenza, un nuovo pozzo ad uso potabile (Ran 5) è stato realizzato a servizio dell'acquedotto di Malnate e, in futuro in caso di crisi, anche dell'acquedotto del Comune di Cantello. Per tale pozzo è già stato predisposto un allacciamento al serbatoio "Casnione 1".

L'installazione di tre piezometri nella valle del Lanza (Ran 1, Ran 2 e Ran 4), la cui ubicazione è indicata in **Tav. 2**, ha evidenziato la fattibilità di un'ulteriore opera di captazione di interessante produttività con il solo inconveniente legato alla presenza di elevate concentrazioni di Fe-Mn che per quali si dovrà prevedere un processo di potabilizzazione come già si attua per i pozzi "Trecorsi" e "Celidonia".

L'installazione di piezometri sperimentali è in corso anche in località Folla, nel Comune di Malnate, in prossimità del ponte ferroviario, con lo scopo di verificare anche in questo caso le possibilità di realizzazione di una nuova opera di captazione.

Infine, per quanto riguarda gli interventi di sistemazione e di manutenzione della rete, si segnala un programma di interventi, essenzialmente finalizzato alla sostituzione di alcune tratte della rete ritenute obsolete, con un impegno economico stimato attorno al 1.500.000 €, da realizzare in 3-4 anni.

5.5.4 VERIFICA DELLA SOSTENIBILITÀ IDRICA DEL P.G.T.

L'analisi della sostenibilità idrica del P.G.T. è stata effettuata considerando la massima disponibilità acquedottistica attuale (per quanto possibile legata alle fonti proprie dell'acquedotto comunale) a cui si è sommato l'incremento stimato in base agli interventi già previsti per il potenziamento della dotazione idrica (cfr. Par. 5.5.2 e 5.5.3).

Per quanto riguarda la massima dotazione comunale, si è fatto riferimento ai dati di sollevato del 2005, anno caratterizzato da un contributo minimo da parte dei comuni limitrofi (pari a **32.094 m³**, corrispondente a circa **1,2 l/s**) e

da una produzione massima da parte dei pozzi comunali (pari a **1.923.630 m³**, corrispondente a circa **61,0 l/s**), valore quest'ultimo che può essere perciò considerato verosimilmente pari all'apporto potenziale che i pozzi di Malnate possono fornire funzionando a regime.

Per verificare l'effettiva capacità del sistema acquedottistico comunale di auto sostentarsi senza il supporto delle interconnessioni con i comuni limitrofi, si è scelto di trascurare, nella valutazione della disponibilità idrica, il contributo extracomunale (nel 2005 comunque molto ridotto). Di conseguenza, la dotazione idrica media annua di Malnate è valutata pari a **1.923.630 m³**. A tale valore di dotazione idrica va comunque aggiunto il contributo medio annuo fornito dal pozzo Trecorsi, in quanto dall'agosto 2008 l'acqua sollevata da tale fonte di approvvigionamento subisce un processo di abbattimento del Fe-Mn presente che ha reso possibile di conseguenza uno sfruttamento continuativo e potenzialmente più significativo di tale opera di captazione. La portata estraibile dal pozzo Trecorsi si aggira attorno ai 10 l/s, perciò ipotizzando anche in questo caso un funzionamento per 18 ore al giorno, il sollevato medio aggiuntivo risulta pari a **236.520 m³**, che incrementa la dotazione idrica media annua di Malnate fino al valore di **2.160.150 m³**.

L'Ente Gestore, nel 2005, non ha fornito alcun contributo al Comune di Malnate, mentre nel biennio 2006-2007 ha fornito mediamente **70.000/80.000 m³**. Se a tale contributo, già garantito al Comune da A.Spe.M, l'Ente Gestore arrivasse a destinare a Malnate circa metà del sollevato aggiuntivo che si otterrà con la realizzazione delle nuove opere di captazione previste, e cioè circa **320.000 m³**, la dotazione idrica di Malnate da **2.160.150 m³** diverrebbe pari a **2.560.150 m³**, corrispondente a una portata media di **81,2 l/s**

In tale eventualità, il bilancio fabbisogni/disponibilità risulterebbe pienamente soddisfatto per i consumi medi, sia per gli usi potabili che per quelli produttivi (81,2 l/s a fronte di 63,7 l/s per i fabbisogni potabili e 76,5 l/s per quelli totali, potabili e produttivi). Il fabbisogno riferito al giorno di massimo consumo, pari a **94,5 l/s** per i fabbisogni potabili e **107,2 l/s** per quelli totali, viene invece soddisfatto solo grazie all'effetto "polmone" che si attua con i serbatoi Morone" e "Casnion 1 e 2".

Tale scenario mostra come lo sfruttamento a regime dei pozzi esistenti e il potenziamento delle interconnessioni con la rete gestita da A.Spe.M, mediante la realizzazione di nuove fonti di approvvigionamento a servizio dell'acquedotto comunale, consenta una potenziale emancipazione del Comune di Malnate, con il soddisfacimento dei fabbisogni medi della popolazione che si determineranno con l'attuazione del P.G.T., dai contributi di soccorso forniti dai comuni limitrofi (Vedano Olona – Binago)

I calcoli relativi allo scenario appena descritto è riportato integralmente in **AII. 5.**

5.5.5 MISURE DA ADOTTARE PER IL RISPARMIO IDRICO

Oltre agli interventi di potenziamento delle fonti, il PGT deve perseguire anche misure di risparmio idrico e corretto utilizzo della risorsa idrica.

Per quanto riguarda il risparmio idrico e le misure da adottarsi in tal senso, si fa riferimento alle disposizioni regionali in materia, R.R. n. 2 del 24/03/2006, art. 6 comma1. A tal fine, successivamente al recepimento di tali disposizioni, risulta necessario l'adeguamento del regolamento edilizio comunale.

Le disposizioni regionali, finalizzate al risparmio e al riutilizzo della risorsa idrica, riguardano in generale i progetti di nuova edificazione e gli interventi di recupero del patrimonio edilizio esistente. I contenuti del regolamento possono essere riassunti come segue:

- introduzione negli impianti idrico-sanitari di dispositivi idonei ad assicurare una significativa riduzione del consumo d'acqua;
- realizzazione di reti di adduzione duali;
- realizzazione della circolazione forzata dell'acqua calda destinata all'uso potabile al fine di ridurre il consumo dell'acqua non già alla temperatura necessaria (negli edifici condominiali con più di tre unità abitative);
- installazione, per ogni utente finale, di appositi misuratori di volume o portate erogate, omologati a norma di legge;
- adozione di sistemi di captazione, filtro e accumulo delle acque meteoriche provenienti dalle coperture degli edifici e realizzazione di vasche di invaso per l'accumulo libero delle stesse (per usi diversi dal consumo umano).

6 IDROGRAFIA

6.1 Tipologia dei corsi d'acqua

Per quanto attiene l'assetto idrografico, il territorio comunale di Malnate è caratterizzato dalla presenza:

- di corsi d'acqua di importanza provinciale quali il F. Olona e il Rio Lanza, suo affluente;
- di corsi d'acqua a carattere torrentizio di importanza locale quali il T. Fugascè e il T. Quadronna, anch'essi affluenti dell'Olona.

Il territorio comunale di Malnate ricade completamente nel bacino dell'Olona. È possibile individuare dei sottobacini così ripartiti (**Tav. 6**):

- il bacino del Rio Lanza, che si estende per circa 2 km²;
- il bacino del T. Fugascè, che si estende per circa 1,5 km²;
- il bacino del T. Quadronna, che si estende per circa 2,3 km².

Del restante territorio (circa 3 km²), la maggior parte drena direttamente nell'Olona e solo per minima parte (0,28 km²) è compreso nel bacino del T. Bevera.

Il **Fiume Olona** costituisce l'elemento idrografico più importante presente sul territorio comunale di Malnate, scorrendo lungo tutto il confine con Varese per circa 4 km.

Il F. Olona è senz'altro il corso d'acqua più importante al di fuori del bacino del Ticino; esso ha origine alle pendici del Monte Legnone, a Nord di Varese, ad una quota di circa 1000 m s.l.m. e, dopo un tragitto di circa 60 km, entra nell'abitato di Milano da cui esce con il nome di Lambro Meridionale.

Il bacino dell'Alto Olona, compreso dalla sorgente fino al limite urbano di Milano, ha una superficie complessiva di circa 911 km² ed è ubicato per la quasi totalità (902 km²) in territorio italiano e per il rimanente in territorio svizzero.

Il bacino imbrifero dell'Olona è suddivisibile in due distinte zone: una prima montana (corrispondente a circa l'11% del totale), dal limite superiore del bacino fino a Ponte Gurone e una seconda più pianeggiante, da Ponte Gurone alla città di Milano.

La parte montana ha forma a Y, con il ramo occidentale costituito dal bacino

dell'Olona vero e proprio e il ramo orientale costituito dai bacini del Torrente Bevera, del Torrente Clivio e del Rio Ranza, affluenti dell'Olona.

A valle di Ponte Gurone il bacino diventa di forma molto stretta e allungata in direzione nord-sud.

Oltre ai già citati T. Bevera e Rio Lanza in sponda sinistra, l'Olona riceve, in territorio di Malnate, il T. Vellone in sponda destra e, più a sud, il T. Fugascè in sponda sinistra.

Il **T. Bevera** interessa solo marginalmente il Comune di Malnate, scorrendo nella porzione nord – occidentale del territorio, lungo il confine con Varese, per poi confluire nell'Olona circa 100 m a monte di Via Varese.

Il **Rio Lanza** (o T. Ranza) fa parte dell'asta fluviale più lunga del bacino dell'Olona, che ha origine in Svizzera. Come già accennato, esso è un affluente sinistro del Fiume Olona, nasce in Valle Porina, in Canton Ticino sulle pendici meridionali del Monte San Giorgio (1.093 m s.l.m.) e sbocca nell'Olona nel territorio di Malnate, attraversando più volte il confine di stato.

Il torrente, che complessivamente è lungo circa 22 km, scorre inizialmente con direzione nord – sud, per poi deviare verso sud – ovest verso il confine italiano con il nome di Rio Gaggiolo. In territorio italiano il corso d'acqua scorre sempre verso sud – ovest fra gli abitati di Clivio e Gaggiolo, con il nome di Torrente Clivio. Da qui piega a est, di nuovo in territorio svizzero, per poi rientrare in Italia ad ovest del comune di Bizzarone. A valle del confine il corso d'acqua riprende a defluire in una valle piuttosto incassata con direzione Nord–Est / Sud–Ovest, per poi confluire nell'Olona in loc. Folla a Malnate.

Il T. Fugascè e il T. Quadronna nascono entrambi dalle pendici del Monte Morone. Si caratterizzano per il loro carattere torrentizio e la continua evoluzione geomorfologica, per lo sviluppo di fenomeni di erosione accelerata delle sponde, per l'approfondimento dell'alveo e il trasporto solido soprattutto in occasione delle piene legate a precipitazioni meteoriche di elevata intensità.

Il **T. Fugascè** si origina in territorio di Malnate, tra il Monte Morone e il Monte Casnione e si dirige verso Malnate, con decorso parallelo al Rio Lanza.

All'altezza di Via Podgora in loc. Rovera viene intubato e scorre in sotterraneo per tutto il tratto in corrispondenza del centro abitato, fino a Via Matteotti – Via Cairoli.

Il torrente ritorna a cielo aperto in corrispondenza di una stretta valle dove riceve in sponda destra il T. Vassena, per poi immettersi nell'Olona in loc. Le

Gere.

Il **T. Quadronna** si origina dal versante orientale del M. Morone, in territorio di Cagno (CO). Entra in Malnate nel settore sud – orientale, tra Malnate e loc. San Salvatore, si dirige verso Vedano Olona seguendo un decorso Nord–Est / Sud–Ovest, per poi confluire nell’Olona presso il confine tra Vedano e Castiglione Olona.

In territorio di Malnate il T. Quadronna riceve diversi immissari in sponda idrografica sinistra e destra, creando un fitto reticolato dendritico di vallecole piuttosto incise nei terreni glaciali; si osservano fenomeni di erosione accelerata del fondo, scalzamento al piede dei versanti con conseguente dissesto che interessa le pareti degli impluvi e trasporto di materiale verso valle.

6.2 Individuazione del reticolo idrico principale e minore

6.2.1 RIFERIMENTI NORMATIVI

Con la D.G.R. 25 gennaio 2002 n. 7/7868 "Determinazione del reticolo idrico principale e trasferimento delle funzioni di polizia idraulica concernenti il reticolo idrico minore come indicato dall'Art. 3 comma 114 della L.R. 1/2000" e la successiva D.G.R. 01 agosto 2003 n. 7/13950, la Regione Lombardia disciplina le modalità di individuazione del **reticolo idrico principale** e, per differenza, del **reticolo idrico minore** 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.

La normativa regionale, infine, delega alle amministrazioni locali l'individuazione delle fasce di rispetto dei corsi d'acqua, nonché delle attività vietate o soggette ad autorizzazione comunale.

La definizione dei corpi idrici appartenenti al reticolo idrografico principale, contenuta nell'Allegato A – "*Individuazione del reticolo idrico principale*" – della delibera 13950/03 (modificato dall'Allegato A della D.G.R. 8/8127/08), 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 delibera, 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).

6.2.2 CRITERI E 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 Malnate, 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.);
- aerofotogrammetrico del territorio comunale in scala 1:5.000;
- mappe del catasto terreni in scala 1:2.000, messe a disposizione dal Comune di Malnate.

In particolare, su quest'ultima cartografia sono stati evidenziati i seguenti elementi:

- corpi idrici demaniali considerati nel reticolo idrico riportato sul fotogrammetrico comunale (in rosso);
- corpi idrici demaniali che non costituiscono il reticolo idrico riportato su fotogrammetrico comunale (in giallo);
- corpi idrici non demaniali individuabili dalle mappe del catasto terreno e riportati anche sul fotogrammetrico comunale (in verde).

I suddetti elementi sono stati cartografati sulla **Tav. 7** del presente lavoro.

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 principale*” della D.G.R. 8/8127 del 01/10/2008 che sostituisce l'analogo allegato alla delibera del 2003.

I corsi d'acqua appartenenti al reticolo principale che interessano il territorio comunale di Malnate sono elencati nella seguente tabella:

N. progr.	Denominazione	Tratto classificato come principale	N. iscr. El. AAPP	n. di trib.
VA061	<i>Fiume Olona</i>	tutto il tratto ricadente in provincia	235/C	11
VA064	<i>Torrente Quadronna</i>	dallo sbocco fino al confine con la provincia di Como	243/C	5
VA065	<i>Torrente Ranza (Lanza)</i>	dallo sbocco al limite della Provincia di Como, da cui passa in Svizzera	247/C	5
VA070	<i>Torrente Vellone</i>	dallo sbocco fino al tratto tombato in Comune di Varese	259/C	-
VA072	<i>Torrente Bevera</i>	Tutto il suo corso, dallo sbocco alle sorgenti sotto Baraggia di Viggìù	260/C	2

Tutti i restanti corsi d'acqua, indicati in **Tav. 6**, appartengono al reticolo idrico minore e vengono di seguito elencati:

N. progr.	Denominazione	Note
61.1	privo di toponimo	roggia molinara del F. Olona
61.2	privo di toponimo	roggia molinara del F. Olona
61.3	privo di toponimo	roggia molinara del F. Olona
61.4	privo di toponimo	roggia molinara del F. Olona
61.5	privo di toponimo	roggia molinara del F. Olona

N. progr.	Denominazione	Note
61.6	Torrente Fugascè	intubato in corrispondenza dell'abitato
61.6.1	privo di toponimo	affluente del T. Fugascè in loc. M.te Casnione
61.6.2	privo di toponimo	affluente del T. Fugascè in loc. M.te Casnione
61.6.3	privo di toponimo	affluente del T. Fugascè in loc. M.te Morone
61.6.4	Torrente Vassena	affluente del T. Fugascè
61.7	privo di toponimo	roggia molinara del F. Olona
61.8	privo di toponimo	roggia molinara del F. Olona
61.9	privo di toponimo	roggia molinara del F. Olona
61.10	privo di toponimo	affluente del F. Olona da loc. Celidonia
61.11	privo di toponimo	roggia molinara del F. Olona
64.1	privo di toponimo	affluente del T. Quadronna in loc. M.te Morone
64.1.1	privo di toponimo	affluente del precedente
64.2	privo di toponimo	affluente del T. Quadronna in loc. M.te Morone
64.3	privo di toponimo	affluente del T. Quadronna in loc. San Salvatore
64.4	privo di toponimo	affluente del T. Quadronna in loc. San Salvatore
64.5	privo di toponimo	affluente del T. Quadronna in loc. San Salvatore
65.1	privo di toponimo	affluente del Rio Lanza in loc. Baraggia
65.2	privo di toponimo	roggia molinara del Rio Lanza
65.3	privo di toponimo	roggia molinara del Rio Lanza
65.4	privo di toponimo	roggia molinara del Rio Lanza
65.5	privo di toponimo	roggia molinara del Rio Lanza
72.1	privo di toponimo	affluente del T. Bevera in loc. Baraggia
72.2	privo di toponimo	affluente del T. Bevera in loc. Baraggia

Ad essi si aggiungono tutti quegli affluenti minori, spesso temporanei, privi di toponomastica, cartografati nello specifico elaborato.

Le rogge contraddistinte ai numeri 65.2 e 65.4 sono state considerate appartenenti al reticolo minore in quanto indicate come corsi d'acqua demaniali sulle carte catastali (**Tav. 7**).

Tutti i corsi d'acqua "dismessi", cioè alterati od obliterati a seguito di azioni antropiche pregresse, attualmente facenti parte della rete fognaria come condotti o scaricatori di acque bianche, sono stati esclusi dal reticolo minore.

Sono altresì esclusi dal reticolo idrico principale e minore, i canali di scolo, i tratti intubati di canali minori e le derivazione irrigue capillari, individuati nell'elaborato cartografico con apposita simbologia.

6.3 Individuazione delle fasce di rispetto

In base alle problematiche precedentemente esposte, alla luce delle osservazioni dirette e puntuali condotte sul reticolo nei diversi ambiti, sono state individuate per tutti i corsi d'acqua, facenti parte sia del reticolo principale che del reticolo minore, le fasce di rispetto descritte nel seguito.

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. 6** allegata al presente studio.

La distinzione operata è la seguente:

a) Fascia di rispetto assoluto estesa a 4 o 10 m dagli argini

Corrisponde alla fascia di inedificabilità assoluta estesa a 10 m dagli argini (eventualmente derogata a 4 m ove le condizioni locali lo consentono per sezione d'alveo molto ridotta), 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.

La deroga della fascia da 10 m a 4 m è attribuita ai corsi con sezione d'alveo molto ridotta. Per i tratti intubati la fascia di rispetto assoluto viene misurata a partire dal fianco esterno della tubazione, fatte salve le risultanze catastali.

b) Fascia di pertinenza dei corsi d'acqua

Fascia individuata con criterio tecnico, secondo quanto definito dalla D.G.R. 7/13950/03, comprendente le aree connesse agli alvei dei corsi d'acqua a regime torrentizio.

Essa comprende le sponde e le aree in continua evoluzione geomorfologica perché soggette a fenomeni erosivi durante gli eventi di piena (approfondimento dell'alveo, trasporto solido, scalzamento al piede o incisione delle sponde).

Tale fascia è delimitata dagli orli di scarpata di erosione fluviale e al suo interno ricade la fascia di rispetto assoluto di cui al punto precedente.

Nel corso del presente lavoro, le aree così individuate sono state contestualmente classificate anche secondo la legenda del Piano per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) (**Tav. 10**), stabilendo così un collegamento con la regolamentazione da applicare in dette fasce secondo le N.T.A. dello stesso P.A.I.

La suddetta corrispondenza può essere così descritta:

In generale, le fasce di pertinenza dei corsi d'acqua, identificate al punto b), sono definibili come aree coinvolgibili da fenomeni con pericolosità elevata (Eb); fa eccezione la fascia individuata sul T. Fugascè in corrispondenza della confluenza del T. Vassena, definita come area coinvolgibile da fenomeni con pericolosità molto elevata (Ee).

Gli alvei e gli argini dei corsi d'acqua, invece, sono definibili come aree coinvolgibili da fenomeni con pericolosità molto elevata (Ee).

7 INQUADRAMENTO GEOLOGICO – TECNICO

La caratterizzazione geologico tecnica del territorio comunale ha contemplato l'insieme dei dati geologici di sottosuolo e geologico applicativi sino ad oggi disponibili, secondo quanto raccomandato dalla D.G.R. 8/7374/08, al fine di integrare la rappresentazione geologico tecnica dei terreni proposta nello studio precedente, che a tale scopo si era già dimostrata funzionale.

Pertanto, i tematismi utilizzati nel precedente studio sono rimasti sostanzialmente invariati e, solo in alcuni casi, sono stati aggiornati cartograficamente o più specificatamente dettagliati in legenda alla luce delle nuove informazioni disponibili.

La caratterizzazione geologico – tecnica, descritta in **Tav. 4**, rappresenta, tramite due specifiche tabelle con diversa retinatura, gli ambiti a **caratterizzazione litologica** prevalente e gli ambiti a **caratterizzazione geomorfologica** prevalente, entrambi rilevanti per gli aspetti geologico applicativi.

Tale duplice illustrazione viene descritta nei successivi paragrafi.

7.1 Ambiti a caratterizzazione geomorfologica prevalente

Nel territorio comunale sono individuati ambiti la cui peculiarità è rappresentata dalle specifiche espressioni geomorfologiche che possono in misura diversa condizionare le modalità d'uso e trasformazione d'uso del suolo.

Con riferimento all'individuazione cartografica i caratteri principali delle suddette aree possono essere descritti nel modo seguente:

Aree individuate dalla sigla SC:

Ambito delle scarpate principali delle valli del F. Olona e del Rio Lanza caratterizzate da versanti con pendenze regolarizzate, delimitate da cigli superiori netti e raccordate al piede da fasce di depositi sciolti colluviati. Tali aree possono essere considerate generalmente stabili, tuttavia con possibile interessamento ed innesco di locali fenomeni di dissesto gravitativo soprattutto a seguito di azioni di scavo e sbancamento non adeguatamente condotti.

Aree individuate dalla sigla AL:

Ambito degli alvei dei torrenti minori (T. Quadronna e T. Fugascè) generalmente molto incisi e caratterizzati da scarpate acclivi con frequenti fenomeni di erosione spondale. Tali aree sono rappresentate dagli alvei e

dalle aree connesse ai corsi d'acqua con regime torrentizio, in continua evoluzione geomorfologica per lo sviluppo di fenomeni di erosione accelerata delle sponde, approfondimento dell'alveo e trasporto solido soprattutto in occasione delle piene legate a precipitazione meteoriche di elevata intensità.

Aree individuate dalla sigla FO:

Ambito dei fondovalle del F. Olona e del Rio Lanza caratterizzati da morfologia pianeggiante o subpianeggiante di larghezza non inferiore a 100 m, delimitate dal piede delle scarpate principali. Rappresentano aree direttamente connesse alle piane alluvionali con possibile interessamento nei fenomeni di esondazione in occasione degli eventi di piena straordinaria di maggiore gravità (sostanziale coincidenza con i limiti delle fasce B del Piano per l'Assetto Idrogeologico).

Aree individuate dalla sigla VE:

Ambito di versante dei rilievi collinari (M. Morone) e dei principali terrazzi morfologici caratterizzati da pendenza variabile controllata dal substrato roccioso. Sono aree generalmente stabili con possibile interessamento ed innesco di locali fenomeni di dissesto gravitativo, soprattutto a seguito di azioni di scavo e sbancamento non adeguatamente condotti ed erosione del suolo ad opera delle acque meteoriche di corrivazione.

7.2 Ambiti a caratterizzazione litologica prevalente

Nel territorio comunale sono individuati ambiti la cui peculiarità è rappresentata dalle specifiche caratteristiche litologiche e pedologiche omogenee, per le quali sono descritti i caratteri geotecnici ed il grado di permeabilità dei terreni.

A tale scopo si sono considerati i seguenti dati rappresentati in **Tav. 4**:

- punti di osservazione stratigrafica di riferimento quali affioramenti naturali e scavi edili presenti nelle aree urbanizzate;
- sondaggi e prove geotecniche eseguite nell'ambito di altri studi.

Con riferimento all'individuazione cartografica, i caratteri principali delle suddette aree possono essere descritti nel modo seguente:

Area identificata dal retino color rosa (barrato orizzontale):

Depositi fluviali e fluvioglaciali recenti costituiti da ghiaie grossolane poligeniche alternate a sabbie stratificate debolmente alterate, al limite tra supporto clastico e di matrice. I suoli sono sottili o poco profondi, di spessore

compreso tra 15 e 30 cm. Detti depositi presentano terreni granulari addensati o mediamente addensati con discrete caratteristiche geotecniche generali e permeabilità da media ad alta. Il drenaggio delle acque è discreto sia in superficie che in profondità.

Area identificata dal retino color giallo (barrato verticale):

Depositi lacustri postglaciali e marini pliocenici costituiti da limi e argille massive o fittamente laminate. I suoli sono poco o mediamente profondi, di spessore compreso tra 30 e 60 cm. Tali depositi presentano terreni coesivi con stato di consistenza medio e permeabilità molto bassa. Il drenaggio delle acque è pertanto difficoltoso o impossibile nel sottosuolo, con tendenza al ristagno superficiale.

Area identificata dal retino color marrone (barrato obliquo):

Depositi glaciali e di contatto glaciale recenti costituiti da diamicton massivi a supporto di matrice e ghiaie poligeniche grossolane poco alterate e presenza di coltre superiore di limi e limi sabbiosi, con spessore compreso tra 1,5 e 2 m. I suoli sono sottili o poco profondi di spessore compreso tra 15 e 30 cm. I depositi granulari sono superficialmente sciolti mentre in profondità, tra circa 3 e 6 m, diventano generalmente molto addensati. La permeabilità generale è da bassa a media. Il drenaggio delle acque è discreto in profondità ma difficoltoso in superficie.

Area identificata dal retino color blu (barrato verticale):

Substrato roccioso (Gonfolite e Ceppo) affiorante o a debole profondità costituito da conglomerati poligenici e bancate di arenaria. I suoli sono assenti o sottili, con spessore massimo di 15 cm. Tali aree sono rappresentate da affioramenti litoidi generalmente con elevato grado di cementazione, caratterizzati da permeabilità primaria molto bassa e permeabilità secondaria (fessurazione) alta. Il drenaggio delle acque è difficoltoso sia in superficie che in profondità.

Area identificata dal retino color verde (barrato obliquo):

Depositi glaciali e di contatto glaciale antichi costituiti da diamicton massivi a supporto di matrice e ghiaie poligeniche grossolane poco alterate, con coltre superiore di limi argillosi e limi sabbioso argillosi, con spessore compreso tra 2,5 e 3 m. I suoli sono mediamente profondi, di spessore compreso tra 30 e 100 cm. Tali depositi presentano terreni granulari addensati o mediamente addensati generalmente massivi ricoperti da terreni coesivi con stato di consistenza tenero o medio. La permeabilità generale è da molto bassa a media ed il drenaggio delle acque è discreto in profondità ma difficoltoso o molto scarso in superficie.

Per la definizione e la stima dei parametri (consistenza e permeabilità dei terreni) attribuiti ad ogni area omogenea, si è fatto riferimento alle seguenti valutazioni empiriche opportunamente standardizzate:

La permeabilità dei terreni è stata stimata sulla base delle indicazioni della seguente tabella, redatta con dati di letteratura tecnica:

Permeabilità	K (cm/s)	Litologia	Classificazione dei terreni	Drenaggio delle acque meteoriche
alta	$> 10^{-1}$	ghiaie grossolane e ciottoli senza matrice fine	permeabili	buono
media	$10^{-1} \div 10^{-3}$	sabbie, sabbie e ghiaie	permeabili	discreto
bassa	$10^{-3} \div 10^{-7}$	sabbie fini, limi, limi sabbioso argillosi	semi-permeabili	difficoltoso
molto bassa	$10^{-7} \div 10^{-9}$	limi argillosi e argille	praticamente impermeabili	praticamente impossibile

Lo stato di compattezza dei terreni è stato espresso in modo distinto per i terreni fini e per i terreni granulari, con riferimento ai valori normalizzati di resistenza all'avanzamento della punta del penetrometro, deducendo i dati dalle numerose prove geotecniche svolte messe a disposizione dall'U.T.C.

TERRENI FINI		TERRENI GRANULARI	
Stato di consistenza	N_{spt} (normalizzato)	Stato di addensamento	N_{spt} (normalizzato)
molle	fino a 2	molto sciolto	fino a 4
tenero	2 - 4	sciolto	4 - 10
medio	4 - 8	medio	10 - 30
compatto	8 - 15	addensato	30 - 50
molto compatto	15 - 30	molto addensato	50 - 70
duro	oltre 30		

7.3 Sintesi delle indagini geognostiche disponibili

Nel presente paragrafo si descrivono le indagini geognostiche a supporto di specifici interventi edificatori realizzati sul territorio comunale.

L'ubicazione delle indagini (prove penetrometriche ed assaggi esplorativi) è riportata in **Tav. 4** e fa riferimento alla numerazione d'archivio dell'Ufficio Urbanistica del Comune di Malnate.

LAVORI PRIVATI

Pratica n. 9346: BBF S.a.s.

Argomento: Caratterizzazione geotecnica dei terreni di fondazione mediante 3 scavi esplorativi fino a 3,5 m di profondità.

Stratigrafia: 1° livello tra 0 e 1,6 m: Terreni di riporto terrosi; 2° livello tra 1,6 e 3,0 m di profondità: Limo sabbioso con clasti ghiaiosi; 3° livello tra 3,0 e 3,5 m di profondità: Sabbie limose con ghiaietto.

Caratterizzazione geotecnica: terreni da mediamente addensati a compatti con peso di volume di $1,9 \text{ g/cm}^3$, angolo d'attrito $> 32^\circ$ e coesione pari a 0 Kg/cm^2 .

Pratica n. 9504: SA.MAR. Immobiliare S.r.l.

Argomento: Caratterizzazione geotecnica dei terreni di fondazione mediante 2 scavi esplorativi fino a 3,5 m di profondità.

Stratigrafia: 1° livello tra 0 e 0,8 m: Terreni di riporto e coltivo; 2° livello tra 0,8 e 3,5 m di profondità: Depositi sabbioso ghiaiosi con ciottoli.

Caratterizzazione geotecnica: terreni mediamente addensati a compatti con peso di volume di $1,9 \text{ g/cm}^3$; angolo d'attrito di 28° e coesione pari a 0 Kg/cm^2 .

Pratica n. 9533: Karibù e C. S.a.s.

Argomento: Caratterizzazione geotecnica dei terreni mediante prove penetrometriche statiche e dinamiche.

Stratigrafia: Vengono individuate 4 unità geotecniche, delle quali le due sommitali sono caratterizzate da terreni soffici poco consistenti, a cui seguono terreni a maggiore consistenza.

Parametri dei terreni¹:

Livello	γ (peso di volume)	ϕ (angolo di attrito)	Cu (coesione totale)
A (fino a 1,6 m)	1,7	20	0,5
B (fino a 4,2 m)	1,55	17	0,25
C (fino a 5,2 m)	1,7	26	2
D (fino a 13,8 m)	1,7	22	1,5

Idrogeologia: Si riscontra acqua sotterranea a partire da 1,5 m.

Pratica n. 9539: Costruzione civile in Via Toselli

Argomento: Caratterizzazione geotecnica dei terreni mediante 3 prove penetrometriche ed 1 scavo esplorativo.

Stratigrafia: 1° livello tra 0 e 1,2 m: Terreni di riporto e coltivo; 2° livello tra 1,2 e 3,0 m di profondità: Depositi alluvionali (limi sabbiosi); 3° livello tra 3,0 e 4,0 m di profondità: Sabbie e ghiaie limose con ciottoli e massi.

Parametri dei terreni:

Livello	γ (peso di volume)	ϕ (angolo di attrito)	Cu (coesione totale)
B (tra 3 e 4 m)	1,9	29	0

Pratica n. 9608: Lottizzazione Vignaccia loc. Gurone

Argomento: Caratterizzazione geotecnica dei terreni mediante 11 prove penetrometriche dinamiche.

Stratigrafia: livello superficiale con terreni fini limosi sino a circa 2,0 m seguiti da terreni granulari ghiaioso limosi.

Caratterizzazione geotecnica: terreni coesivi teneri passanti a granulari sciolti sino a circa 3,0 ÷ 6,0 m di profondità, in seguito molto addensati.

¹ Unità di misura dei parametri riportati nelle tabelle: peso di volume in g/cm³, angolo di attrito in gradi e coesione in Kg/cm²

Pratica n. 9615: Sig.ra Bernasconi

Argomento: Caratterizzazione geotecnica dei terreni mediante 3 prove penetrometriche dinamiche e 1 scavo esplorativo fino a 3,5 m.

Stratigrafia: Vengono individuate 2 unità geotecniche di cui quella sommitale è caratterizzata da terreni sciolti a cui seguono terreni da mediamente a molto addensati.

Parametri dei terreni:

Livello	γ (peso di volume)	φ (angolo di attrito)	Cu (coesione totale)
A (fino a 4 m)	1,8	24	0
B (fino a 15 m)	1,9	32	0

Pratica n. 9650: Sig. Croci Alberto e Altri

Argomento: Caratterizzazione geotecnica dei terreni mediante 4 prove penetrometriche dinamiche e 2 scavi esplorativi.

Stratigrafia: Vengono individuate 2 unità geotecniche di cui quella sommitale è caratterizzata da terreni sciolti a cui seguono terreni da mediamente a molto addensati.

Parametri dei terreni:

Livello	γ (peso di volume)	φ (angolo di attrito)	Cu (coesione totale)
A (fino a 4 m)	1,8	24	0
B (fino a 7 m)	1,9	30	0

Pratica n. 9680: Sig. Maineri e Cristofolletti

Argomento: Caratterizzazione geotecnica dei terreni mediante un sondaggio esplorativo.

Stratigrafia: Vengono individuati terreni fluvioglaciali descritti in modo generale.

Pratica n. 9692: Ditta Trezza

Argomento: Caratterizzazione geotecnica dei terreni mediante 2 prove penetrometriche dinamiche.

Stratigrafia: Vengono individuate 3 unità geotecniche di cui quella sommitale è caratterizzata da terreni sciolti e le successive da terreni mediamente addensati.

Parametri dei terreni:

Livello	γ (peso di volume)	φ (angolo di attrito)	Cu (coesione totale)
A (fino a 1,5 m)	1,7	25	0
B (fino a 8,5 m)	1,75	30	0
C (tra 6 e 8,5 m)	1,8	34	0

Pratica n. 9730: Abitazione civile Sig. Cammisano

Argomento: Caratterizzazione geotecnica dei terreni di fondazione mediante 1 scavo esplorativo fino a 1,4 m di profondità.

Stratigrafia: 1° livello tra 0 e 0,3 m: Terreni di coltivo sabbioso limosi; 2° livello tra 0,3 e 1,4 m di profondità: Sabbia media con ghiaia medio fine.

Caratterizzazione geotecnica: terreni mediamente addensati con peso di volume di $1,9 \text{ g/cm}^3$, angolo d'attrito di 32° e coesione pari a 0 Kg/cm^2 .

Pratica n. 9748: Verdi Colline S.r.l.

Argomento: Caratterizzazione geotecnica dei terreni di fondazione mediante 1 scavo esplorativo fino a 3,9 m di profondità.

Stratigrafia: 1° livello tra 0 e 0,3 m: Terreni di riporto; 2° livello tra 0,3 e 1,4 m di profondità: Coltivo limoso sabbioso marrone; 3° livello tra 1,4 e 1,9 m: Terreno sabbioso limoso con clasti di ghiaietto; 4° livello tra 1,9 e 3,9 m di profondità: Sabbia e ghiaia da media a grossolana nocciola.

Pratica n. 9755: Immobiliare san Martino

Argomento: Caratterizzazione geotecnica dei terreni di fondazione mediante 2 scavi esplorativi fino a 4 m di profondità.

Stratigrafia: 1° livello tra 0 e 2,3 m: Terreni di riporto e coltivo; 2° livello tra 2,3 e 4,0 m di profondità: Terreno sabbioso ghiaioso mediamente addensato.

Caratterizzazione geotecnica: terreni mediamente addensati con peso di volume di $1,9 \text{ g/cm}^3$, angolo d'attrito tra 28° e 32° , coesione pari a 0 Kg/cm^2 .

Pratica n. 9756: Civile abitazione Sig. Mirisola Giovanni

Argomento: Caratterizzazione geotecnica dei terreni mediante 2 prove penetrometriche dinamiche.

Stratigrafia: Vengono individuate 3 unità geotecniche di cui quella sommitale è caratterizzata da terreni sciolti a cui seguono terreni più addensati.

Parametri dei terreni:

Livello	γ (peso di volume)	φ (angolo di attrito)	C_u (coesione totale)
A (fino a 3,9 m)	1,6	23	0
B (fino a 4,8 m)	1,7	26	0
C (fino a 6,9 m)	1,8	33	0

Pratica n. 9762: REAG S.n.c.

Argomento: Caratterizzazione geotecnica dei terreni mediante 5 prove penetrometriche dinamiche.

Stratigrafia: Vengono individuate 2 unità geotecniche di cui quella più superficiale è caratterizzata da terreni sciolti e quella profonda da terreni mediamente addensati.

Parametri dei terreni:

Livello	γ (peso di volume)	φ (angolo di attrito)	C_u (coesione totale)
A (fino a 4,5 m)	1,9	23	0
B (fino a 6 m)	1,9	29	0

Pratica n. 9768: Cooperativa edile Papa Paolo VI

Argomento: Caratterizzazione geotecnica dei terreni mediante 5 prove penetrometriche dinamiche continue ed 1 uno scavo esplorativo.

Stratigrafia: Vengono individuate 4 unità geotecniche di cui quella superficiale è caratterizzata da terreni sciolti a cui seguono terreni più addensati.

Parametri dei terreni:

Livello	γ (peso di volume)	φ (angolo di attrito)	Cu (coesione totale)
A (fino a 1,8 m)	1,8	34	0
B (fino a 5,0 m)	1,9	35	0
C (fino a 6,0 m)	1,9	37	0
D (fino a 10,0 m)	2,0	39	0

Pratica n. 9948: Sopralzo fabbricato residenziale Via Marzabotto

Argomento: Caratterizzazione geotecnica dei terreni mediante 2 prove penetrometriche dinamiche continue.

Stratigrafia: Vengono individuate 2 unità geotecniche di cui quella superficiale è caratterizzata da terreni sciolti a cui seguono terreni più addensati.

Parametri dei terreni:

Livello	γ (peso di volume)	φ (angolo di attrito)	Cu (coesione totale)
A (fino a 2,4 m)	1,8	35	0
B (fino a 8,4 m)	1,9	38	0

Pratica n. 9995: Costruzione edifici residenziali Via Doberdò

Argomento: Caratterizzazione geotecnica dei terreni mediante 4 prove penetrometriche dinamiche continue ed 1 uno scavo esplorativo.

Stratigrafia: Vengono individuate 2 unità geotecniche di cui quella superficiale è caratterizzata da terreni poco addensati a cui seguono terreni con stato di addensamento medio.

Parametri dei terreni:

Livello	γ (peso di volume)	φ (angolo di attrito)	Cu (coesione totale)
A (fino a 2,8 m)	1,8	30	0
B (fino a 8,1 m)	1,9	34	0

Pratica n. 10097: Proprietà Ermoli – Strazi

Argomento: Studio per la stabilizzazione di un dissesto gravitativo di versante con caratterizzazione geotecnica dei terreni mediante 7 prove penetrometriche dinamiche continue.

Stratigrafia:

Livello superficiale con terreni limoso-sabbiosi da sciolti a mediamente addensati, passanti a terreni sabbioso-ghiaiosi in matrice limosa mediamente addensati seguiti in profondità da terreni sabbioso-ghiaiosi in matrice limosa molto addensati.

Parametri dei terreni:

Livello	γ (peso di volume)	φ (angolo di attrito)	Cu (coesione totale)
A (fino a 1,5 m)	1,8	30	0
B (fino a 2,5 m)	1,9	33	0
C (fino a 3,5 m)	1,9	35	0

Pratica D.I.A. n. 11/02: Ampliamento fabbricato res. Via del Bollerino

Argomento: Caratterizzazione geotecnica dei terreni mediante 2 prove penetrometriche dinamiche continue.

Stratigrafia: Vengono individuati terreni sciolti sino circa 4,5 m di profondità a cui seguono terreni molto addensati

Parametri dei terreni:

Livello	γ (peso di volume)	φ (angolo di attrito)	Cu (coesione totale)
A (fino a 1,5 m)	1,8	-	0
B (fino a 4,5)	1,9	31	0
C (fino a 6,6m)	1,9	34	0

Pratica P.D.C. n. 35/04: Nuovo fabbricato produttivo Via Tre Corsi

Argomento: Caratterizzazione geotecnica dei terreni mediante 4 prove penetrometriche dinamiche continue.

Stratigrafia: Vengono individuate 2 unità geotecniche di cui quella superiore

caratterizzata da terreni sciolti costituiti da limo sabbioso e clasti sparsi, cui seguono terreni con stato di addensamento da “sciolto” ad “addensato” litologicamente costituiti da ghiaia mediamente alterata in matrice limoso-sabbiosa.

Parametri dei terreni:

Livello	γ (peso di volume)	φ (angolo di attrito)	Cu (coesione totale)
A (fino a 3 ÷ 5 m)	1,8	30	0
B (fino a 9,0)	1,9	35	0

Pratica D.I.A. n. 218/04: Fabbricato residenziale Via Hermada

Argomento: Indagine geotecnica dei terreni mediante 1 trincea esplorativa eseguita con escavatore cingolato

Stratigrafia: Al di sotto di un primo livello di circa 20 cm di suolo organico, vengono individuati terreni limoso sabbiosi sino a circa 1,9 m seguiti da sabbie limose compatte con ghiaia e rari ciottoli sino a 3,1 m di profondità.

Pratica P.D.C. n. 13/05: Edificazione residenziale Via Toti

Argomento: Caratterizzazione geotecnica dei terreni mediante 4 prove penetrometriche dinamiche continue.

Stratigrafia: Vengono individuate 2 unità geotecniche di cui quella superiore caratterizzata da terreni sciolti costituiti da limo sabbioso e clasti sparsi, cui seguono terreni molto addensati litologicamente costituiti da ghiaia medio-grossolana mediamente alterata in matrice sabbiosa.

Parametri dei terreni:

Livello	γ (peso di volume)	φ (angolo di attrito)	Cu (coesione totale)
A (fino a 3,3 m)	1,8	30	0
B (fino a 5,7)	1,9	38	0

Pratica D.I.A. n. 92/06: Impresa Cannizzaro

Argomento: Caratterizzazione geotecnica dei terreni mediante 3 prove penetrometriche dinamiche continue.

Stratigrafia: Vengono individuate 3 unità geotecniche di cui quella superiore sino a circa 3,5 m di profondità è caratterizzata da terreni sciolti a cui seguono terreni da addensati a molto addensati sino al rifiuto alla penetrazione a circa 6,0 m di profondità.

Pratica D.I.A. n. 264/06: Edificazione residenziale Via Colombo

Argomento: Caratterizzazione geotecnica dei terreni mediante 4 prove penetrometriche dinamiche continue.

Stratigrafia: Vengono individuate 2 unità geotecniche: quella superiore è costituita da limo sabbioso e clasti sparsi litologicamente passante in profondità a ghiaie mediamente alterate in matrice limoso-sabbiosa con stato di addensamento "sciolto", mentre l'unità profonda è costituita da ghiaia media e grossolana mal gradata con stato di addensamento da "addensato" a "molto addensato".

Parametri dei terreni:

Livello	γ (peso di volume)	φ (angolo di attrito)	Cu (coesione totale)
A (fino a 5 ÷ 5 m)	1,9	30	0
B (fino a 9,0)	1,9	38	0

Idrogeologia: Si riscontra acqua sotterranea a partire da 3,3 m interpretabile come falda sospesa di ridotta entità.

LAVORI PUBBLICI

Pratica L.P. S.P. Malnate - Ponte Vedano

Argomento: Caratterizzazione geotecnica dei terreni e verifica di stabilità dei versanti interessati dalla realizzazione della bretella stradale che collegherà la zona industriale di Malnate con lo svincolo di Loc. Ponte di Vedano mediante prove in sito e analisi di laboratorio.

Stratigrafia: Vengono individuate 2 unità geotecniche di cui la prima è caratterizzata da ghiaie sabbiose prevalenti e la seconda da ghiaie e sabbie limose.

Parametri dei terreni:

Livello	γ (peso di volume)	φ (angolo di attrito)	Cu (coesione totale)
A	1,85	42	0
B	1,85	34	20

Pratica L.P. Deposito Comunale

Argomento: Caratterizzazione geotecnica dei terreni mediante 5 prove penetrometriche dinamiche continue.

Stratigrafia: Vengono individuate 3 unità geotecniche. La prima è litologicamente costituita da limo sabbioso e clasti sparsi e presenta stato di addensamento "sciolto". La seconda è costituita da ghiaia mediamente alterata in matrice limoso-sabbiosa con stato di addensamento da "sciolto" a "mediamente addensato", mentre la più profonda da ghiaia media e grossolana mal gradata con stato di addensamento da "mediamente addensato" ad "addensato".

Parametri dei terreni:

Livello	γ (peso di volume)	φ (angolo di attrito)	Cu (coesione totale)
A (fino a 3,0 m)	1,8	30	0
B (fino a 4,5 ÷ 5,5 m)	1,9	34	0
C (fino a 7,5m)	1,9	41	0

Pratica L.P. Scuola media

Argomento: Caratterizzazione geotecnica dei terreni mediante 4 prove penetrometriche dinamiche continue.

Stratigrafia: Vengono individuate 3 unità geotecniche. La prima è litologicamente costituita da sabbia limoso-argillosa con clasti sparsi e presenta stato di addensamento da "mediamente addensato" in superficie, dovuto a costipamento, a "sciolto". La seconda è costituita da sabbia e ghiaia con ciottoli in matrice limosa con uno stato di addensamento "sciolto", mentre la più profonda da ghiaia con sabbia e ciottoli, debolmente limosa, con stato di addensamento da "mediamente addensato" ad "addensato".

Parametri dei terreni:

Livello	γ (peso di volume)	ϕ (angolo di attrito)	Cu (coesione totale)
A (fino a 1,0 m)	1,8	32	0
B (fino a 1,0 ÷ 4,8 m)	1,9	33	0
C (fino a 10,0 m)	1,9	35	0

Pratica L.P. Cimitero

Argomento: Indagine geologico - tecnica di supporto alla progettazione dell'ampliamento del cimitero comunale del capoluogo. Caratterizzazione geotecnica dei terreni mediante 7 prove penetrometriche dinamiche continue. installazione di 4 piezometri in foro di sondaggio ed esecuzione di 7 scavi esplorativi.

Stratigrafia: Vengono individuati terreni di riporto ghiaiosi e sabbiosi talora con elevato grado di costipamento superficiale seguiti da terreni ghiaiosi mediamente alterati in matrice limoso - sabbiosa con stato di addensamento da "medio" ad "addensato".

Parametri dei terreni: Il comportamento omogeneo rilevato durante le prove dello strato superficiale di riporto ne ha permesso la caratterizzazione, con attribuzione di parametri sufficientemente attendibili e cautelativi.

Livello	γ (peso di volume)	ϕ (angolo di attrito)	Cu (coesione totale)
A (fino a 4,5 m)	1,8	33	0
B (fino a 4,5 ÷ 9,0 m)	1,9	34	0

Idrogeologia: I piezometri installati non hanno rilevato presenza di acque di primo sottosuolo.

7.4 Ulteriori elementi di carattere geologico – tecnico

Oltre agli elementi geologico - tecnici precedentemente descritti, in **Tav. 4** sono state infine cartografate alcune situazioni di interesse ai fini della pianificazione territoriale quali:

- aree con terreni sciolti caratterizzate da significativa acclività;
- aree interessate da attività di cava cessata;
- aree interessate da riporti non controllati;
- i principali collettori fognari (acque bianche, acque reflue e acque miste);
- la rete acquedottistica.

Di tali elementi che trovano espressione spesso localizzata e puntuale si dovrà tenere conto in quanto possono condizionare in modo sostanziale il tipo di intervento edificatorio programmato su una certa area.

Le “aree con terreni sciolti caratterizzate da significativa acclività” sono state riproposte in quanto ritenute a maggior rischio di dissesto nella precedente edizione dello studio geologico di supporto al PRG. nel corso del presente studio, tali aree verranno sottoposte ad una più accurata analisi della pericolosità per frana che determinerà una classificazione più specifica (**Cap. 9 e Tav. 5**).

8 IL RISCHIO DI ESPOSIZIONE AL GAS RADON

8.1 La mappatura del territorio lombardo

Il *radon* è un gas nobile, naturalmente radioattivo, che si genera dal decadimento del *radio*, generato a sua volta dal decadimento dell'*uranio*. Il motivo che determina la necessità di mapparne la concentrazione risiede nel fatto che il radon è un gas molto pesante, considerato estremamente pericoloso per la salute umana se inalato e ritenuto una delle possibili cause di serie patologie polmonari.

La principale fonte di questo gas risulta essere il terreno, dal quale fuoriesce e si disperde nell'ambiente, accumulandosi in locali chiusi ove può diventare pericoloso. Le aree più a rischio sono quelle che presentano formazioni geologiche originatesi da fenomeni di vulcanesimo (lave, pozzolane, tufi, granito e porfido) ma, in ogni caso, si possono ritrovare alte concentrazioni di radon anche in rocce sedimentarie, come i marmi, le marne e i flysh. La risalita in superficie del radon è anche associabile alla presenza di discontinuità tettoniche, quali faglie e fratture profonde della crosta terrestre.

Altre fonti possono essere, in misura minore, i materiali di costruzione, specialmente se di origine vulcanica, come il tufo o i graniti.

Uno dei principali fattori di rischio del radon è legato al fatto che tende ad accumularsi all'interno di abitazioni. Il gas migra dal suolo (o dai materiali da costruzione) e penetra all'interno degli edifici attraverso le fessure (anche microscopiche), gli attacchi delle pareti al pavimento, i passaggi dei vari impianti (elettrico, termico, idraulico). Di conseguenza, i livelli di radon sono generalmente maggiori nelle cantine, nei vani seminterrati e nei piani più bassi delle abitazioni.

L'ARPA della Regione Lombardia ha condotto, tra il 2003 e il 2004, una campagna di misura del gas radon in tutto il proprio territorio, al fine di individuare le aree ad elevata probabilità di alte concentrazioni (*radon prone areas*), come previsto dal D.Lgs 241/00, art. 10-ter, comma 2.

Il piano per la mappatura, condotto da ARPA in collaborazione con le ASL locali, ha visto il territorio regionale suddiviso secondo una griglia a maglie rettangolari, di dimensioni variabili a seconda delle caratteristiche geologiche e morfologiche del suolo, con un infittimento nella zona alpina e prealpina, dove ci si attende concentrazioni di radon più elevate e spazialmente eterogenee.

In ciascuna maglia sono stati individuati da 5 a 10 punti di misura, per un totale di 3600 punti, in 541 Comuni lombardi (1/3 del totale).

Le misure hanno avuto durata annuale e sono state effettuate attraverso l'impiego di dosimetri passivi, posizionati per 2 semestri consecutivi a partire dall'ottobre 2003.

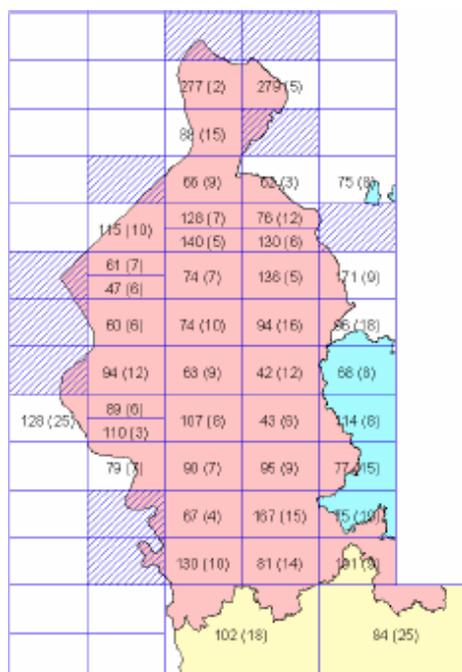
8.2 Riferimenti normativi

Nel quadro normativo nazionale relativo alla problematica del radon indoor viene prevista la tutela dei lavoratori negli ambienti lavorativi, mentre non viene regolamentata l'esposizione della popolazione nelle abitazioni private. La norma cui si fa riferimento per l'esposizione al radon negli ambienti di lavoro è il D.Lgs 240/00, art.10, che fissa come livello di riferimento una concentrazione pari a 500 Bq/m³.

Per quanto riguarda, invece, la regolamentazione dell'esposizione al radon nelle abitazioni private, il più solido riferimento è rappresentato dalla raccomandazione dell'Unione Europea 90/143/EURATOM, che fornisce indicazioni precise circa il valore oltre il quale intraprendere azioni di risanamento per le abitazioni esistenti (400 Bq/m³) e l'obiettivo di qualità (200 Bq/m³) per le nuove edificazioni. Tale raccomandazione prevede che, oltre all'indicazione delle misure da adottare per le nuove costruzioni, qualora il limite di riferimento per gli edifici esistenti (400 Bq/m³) sia superato, debbano essere adottati provvedimenti correttivi proporzionali all'entità di superamento del limite.

8.3 Risultati preliminari dello studio ARPA

La figura seguente mostra, per la Provincia di Varese, la media geometrica dei valori di concentrazione di radon misurati nei punti di campionamenti all'interno della singola maglia, espressa in Bq/m³ (Bequerel per unità di volume), mentre tra parentesi è indicato il numero di misure effettuate all'interno della maglia. Il tratteggio rappresenta maglie dove non vi sono centri urbanizzati di entità rilevante.



Dalle misure effettuate sono state ricavate valutazioni geostatistiche sulle concentrazioni medie annuali attese nelle unità immobiliari site al piano terra dei vari comuni della provincia.

I risultati relativi al Comune di Malnate sono i seguenti:

Comune	% delle unità immobiliari esistenti site al pian terreno, che potrebbero superare un valore di concentrazione media annuale di 200 Bq/m ³	% delle unità immobiliari esistenti site al pian terreno, che potrebbero superare un valore di concentrazione media annuale di 400 Bq/m ³
Malnate	1%	-

L'ARPA sottolinea tuttavia che le stime sopra riportate sono da ritenersi indicative in quanto la concentrazione di radon indoor dipende molto anche dalle caratteristiche costruttive di ogni singolo edificio (materiali utilizzati, modalità di aerazione e ventilazione, ecc.) oltre che dalla zona geografica e quindi dalle caratteristiche geologiche locali.

Poiché in linea teorica il livello di concentrazione di riferimento, pari a 400 Bq/m³, nel Comune di Malnate non è mai superato, se ne deduce che non risulta necessario adottare provvedimenti urgenti volti alla riduzione della concentrazione di radon per le abitazioni esistenti.

Viceversa il valore limite per le nuove edificazioni, pari a 200 Bq/m³, è

oltrepassato, ma solo nell'1% delle unità immobiliari. Tale risultato è pertanto poco indicativo in merito alla effettiva necessità di adottare provvedimenti obbligatori in campo edilizio.

8.4 Accorgimenti costruttivi per le nuove edificazioni

Nonostante i risultati rassicuranti per il Comune di Malnate, si riportano le raccomandazioni che ARPA propone per le nuove edificazioni allo scopo di minimizzare l'esposizione della popolazione al radon indoor.

Si tratta di alcuni accorgimenti costruttivi da applicare singolarmente o in combinazione tra loro, che possono variare in funzione delle caratteristiche morfologiche e litologiche del sito, nonché dalla tipologia di edificio e dalle specifiche esigenze degli occupanti.

In sintesi si elencano gli accorgimenti ritenuti più efficaci:

- Ventilazione naturale tramite formazione di vespaio aerato;
- Ventilazione meccanica controllata;
- Drenaggio delle fondazioni per l'allontanamento dell'eventuale gas presente nel terreno;
- Sigillatura delle fonometrie per il passaggio di impianti, scarichi e canalizzazioni.

La presenza di collegamento (scale), in una stessa unità immobiliare, fra seminterrato e piani superiori può convogliare il radon, di norma presente in maggiori concentrazioni nel seminterrato, verso i piani superiori.

Infine, nei locali di abitazione e particolarmente nelle zone notte, dovrebbe essere evitato l'uso di materiali costruttivi e di finitura contenenti significative concentrazioni di radionuclidi naturali, quali i tufi, i graniti, le sieniti, i basalti, le pozzolane, i cementi contenenti polveri e scorie di altoforno, le calce eminentemente idrauliche.

Si rimanda alla competenza urbanistica la valutazione circa l'eventuale inserimento delle indicazioni fornite da ARPA all'interno del Piano delle Regole o del Regolamento Edilizio.

9 VALUTAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ PER FRANA

9.1 Individuazione aree pericolosità per frana

Dalla Tavola RIS 3 – Carta della pericolosità frane del P.T.C.P., si osserva come il territorio di Malnate comprenda al suo interno aree a pericolosità media, bassa e molto bassa.

Pertanto, ai sensi degli Art. 82 e 84 del P.T.C.P., il territorio comunale è stato sottoposto ad analisi approfondite per attestare l'effettiva pericolosità di suddette aree e per valutare con maggior dettaglio le condizioni di pericolosità in corrispondenza dei dissesti accertati e dei versanti che presentano connotazione di aree potenzialmente franose.

Una prima discretizzazione della effettiva pericolosità è stata effettuata mediante un'analisi di tipo clivometrico, realizzata mettendo in evidenza le aree del territorio comunale appartenenti alle seguenti classi di inclinazione i

- $i < 20^\circ$
- $20^\circ < i < 35^\circ$
- $i > 35^\circ$

Tali classi fanno riferimento alla letteratura tecnica di settore, in quanto l'inclinazione di 20° è considerata la soglia minima per il possibile sviluppo di dissesti gravitativi in corrispondenza di versanti costituiti da terreni sciolti. Viceversa, l'inclinazione di 35° è considerata una pendenza critica, in valore assoluto, oltre la quale possono generarsi con più frequenza dissesti franosi o addirittura crolli in corrispondenza dei versanti rocciosi.

Per mezzo di questo tipo di valutazioni, che hanno permesso di suddividere il territorio comunale in zone omogenee, tenendo conto sia della classe di pendenza che di quella litologica, è stato perciò possibile escludere, dalle successive analisi di dettaglio, vaste aree del territorio di Malnate, compresa quella pianeggiante coincidente con il centro abitato del comune, classificata dal P.T.C.P. come area a bassa pericolosità.

A seguito di tale analisi, è stato possibile, di conseguenza, focalizzare l'attenzione esclusivamente su determinate porzioni del territorio comunale ritenute significative, sulle quali effettuare analisi specifiche di stabilità ed attestare la sussistenza di tale specifica pericolosità.

Per quanto riguarda la valutazione di dettaglio delle condizioni di effettiva pericolosità dei dissesti già censiti, la fase di attestazione della pericolosità è

stata preceduta dall'analisi e dal confronto dei dissesti riportati dall'Inventario frane e dissesti Regione Lombardia (Geolffi) e dalla Carta Censimento Dissesti (Tav. RIS 2 – P.T.C.P. Varese).

9.2 Metodologia di analisi della stabilità dei versanti

9.2.1 ANALISI DI STABILITÀ DI PENDII IN TERRENI SCIOLTI

In linea con i criteri regionali, la verifica delle condizioni di stabilità di versante è stata effettuata mediante un'analisi all'equilibrio limite con i metodi di Janbu, Bishop e Spencer, con il supporto di un modello di calcolo dedicato e implementato nel software Slide 5.0 (1998-2008 Rocscience Inc.).

Tale procedura consente di individuare, per differenti masse di terreno, le superfici di scivolamento critiche caratterizzate dal coefficiente di sicurezza più basso, attraverso l'analisi di 5000 superfici geometricamente possibili.

In **Tav. 5** è riportata la traccia delle sezioni geognostiche per le quali è stata realizzata l'analisi di stabilità. Le sezioni si riferiscono alle aree di maggior interesse, all'interno del territorio di Malnate, dal punto di vista della pericolosità da frana, ottenute grazie all'analisi geomorfologica effettuata in precedenza considerando litologia e pendenza. La scelta delle sezioni è stata effettuata facendo in modo che tale studio di dettaglio coprisse il più possibile le aree risultate a rischio, tenendo conto che i risultati sulla singola sezione, in assenza di evidenti differenze e discontinuità morfologiche e strutturali, possono essere estesi all'intero versante o a porzioni omogenee di esso.

Il livello di sicurezza (Fattore di Sicurezza FS) è espresso come rapporto tra la resistenza al taglio disponibile e la resistenza al taglio necessaria a garantire l'equilibrio lungo la potenziale superficie di scivolamento. I principali fattori destabilizzanti sono quelli dovuti all'effetto della forza di gravità, all'aumento delle sovrappressioni interstiziali, al peggioramento dei parametri di resistenza al taglio dei terreni e all'incremento di sollecitazioni esterne (carichi accidentali, azione sismica etc).

Le verifiche di stabilità sono state realizzate in condizioni drenate, in condizioni di parziale saturazione e in corrispondenza di un eventuale evento sismico.

L'analisi di stabilità in condizioni sismiche necessita in ingresso di un valore di accelerazione sismica orizzontale (k_h) e di un valore di accelerazione verticale (k_v). Noti questi parametri, è possibile definire l'azione sismica di progetto ricorrendo ad analisi semplificate per via pseudostatica. Tale metodo consente di schematizzare l'azione sismica come un insieme di forze statiche orizzontali e verticali rappresentative delle forze inerziali prodotte dal

passaggio delle onde sismiche nel terreno.

L'entrata in vigore del D.M. 14/01/08 ha fatto in modo che la stima dei parametri spettrali necessari per la definizione dell'azione sismica debba essere effettuata direttamente per il sito in esame. I dati relativi allo specifico sito di interesse si ricavano mediante l'interpolazione dei parametri relativi a 4 punti appartenenti al reticolo di riferimento che circondano il punto in esame. I parametri dei punti costituenti il reticolo sono riportati nella Tabella 1 dell'Allegato B del suddetto decreto. Per questo motivo, ogni sezione di interesse, anche se all'interno dello stesso comune, risulta caratterizzata da valori di k_h e k_v differenti.

In base a quanto appena detto, i siti corrispondenti alle sezioni in esame sono caratterizzati da un valore di accelerazione massima al suolo a_g pari a 0,057 g, riferito ad una probabilità di superamento non maggiore del 5% in 200 anni, corrispondente ad un tempo di ritorno dell'evento critico di 2475 anni (Stato limite di Collasso).

Considerando la categoria sismica dei terreni, le caratteristiche topografiche del sito e il valore di accelerazione massima, è quindi possibile calcolare i valori dei coefficienti di accelerazione sismica orizzontale K_h e verticale K_v , in relazione all'evento sismico simulato, come specificato al punto 7.11.3.5.2 del D.M. 14/01/08.

9.3 Attestazione della pericolosità delle aree potenzialmente franose

L'analisi di stabilità, condotta con il supporto del modello di calcolo descritto nel *Par. 9.2.1.*, è finalizzata all'attestazione della pericolosità nel territorio del Comune di Malnate, mediante attribuzione delle rispettive classi. L'attestazione della pericolosità avviene in base al seguente criterio:

Fattore di sicurezza	Livello di pericolosità
FS > 2.0	H1
1.4 < FS < 2.0	H2
1.2 < FS < 1.4	H3
1.0 < FS < 1.2	H4
FS < 1.0	H5

Il fattore di sicurezza FS, utilizzato come riferimento per l'attestazione della pericolosità, è quello più basso ottenuto nelle analisi di stabilità in condizioni drenate.

Poiché i livelli di pericolosità sono 5 (H1 – H5) e le classi di pericolosità sono invece 4, si ha che

Classe di pericolosità	Livello di pericolosità
Pericolosità molto bassa o nulla	H1 – H2
Pericolosità bassa	H2 – H3
Pericolosità media	H3 – H4
Pericolosità alta	H4 – H5

per cui, per l'attribuzione delle classi di pericolosità il criterio adottato è il seguente:

Fattore di sicurezza	Livello di pericolosità	Classe di pericolosità
FS > 2.00	H1	Pericolosità molto bassa o nulla
1.7 < FS < 2.0	H2	
1.4 < FS < 1.7	H2	Pericolosità bassa
1.3 < FS < 1.4	H3	
1.2 < FS < 1.3	H3	Pericolosità media
1.1 < FS < 1.2	H4	
1.0 < FS < 1.1	H4	Pericolosità alta
FS < 1.0	H5	

Per valutare la pericolosità finale dell'area sono stati presi in considerazione altri due fattori: possibili concentrazioni d'acqua e tipologia della vegetazione.

In particolare, per il Comune di Malnate, si è ritenuto significativo considerare solo l'effetto destabilizzante derivante dalla eventuale saturazione idrica localizzata. Infatti, in relazione ad eventi già osservati in passato in occasione di straordinarie condizioni meteorologiche, si è presa in considerazione la presenza di collettori fognari posati lungo la linea di massima pendenza della scarpata principale della Valle Olona. In tali strutture possono infatti verificarsi condizioni di funzionamento in pressione che può indurre danneggiamento e conseguente scorrimento superficiale e concentrato delle acque.

In corrispondenza di tali collettori è stata individuata una fascia di 10 m, entro la quale è stata aumentata di un grado la classe di pericolosità.

Per ciascuna area omogenea è stata inoltre individuata un'area di possibile ampliamento a valle, alla quale è stata assegnata classe di pericolosità inferiore di un grado, rispetto all'area di origine a cui si riferisce. Per la delimitazione di tale zona di ampliamento è stata impiegata la formula empirica seguente

$$L = 46.91 \cdot \log(H + 3) - 22.38$$

GOVI et al.(1985)

dove L è la distanza massima (in m) di arresto dei materiali franati mentre H rappresenta il dislivello tra il punto di distacco della superficie di scivolamento con FS più basso e il punto di inizio della zona di accumulo.

L'ampiezza dell'area stimata con questo metodo è essenzialmente indicativa, perciò il tracciamento vero e proprio della zona di ampliamento è stato realizzato seguendo soprattutto la morfologia dell'area di interesse. Invece, nel caso in cui la distanza di accumulo è risultata inferiore all'area potenzialmente franosa (l'area di ampliamento è compresa nella zona di potenziale dissesto) non è stata individuata un'ulteriore area di espansione esterna.

Infine, all'interno del territorio comunale, sono state individuate con criterio geomorfologico diverse aree di per sé stabili, ma con possibile interessamento ed innesco di locali fenomeni di dissesto gravitativo soprattutto a seguito di azioni di scavo e sbancamento non adeguatamente condotti, alla quale è stato attribuita una pericolosità molto bassa o nulla (H1).

9.4 Attestazione della pericolosità dei dissesti già censiti

Per quanto attiene la pericolosità dei dissesti già censiti, la fase di attestazione della pericolosità è stata preceduta dall'analisi e dal confronto dei dissesti riportati dall'Inventario frane e dissesti Regione Lombardia (Geolffi) e dalla Carta Censimento Dissesti (Tav. RIS 2 – P.T.C.P. Varese).

Le frane esistenti sono classificate negli elaborati citati, in base alla loro attività, come segue

- frane attive: attualmente in movimento o mossesi nell'ultimo ciclo stagionale;
- quiescenti: riattivabili dalle loro cause originali tuttora esistenti;
- inattive: non più influenzate dalle loro cause originali (ove note);
- relitte: sviluppatasi in condizioni geomorfologiche e climatiche considerevolmente diverse da quelle attuali.

Dopo la verifica che il censimento dei dissesti fornito dalle due fonti è il medesimo, è stata fornita una corretta definizione e classificazione e una giusta delimitazione cartografica dei dissesti segnalati, per mezzo di sopralluoghi di rilevamento diretto. Ciò ha permesso la corretta definizione e

classificazione dello stato di attività delle frane/dissesti effettivamente individuati e in determinati casi l'eliminazione dei dissesti segnalati ma non effettivamente riscontrabili sul terreno.

Per l'attribuzione della pericolosità è stato adottato il seguente schema, fornito dai criteri regionali:

Tipologia di frana		Livello di pericolosità
Relitta		H1
Inattiva		H2
Quiescente	Assenza di movimenti negli ultimi 10 anni	H3
	Presenza di movimenti negli ultimi 10 anni	H4
Attiva		H5

Invece, per l'attribuzione della classe di pericolosità, è stato impiegato il seguente criterio

Tipologia di frana		Classe di pericolosità
Relitta		Pericolosità molto bassa o nulla
Inattiva		Pericolosità bassa
Quiescente	Assenza di movimenti negli ultimi 10 anni	Pericolosità media
	Presenza di movimenti negli ultimi 10 anni	
Attiva		Pericolosità alta

Anche in questo caso sono state individuate le aree di possibile ampliamento delle aree in frana secondo i criteri e le modalità già illustrate nel precedente paragrafo. La classe di pericolosità di tale aree risulta di una classe inferiore rispetto a quella delle frane cui si riferiscono, esattamente come nel caso delle aree potenzialmente franose.

10 VALUTAZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO

La presente analisi ha come obiettivo la valutazione delle condizioni di deflusso del Fiume Olona nello scenario di piena centennale, al fine di procedere alla zonizzazione delle aree di rischio idraulico nelle porzioni delle fasce P.A.I. di pertinenza comunale. L'analisi delle N.T.A. del P.A.I. evidenzia che le aree che ricadono nell'ambito della competenza comunale sono:

- aree comprese tra le fasce A e B del piano stralcio per l'assetto idrogeologico del Bacino del Fiume Po (P.A.I. – approvato con d.p.c.m. 24 maggio 2001) che ricadono all'interno del centro edificato, ai sensi del comma 2, art. 39 della N.T.A. del PAI;
- aree ricadenti nella fascia C, delimitato con segno grafico come "limite di progetto tra la fascia B e la fascia C", ai sensi dell'art. 31, comma 5 delle N.T.A. del PAI.

La valutazione è stata effettuata con riferimento alla modellazione idraulica condotta nell'ambito della *Valutazione del rischio idraulico del fiume Olona nelle porzioni delle fasce PAI di competenza Comunale* del Comune di Varese. Nell'ambito di tale esame venne condotta un'accurata modellazione secondo le metodologie contenute nell'Allegato 4 ai *Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57 della L.R. n. 12 dell'11/3/2005* approvati con D.G.R. n. 8/1566 del 22/12/2005 per un tempo di ritorno di 100 anni, come richiesto per il F. Olona dall'autorità di Bacino del F. Po. Nell'ambito di tale esame la valutazione del rischio ha riguardato l'intero ambito di piana alluvionale.

La presente analisi limita l'ambito di indagine alla porzione di Fiume Olona che ricade nel territorio comunale del Comune di Malnate; l'analisi delle caratteristiche idrauliche è volta in modo specifico ad identificare le modalità di deflusso all'interno delle aree golenali di competenza comunale.

10.1 Riferimenti normativi e di pianificazione

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

Il P.A.I. persegue l'obiettivo di garantire al territorio del bacino un livello di sicurezza adeguato rispetto ai fenomeni di dissesto idraulico ed

idrogeologico.

A tale scopo, per i corsi d'acqua principali di pianura e fondovalle (tra i quali il F. Olona), sono definite fasce di pertinenza fluviale che individuano le aree soggette a diversi gradi di pericolosità.

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

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

- la **fascia A**, costituita dalla porzione di alveo che è sede prevalente, per la piena di riferimento, del deflusso della corrente, cui corrisponde una portata di calcolo pari a quella di piena relativa ad un tempo di ritorno di 200 anni e ridotta del 20%. Più precisamente risulta la porzione d'alveo nella quale defluisce l'80% della portata di piena relativa ad un tempo di ritorno di 200 anni, con la verifica che le portate esterne a tale porzione di alveo abbiano una velocità di deflusso non superiore a 0,4 m/s;
- la **fascia B**, che delimita la porzione di alveo nella quale scorre la portata di piena corrispondente ad un tempo di ritorno di 200 anni; i limiti spesso coincidono con quelli di fascia A, in particolare quando la presenza di arginature e rifacimenti spondali determinano una variazione della conformazione originaria della geometria e della morfologia dell'alveo. Per il F. Olona, la fascia B è definita con riferimento alla portata di piena corrispondente ad un tempo di ritorno di 100 anni;
- la **fascia C**, che delimita una parte di territorio che può essere interessata da eventi di piena straordinari, tanto che le portate di riferimento risultano quella massima storicamente registrata, se corrispondente ad un tempo di ritorno superiore a 200 anni, oppure quella relativa ad un tempo di ritorno pari a 500 anni.

Ai sensi dell'art. 31 comma 5 delle norme del PAI, i comuni nei quali ricadono aree classificate come "limite di progetto tra le fasce B e C", in sede di adeguamento degli strumenti urbanistici sono tenuti a valutare le condizioni di rischio e, al fine di minimizzare le stesse, ad applicare, anche parzialmente fino alla avvenuta realizzazione delle opere, gli articoli delle norme relative alla fascia B.

Ai sensi dell'art. 39 comma 2, qualora all'interno dei centri edificati comunali ricadano aree comprese nelle Fasce A e/o B, l'Amministrazione comunale è tenuta a valutare, d'intesa con l'autorità regionale o provinciale competente in

materia urbanistica, le condizioni di rischio, provvedendo, se necessario, a modificare lo strumento urbanistico al fine di minimizzare tali condizioni di rischio.

I Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57 della L.R. n. 12 dell'11/3/2005, approvati con D.G.R. n. 8/1566 del 22/12/2005, nella "Parte 2 – Raccordo con gli strumenti di pianificazione sovraordinata, Recepimento delle fasce fluviali nei P.G.T." stabiliscono che la valutazione delle condizioni di rischio:

- nelle aree classificate come **"fascia C delimitata dal limite di progetto tra la fascia B e la fascia C"** debba essere effettuata secondo la metodologia riportata nell'Allegato 4 ai Criteri stessi e riguardare tutta l'area così classificata, non ammettendo studi riguardanti singoli ambiti di trasformazione. Attraverso tali valutazioni i Comuni devono definire gli usi compatibili con le differenti condizioni di rischio individuate;
- nelle **aree classificate come fascia A e B ricadenti all'interno dei centri edificati** sia effettuata secondo la metodologia riportata nell'Allegato 4 ai Criteri stessi. Le risultanze delle valutazioni diventano efficaci al momento della conclusione dell'iter di approvazione del Piano di Governo del Territorio; fino ad allora, o in assenza di tale valutazione, si applicano anche all'interno dei centri edificati le norme riguardanti le fasce A e B.

Il suddetto Allegato 4 – *Criteri per la valutazione di compatibilità idraulica delle previsioni urbanistiche e delle proposte di uso del suolo nelle aree a rischio idraulico* – fornisce indicazioni per gli studi finalizzati a valutare la compatibilità idraulica delle previsioni degli strumenti urbanistici e territoriali, o più in generale delle proposte di uso del suolo, ricadenti in aree che risultino soggette a possibile esondazione.

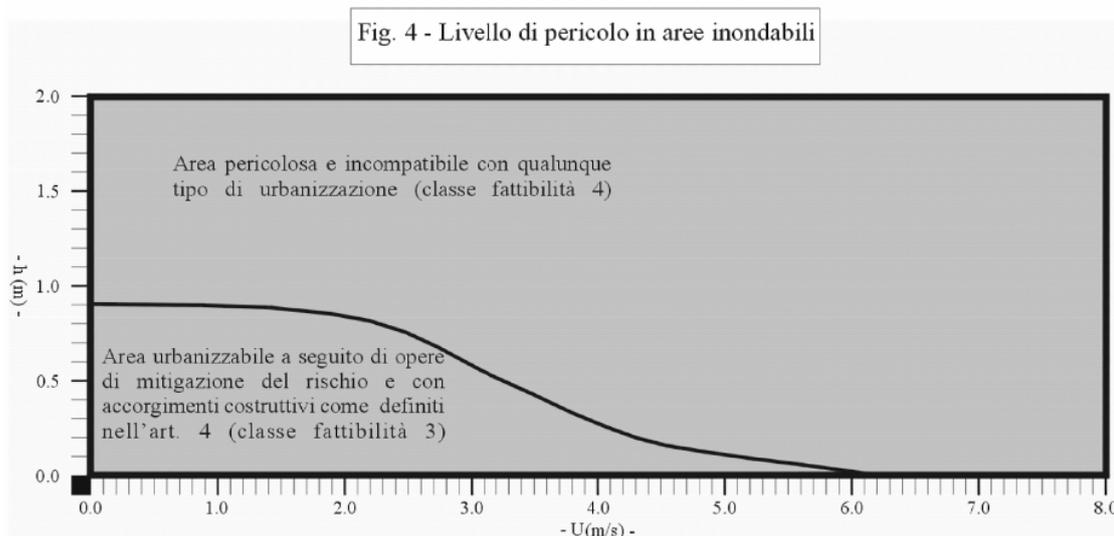
Il metodo proposto si basa sulla conoscenza dei valori delle altezze d'acqua e delle velocità della corrente che si verificano in corrispondenza di portate con determinato tempo di ritorno; l'Allegato richiede quindi di verificare l'esistenza e l'affidabilità di studi già realizzati in grado di fornire tali informazioni con il grado di dettaglio necessario.

Nel presente studio, come indicato anche nel seguito, sono state verificate ed utilizzate le determinazioni condotte nello studio di *Valutazione del rischio idraulico del fiume Olona nelle porzioni delle fasce PAI di competenza comunale* redatto, per conto del Comune di Varese, dallo Studio Idrogeotecnico e dal Dott. Geol. Marco Parmigiani, nel luglio dell'anno 2006.

Sulla base dei risultati ottenuti in termini di altezze e velocità d'acqua, desunti da studi esistenti o determinati mediante i nuovi approfondimenti condotti tramite l'analisi idrologica e la verifica idraulica, l'Allegato indica infine la metodologia da seguire per la valutazione della compatibilità idraulica delle previsioni urbanistiche e delle proposte d'uso del suolo.

La valutazione deve basarsi sull'individuazione dei rischi ai quali è soggetta l'area di indagine e che devono essere attenuati tramite la definizione di interventi di mitigazione del rischio stesso.

Si utilizza a tale scopo il grafico (figura seguente) che fornisce le condizioni di rischio in funzione del tirante idrico h (m) e della velocità della corrente U (m/s) al margine (lato fiume) della zona di interesse.



Il grafico individua due condizioni a differente livello di pericolosità:

- area pericolosa e incompatibile con qualunque tipo di infrastruttura (edifici, industrie, depositi, parcheggi, ecc.), che si ritiene possa essere assimilabile alla classe di rischio R4 definita nel PAI;
- area urbanizzabile con accorgimenti costruttivi che impediscano danni a beni e strutture e/o che consentano la facile e immediata evacuazione dell'area inondabile da parte di persone e beni mobili, assimilabile alla classe di rischio R3 definita nel PAI.

Le aree caratterizzate da livello di rischio R4 sono incompatibili con qualunque tipo di urbanizzazione e in esse dovrà escludersi ogni nuova edificazione; nella carta di fattibilità delle azioni di piano a tali aree deve essere attribuita la classe 4.

Le aree caratterizzate da livello di rischio **R3** possono ritenersi compatibili con l'urbanizzazione a seguito della realizzazione di opere di mitigazione del rischio o tramite accorgimenti costruttivi che impediscano danni a beni e strutture e/o che consentano la facile e immediata evacuazione dell'area inondabile da parte di persone e beni mobili. Nella carta di fattibilità delle azioni di piano a tali aree deve essere attribuita la classe 3.

10.2 Caratteristiche geomorfologiche della piana alluvionale

I rilievi topografici che hanno fatto da supporto alle simulazioni idrauliche condotte per lo studio idraulico di *Valutazione del rischio idraulico del fiume Olona nelle porzioni delle fasce PAI di competenza comunale* per conto del Comune di Varese hanno riguardato il F. Olona a partire dal Campo Sportivo di Via Buccari in Comune di Induno Olona fino al cimitero di Malnate a valle della località Mulini di Gurone, per una lunghezza di circa 10 Km. Lungo tale sviluppo l'alveo si divide principalmente in due settori a diverso grado di urbanizzazione e di artificializzazione e tale differenziazione trova una stretta correlazione con le condizioni di rischio idraulico.

La porzione di Fiume Olona di interesse per l'indagine è quella che ha origine indicativamente in corrispondenza della confluenza con il torrente Bevera e, poco più a valle, con il torrente Vellone. In questo tratto la piana presenta un'ampiezza notevole e compresa tra i 200 e i 600 m e la sezione d'alveo è regolare e mediamente pari a 10 m di larghezza e 2 m di altezza. Questo tratto è soggetto a significativi apporti da immissari e da scaricatori di piena, il più importante dei quali è il depuratore di Varese. La piana è caratterizzata da estesi fenomeni di esondazione, anche di notevole entità, mentre l'urbanizzazione prevalente è di tipo produttivo/commerciale ed ha un'estensione pari a circa la metà della piana alluvionale.

Procedendo ulteriormente verso valle ed entrando di conseguenza maggiormente nelle competenze territoriali del Comune di Malnate, la piana di esondazione ha un'ampiezza variabile tra 100 e 300 m e la sezione d'alveo è generalmente meno incisa, con larghezze mediamente pari a 10÷15 m ed altezze di 1,5÷2 m. Sono presenti apporti laterali dal Rio Lanza, Vassena e Fugascè costituenti recapito di reti fognarie e dai corsi d'acqua appartenenti a reticolo minore e drenanti i pianalti circostanti. In questo ambito l'urbanizzazione è quasi assente e concentrata in nuclei storici (Mulini di Gurone e Mulino dei Ratti). La piana è frequentemente oggetto di esondazione di notevole intensità, essendo l'alveo fortemente insufficiente al deflusso verso valle della piena di riferimento.

10.2.1 STATO DELLE OPERE DI DIFESA SPONDALE E PRINCIPALI SITUAZIONI DI CRITICITÀ IDRAULICA

Nel seguito si riprendono succintamente le opere di difesa presenti lungo il fiume Olona nel tratto di interesse per il Comune di Malnate e che sono state analizzate nel già citato studio condotto per il Comune di Varese.

Lungo il tratto di interesse sono presenti opere di difesa localizzate nel settore con maggiore grado di antropizzazione (località Mulino dei Ratti) e sono costituite da muri spesso lesionati e da argini in terra. In località Mulini di Gurone è presente parte delle opere di protezione in attuazione di quelle previste nel progetto per la realizzazione della vasca di Gurone. Nel tratto più a monte, a valle della confluenza con il torrente Bevera, si assiste ad un deciso intervento antropico di riassetto dell'ambito fluviale e che ha portato alla ridefinizione della confluenza tra il Fiume Olona ed il torrente Vellone. Tali interventi rientrano nell'ambito della ridefinizione del sistema viabilistico locale.

10.3 Notizie sugli eventi alluvionali

I seguenti dati sugli eventi alluvionali di interesse per il bacino dell'Olona in Provincia di Varese provengono dall'archivio del Consorzio del F. Olona che ha raccolto le cronache giornalistiche, libri sull'argomento e testimonianze storiche.

I dati sono stati inoltre verificati con i Funzionari del Consorzio del F. Olona che, in più occasioni, hanno potuto constatare direttamente i danni e gli effetti prodotti durante gli eventi più significativi.

La tabella fornisce, per ogni evento, l'indicazione della data, del comune interessato, della località, del corso d'acqua (o del bacino idrografico), della tipologia dell'evento.

Oltre agli eventi alluvionali, si è ritenuto opportuno prendere in considerazione anche le frane direttamente collegate, come spesso succede, agli eventi piovosi.

Gli eventi elencati sono quelli di cui è stata trovata notizia nelle fonti, ovviamente più scarse per il periodo antecedente al 1970 e più complete per gli anni più recenti.

Tuttavia, i dati così raccolti non sono sufficientemente dettagliati per la compilazione delle schede per il censimento delle esondazioni storiche previste dai criteri regionali.

Nubifragi, eventi di piena e franamenti collegati a nubifragi in Provincia di Varese nel bacino dell'Olona segnalati dalla stampa nel periodo 1965-2002 (elencati in ordine cronologico)

3-4/09/1965	Esondazioni nella Valle Olona in generale, senza notizie di danni.
06/11/1966	Franamenti nella Valle Olona a Gornate Olona.
12/12/1970	Danni generici a Masnago (Varese) per esondazione di Olona e Vellone.
16/09/1975	Allagamenti nella Valle Olona.
30/09/1976	Allagamenti in due fabbriche a Fagnano Olona e Cairate. Allagamenti a partire dalla Folla di Malnate, più gravi nella zona attraversata dal Lanza, tra la Folla di Malnate e Gaggiolo. Allagato il magazzino del supermercato di Gaggiolo. Allagata la Mazzucchelli di Castiglione Olona.
01/10/1976	Allagate anche le manifatture di Vedano, la Vita Mayer di Cairate, il Cotonificio Tronconi e la Citiesse di Fagnano.
05/10/1976	Allagamenti dell'Olona alla Gabinella e al Castello Visconteo.
14/10/1976	Allagamenti a Fagnano Olona.
31/10/1976	Straripamento dell'Olona alla Gabinella (Varese). Presso il Castello allagata la strada per S. Vittore. I danni più gravi nella zona dei Mulini (campagne di Canegrate e di S. Vittore). La piena è la prima paragonabile a quella del 1951. L'Olona straripa a Gorla: numerose aziende allagate. Allagamenti di ruscelli a Induno Olona. Malnate: allagamenti lungo l'Olona e il Lanza. Castiglione Olona: allagate la Mazzucchelli e altre due fabbriche.
12/12/1976	L'Olona straripa e allaga il fossato del Castello lungo la strada per S. Vittore.

Principali danni ed effetti alluvionali in Provincia di Varese nel bacino dell'Olona segnalati dalla stampa nel periodo 1965-1997 (elencati per comune)

31/08/1977	Legnano: situazione confrontabile con quelle del 1972, del 1966 e del 1919. Si dà la notizia che la portata media dell'Olona è di 4,14 m ³ /s. Tracimazione in località Gabinella. Allagamenti a Legnano in via Guerciotti (fotografie). La provinciale n. 2 Venegono-Busto è allagata tra Cairate e Lonate Ceppino (1 m d'acqua presso la Cartiera Mayer). Allagata la provinciale Marnate-Olgiate. Frana a Fagnano. Miliardi di danni a industrie (sopra tutto), agricoltura e abitazioni.
10/10/1977	È citato il Torrente Lanza.
24-25/05/1983	Danni per esondazione dell'Olona a Castiglione Olona, Malnate, Gornate Olona e Cairate.
25/08/1984	Piena (ma non straripamento) a Castiglione Olona.
20/05/1988	Smottamenti sulla linea delle Ferrovie Nord tra Malnate e Varese. Straripamento dell'Olona a Cairate e in località S. Pancrazio tra Torba e Gornate.
20/05/1988	Straripamento dell'Olona a Canegrate.

03/06/1992	Pioggia eccezionale: 120 mm di pioggia in 5 ore e mezza a Varese. Si parla di danni alle industrie per centinaia di miliardi. Nella Valle Olona i paesi più colpiti sono Fagnano, Cairate, Gorla Maggiore e Gorla Minore. Mezza Castiglione Olona è allagata. Gli abitanti della frazione Mulino vengono trasferiti. A Malnate si apre una voragine lungo il tornante che si incontra venendo da Varese. La Poretta di Induno Olona è ferma per una frana. Si parla di un muro di contenimento non completato ai Mulini di Gurone.
07/06/1992	Si continua la descrizione: crollo della strada che dal Mulino di Castiglione Olona porta a Gornate Superiore.
03/10/1992	Nubifragio a Varese. L'Olona invade la strada in via Peschiera.
18/05/1994	Si dice che sono fermi i lavori della cassa di espansione a Gurone. Citato il libro bianco di Gianni Sparta fatto uscire dagli industriali.
09/09/1994	
07/11/1994	Citato il problema dell'Olona a Fagnano.
12/09/1995 13/09/1995 14/09/1995	Gravi danni nella valle dell'Olona. Allagamenti a Varese. Voragine apertasi in Valganna presso la galleria. Crolla un ponte a Gornate in valle Olona. In 20 ore e mezza 350 mm di pioggia a Varese. Alluvionata la Poretta di Induno Olona. Due ponti distrutti a Castiglione Olona (Mazzucchelli e S. Pancrazio). Famiglie senza tetto a Fagnano, Olgiate, Marnate e Lonate Ceppino. Pericolante il ponte di Olgiate Olona, allagati scuole e depuratore a Cairate.
13/01/1996	Straripamenti dell'Olona a Busto Arsizio e Legnano.
29/08/1996	Allarme sull'Olona.
Nov - 2000	Fenomeni di piena con altezze idrometriche critiche ma senza determinare esondazioni in provincia di Varese, che si sono verificate infatti più a valle nel Comune di Nerviano (MI)
2-3/05/2002	Precipitazioni di intensità critica che hanno prodotto soprattutto fenomeni di frane e allagamento di strade senza determinare vere e proprie esondazioni di corsi d'acqua.
Nov - 2002	Precipitazioni intense e prolungate per alcuni giorni che hanno determinato le massime quote idrometriche storiche lungo l'asta del F. Olona ma senza causare esondazioni.

Malnate

30/09/1976	Allagamenti a partire dalla Folla di Malnate, più gravi nella zona attraversata dal Lanza, tra la Folla di Malnate e Gaggiolo. Allagato il magazzino del supermercato di Gaggiolo.
31/10/1976	Allagamenti lungo l'Olona e il Lanza.
24-25/05/1983	Danni per esondazione dell'Olona a Malnate.
20/05/1988	Smottamenti sulla linea delle Ferrovie Nord tra Malnate e Varese.
03/06/1992	A Malnate si apre una voragine lungo il tornante che si incontra venendo da Varese.

A commento dei dati sintetici riportati nelle soprastanti tabelle, si è dedotto da dati osservazionali che i maggiori fenomeni di esondazione del F. Olona si sono verificati negli episodi antecedenti l'anno 2000.

Si ricordano infatti come devastanti le situazioni del 1992 e quelle del 1995. Dopo tale data sono stati effettuati numerosi interventi di sistemazione che hanno riguardato sia il corso del F. Olona (miglioramento del deflusso e ricalibrazione delle sponde) che alcuni attraversamenti critici (Ponte di Torba, Ponte di Lonate Ceppino, Ponte di Castiglione Olona, Ponte di Fagnano Olona, Ponte di Olgiate Olona).

Nello stesso periodo, molte delle attività produttive presenti lungo la valle hanno migliorato le proprie difese idrauliche realizzando specifiche opere o studiando una logistica interna meno vulnerabile in caso di alluvione.

A tali miglorie sono da attribuire i motivi del contenimento degli effetti e quindi anche dei danni materiali alle strutture, determinati dagli eventi meteorici intensi determinatisi nel 2000 e nel 2002.

Non va infine dimenticato il ruolo del Consorzio del F. Olona che, dal 1995, svolge servizio di monitoraggio dell'emergenza in caso di piena e servizio di manutenzione e pulizia delle sponde per alcuni Comuni posti lungo l'asta del F. Olona.

10.4 Acquisizione dei dati idrologici e quantificazione delle portate

Le portate di riferimento per la ricostruzione delle condizioni di deflusso in occasione dell'evento di piena di riferimento sono state desunte dallo studio idraulico di *Valutazione del rischio idraulico del fiume Olona nelle porzioni delle fasce PAI di competenza comunale* per conto del Comune di Varese; in tale studio, considerata la complessità e l'estensione del bacino in esame, ed in assenza di una serie storica significativa di misura delle portate al colmo di piena, la portata di piena è stata desunta utilizzando una metodologia più complessa, fondata sull'analisi probabilistica delle registrazioni pluviometriche e sulla generazione di un modello di trasformazione afflussi-deflussi.

In particolare, si è fatto riferimento allo *Studio di fattibilità della sistemazione idraulica dei corsi d'acqua naturali ed artificiali all'interno dell'ambito idrografico di pianura Lambro-Olona* redatto, per conto dell'Autorità di Bacino del fiume Po, dalla società C. Lotti & Associati, nel dicembre 2003.

Portate di riferimento per T = 100 anni

Sez. trasversali	Comune	Località	Portata [m³/s]
OL50.35	Varese	S. Ambrogio	19,8
OL50.34	Varese	confluenza rio Valganna	26,6
OL50.30	Induno Olona	Ferrovia Varese-P.to Ceresio	35,4
OL50.22	Varese	Belforte	51,6
OL50.17	Varese - Malnate	confluenza rio Bevera	80,7
OL50.12.1	Varese - Malnate	confluenza rio Vellone	98,4
OL50.10	Malnate	confluenza rio Lanza	130,3
OL50.3	Varese - Malnate	Ponte Gurone	115,3

La tabella propone i valori di portata al colmo associati ad un evento con tempo di ritorno secolare. Tali portate risultano da una modellazione idraulica eseguita sommando gli idrogrammi calcolati con modelli di trasformazione afflussi – deflussi; esse costituiscono grandezze di natura idraulica e risultano inferiori alle portate idrologiche in quanto nel corso della simulazione idraulica l'onda di piena che si propaga lungo il corso d'acqua subisce un effetto di laminazione e di conseguente riduzione del colmo di piena.

In particolare, focalizzando l'attenzione sulle sezioni che circoscrivono il tratto di interesse, si osserva un progressivo aumento del valore della portata al colmo e da ultimo, in corrispondenza della località Ponte Gurone, una riduzione di poco più del 10% del valore del colmo di piena.

10.5 Determinazione dei profili di corrente

Sebbene il tratto in esame sia già stato oggetto di una modellazione idraulica, si è provveduto ad implementare un nuovo modello di calcolo monodimensionale limitatamente al tratto di competenza del comune di Malnate, al fine di focalizzare l'attenzione sulle aree di esondazione che rientrano più strettamente nell'ambito di competenza comunale e verificare l'attendibilità dei risultati già ottenuti alle nuove esigenze di indagine. Il modello implementato è caratterizzato da un livello di informazione ridotto rispetto a quello effettuato nell'ambito dello studio idraulico di *Valutazione del rischio idraulico del fiume Olona nelle porzioni delle fasce PAI di competenza comunale* per conto del Comune di Varese. La ragione di questa scelta deriva dalla necessità di effettuare esclusivamente una verifica dei risultati ottenuti in precedenza e di estrapolare qualche ulteriore considerazione sulle condizioni di rischio nelle aree di competenza comunale.

10.5.1 DESCRIZIONE DEL CODICE DI CALCOLO UTILIZZATO PER TRACCIARE I PROFILI DI CORRENTE

Nel presente capitolo sono riportati i calcoli volti alla definizione delle portate al colmo che verranno tradotte nei profili idraulici.

Per la determinazione del profilo di corrente in condizioni di moto permanente è stato utilizzato il codice di calcolo HEC-2, elaborato dall'U.S. Army Corps of Engineering. Tale programma è basato sostanzialmente sull'integrazione, in termini finiti, dell'equazione dell'energia di una corrente:

$$\frac{\Delta E}{\Delta S} = i - j$$

dove:

ΔE = variazione dell'energia della corrente tra due sezioni di calcolo [m];

ΔS = distanza tra le due sezioni di calcolo [m];

i = pendenza del fondo alveo;

j = cadente della linea dell'energia.

In particolare HEC-2 utilizza lo "standard step method" per integrare la precedente equazione, discretizzata nella forma seguente:

$$Z_2 + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} = Z_1 + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} + \Delta H$$

dove:

Z = quota assoluta del pelo libero [m];

α = coefficiente di velocità;

V = velocità media [m/s];

g = accelerazione di gravità [m/s²];

ΔH = perdita di carico tra due sezioni successive [m].

Si osserva che la definizione delle suddette grandezze è indipendente dal pedice e che quest'ultimo caratterizza esclusivamente le sezioni di calcolo: le grandezze con pedice 1 si riferiscono alla sezione 1 e sono tutte quantità note, mentre le grandezze con pedice 2 si riferiscono alla sezione 2 e sono

tutte quantità incognite.

Il termine ΔH rappresenta la perdita di carico tra due sezioni d'alveo ed è calcolato come somma del termine relativo alle perdite distribuite nel tronco e del termine relativo alle perdite concentrate, per contrazione o espansione della corrente, dovute alla variazione di larghezza della sezione trasversale:

$$\Delta H = LJ + K \left(\frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} - \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} \right)$$

dove:

L = distanza fra le due sezioni [m];

J = cadente della linea dell'energia [m/m];

K = coefficiente di espansione o contrazione.

La cadente J è calcolata tramite la ben nota espressione di Chézy:

$$J = \frac{V^2}{C^2 R}$$

che, utilizzando per l'indice di resistenza C la forma proposta da Manning, si trasforma nella:

$$J = n^2 \frac{V^2}{R^{4/3}}$$

dove:

n = coefficiente di scabrezza di Manning [$s/m^{1/3}$];

V = velocità media nella sezione [m/s];

R = raggio idraulico della sezione [m].

10.5.2 IMPOSTAZIONE DEL MODELLO

Nel presente paragrafo si riportano le modalità di impostazione del modello di simulazione utilizzato per il calcolo dei profili idraulici.

Per la schematizzazione dei ponti si è fatto riferimento al “*Normal bridge method*”: con tale procedura si tiene conto delle perdite di carico concentrate per espansione e contrazione della corrente dovute alla presenza delle spalle, delle pile e dell'impalcato del manufatto di attraversamento. Tale

schema consente dunque di sovrapporre all'andamento dell'alveo l'ingombro del ponte, considerando sia l'effettiva geometria del corso d'acqua, sia la presenza dell'impalcato.

Per la simulazione idraulica di tali manufatti, si utilizzano quattro sezioni di calcolo che si rifanno al rilievo topografico. Tali sezioni rappresentano, nel senso della corrente, la sezione naturale posta a monte del ponte, la faccia di monte e di valle del ponte e la sezione naturale posta a valle del ponte.

La distanza fra la faccia di monte e di valle del ponte è pari alla larghezza dell'impalcato; le sezioni a monte e a valle del ponte hanno invece una distanza dalle facce che è funzione della larghezza dello stesso.

Il tratto oggetto del presente studio, per il quale è stato ricostruito il profilo idraulico di moto permanente, ha una lunghezza pari a circa 3.850 m e si estende dalla sezione OL50.17, poco più a valle della confluenza fra il fiume Olona ed il torrente Bevera, fino alla zona dei Molini di Ponte Gurone. Più precisamente, la sezione OL50.1.1, posta al termine del profilo, coincide con l'asse del manufatto di sbarramento in corso di realizzazione da parte della Provincia di Varese. Tale manufatto è il primo di una serie di opere previste per la laminazione delle piene del fiume Olona.

La geometria dell'alveo è stata descritta mediante 10 sezioni trasversali estratte da un rilievo appositamente eseguito per lo studio idraulico di *Valutazione del rischio idraulico del fiume Olona nelle porzioni delle fasce PAI di competenza comunale*; le sezioni trasversali utilizzate sono state successivamente interpolate al fine di aumentare l'accuratezza del calcolo (**All. 12**).

10.5.3 DEFINIZIONE DEL COEFFICIENTE DI SCABREZZA

Per l'attribuzione del coefficiente di scabrezza caratteristico dell'alveo si è fatto riferimento al già citato *Studio di fattibilità della sistemazione idraulica dei corsi d'acqua naturali e artificiali all'interno dell'ambito idrografico di pianura Lambro – Olona*, nonché alle indicazioni fornite dalle tabelle del *Open Channel Hydraulics*, Ven te Chow, McGraw Hill International Editions. In generale, l'alveo di magra è stato simulato utilizzando un coefficiente di scabrezza di Manning $n = 0,03 \text{ s/m}^{1/3}$, corrispondente ad un coefficiente k di Strickler di circa $33 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$; solo per quello in cemento è stato assunto un coefficiente di scabrezza di Manning $n = 0,017 \text{ s/m}^{1/3}$, corrispondente ad un coefficiente k di Strickler di circa $60 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$.

Per le aree esterne all'alveo, con coltivazioni, boschi o presenza di fabbricati, si è invece assunto un coefficiente di scabrezza di Manning $n = 0,05 \text{ s/m}^{1/3}$, corrispondente ad un coefficiente k di Strickler di circa $20 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$.

Per il coefficiente K di contrazione e di espansione si sono utilizzati i valori di 0,1 e 0,3, con riferimento alla situazione di graduale variazione di larghezza tra una sezione e l'altra; in corrispondenza dei manufatti di attraversamento sono stati assunti come coefficienti di contrazione e di espansione rispettivamente 0,3 e 0,5.

Il fiume Olona nel tratto in studio è attraversato da una serie di ponti, alcuni dei quali non sono stati inseriti nella modellazione idraulica perché, avendo delle luci molto ampie, non interferiscono con il corso d'acqua (si tratta degli attraversamenti in corrispondenza delle sezioni OL50.14, OL50.13, OL50.9, OL50.8 e OL50.7).

10.5.4 RISULTATI DEL MODELLO

La tabella sottostante riporta i risultati della simulazione idraulica limitata alla porzione di fiume Olona che ricade nel Comune di Malnate.

La suddetta portata subisce, nel tratto di alveo oggetto di indagine, una variazione determinata dai contributi apportati dalle confluenze con i torrenti tributari, Bevera, Vellone, Lanza. Nella sezione OL50.1.1 è stata assunta come altezza di partenza per il tracciamento del profilo idraulico un'altezza d'acqua pari a quella di moto uniforme.

Risultati con T = 100 anni

Sezione trasversale	Portata	Livello idrico (mod. Varese)	Livello idrico (mod. rivisto)	Δ	Energia	Velocità	Froude
	[m ³ /s]	[m s.l.m.]	[m s.l.m.]	[m]	[m s.l.m.]	[m/s]	
OL50.17	80,7	303,54	302,97	- 0.57	303,42	3,12	0,77
OL50.14	80,7	299,57	299,60	+ 0.03	299,87	2,46	0,66
OL50.12.1	98,4	297,25	297,14	- 0.11	297,21	1,56	0,46
OL50.10	130,3	293,96	293,96	+ 0.00	294,14	2,43	0,64
OL50.6.1	130,3	290,38	290,38	+ 0.00	290,84	3,11	0,79
OL50.5.1	130,3	287,56	287,46	+ 0.10	287,67	2,20	0,55
OL50.5	130,3	285,54	286,02	- 0.48	285,80	2,87	0,81
OL50.4	130,3	285,61	285,92	+ 0.31	285,93	0,78	0,13
OL50.3	115,3	284,93	285,36	+ 0.43	285,62	2,34	0,49
OL50.1.1	115,3	282,64	282,64	+ 0.00	282,90	2,66	0,84

I risultati del nuovo modello idraulico confermano quelli ottenuti in precedenza, con alcune comprensibili differenze legate al minor grado di dettaglio utilizzato in questa fase.

In particolare, la tabella mostra una colonna che illustra i risultati del precedente modello, espressi in termini di livelli idrici (Livello idrico – mod. Varese). Accanto ad essi sono riportati gli elementi caratteristici del nuovo

profilo idraulico ed in particolare sono evidenziate le variazioni ($\Delta[m]$) tra i livelli idrici nelle due simulazioni. Considerato il diverso grado di dettaglio, le differenze sono piuttosto contenute; in particolare, nel tratto di fiume compreso tra le sezioni OL50.12.1 e OL50.10, di competenza comunale, esse sono del tutto trascurabili.

Le criticità generali evidenziate nello studio condotto per il Comune di Varese non possono che essere confermate; in particolare, si rileva l'insufficienza del tratto compreso fra il torrente Bevera ed il rio Lanza (sezione OL50.11), nel quale si hanno allagamenti.

A valle della confluenza del torrente Lanza (sez. OL50.10) la situazione si aggrava nel caso di transito della piena di riferimento centennale, per la quale l'alveo ha una capacità di deflusso decisamente insufficiente.

10.5.5 CONSIDERAZIONI ULTERIORI SULLE DINAMICHE DI DEFLUSSO IN ALVEO

Le condizioni di deflusso nel fiume Olona in corrispondenza del tratto a valle della confluenza con il torrente Vellone e fino all'immissione del Rio Lanza sono certamente influenzate dall'incremento puntuale di portata.

Il modello idraulico adottato nello studio per la *Valutazione del rischio idraulico del fiume Olona nelle porzioni delle fasce PAI di competenza comunale* per conto del Comune di Varese venne impostato ipotizzando di simulare le variazioni di portata lungo il corso d'acqua, modificando unicamente il valore della stessa in corrispondenza delle sezioni trasversali di immissione puntuale. La scelta venne certamente adottata in relazione alla considerevole lunghezza di tratto da simulare ed alla notevole complicazione legata alla modellazione delle molteplici confluenze nel tratto a valle dell'immissione del torrente Bevera.

La confluenza tra due corsi d'acqua è in realtà un fenomeno molto complesso da simulare; le condizioni di deflusso subiscono certamente delle modifiche rispetto alle condizioni indisturbate. In particolare, possono instaurarsi condizioni tali da indurre la formazione di un profilo di rigurgito nel tratto a monte rispetto all'immissione. La spiegazione fisica di questo fenomeno risiede nel fatto che, se la corrente in arrivo non possiede sufficiente energia per veicolare a valle l'immissione di portata, essa recupera l'energia necessaria nel tratto di monte mediante un innalzamento dei livelli idrici, ovvero instaurando un profilo di rigurgito.

Nel caso specifico, si è provveduto a simulare l'immissione del Rio Lanza aggiungendo al modello precedentemente impostato alcune sezioni trasversali nel tratto di torrente Lanza a monte dell'immissione. La modellazione è necessariamente semplificata in quanto considera

esclusivamente le sezioni naturali e non la presenza dei sottopassi in corrispondenza dell'intersezione viaria tra la SS342 e la SP3. In assenza di informazioni precise sulla geometria dei sottopassi, ogni ipotesi in merito sarebbe criticabile.

Ciò che emerge da questa analisi semplificata mette in luce la possibilità che i livelli idrici sul torrente Olona possano subire ulteriori innalzamenti a seguito della confluenza con il torrente Lanza. In assenza di informazioni topografiche più precise non appare ragionevole fornire dati numerici, ma solo avanzare ipotesi cautelative relative ad una possibile dinamica fluviale che si riflette sul tratto di fiume Olona a monte, in corrispondenza di aree di competenza comunale.

Si ritiene quindi che i livelli idrici del fiume Olona evidenziati in tabella nel tratto a monte della confluenza del torrente Lanza possano subire un ulteriore innalzamento che può esaurire la propria influenza in corrispondenza dell'immissione del torrente Vellone, ma proprio in corrispondenza dell'area di competenza comunale.

10.6 Considerazioni conclusive e zonazione del rischio

La verifica delle condizioni di deflusso in condizioni di piena del F. Olona è stata effettuata con riferimento alla modellazione idraulica condotta nell'ambito della *Valutazione del rischio idraulico del fiume Olona nelle porzioni delle fasce PAI di competenza Comunale* del Comune di Varese. In particolare sono stati ripresi gli elementi salienti di tale modellazione ed è stata verificata l'attendibilità e l'estensibilità delle conclusioni per il territorio del Comune di Malnate.

Individuate cartograficamente le aree di competenza comunale, è stato ricostruito un modello idraulico più semplice che conferma i risultati già ottenuti.

Le valutazioni ottenute sono state integrate con alcune considerazioni di natura idraulica relative alle dinamiche di deflusso sulla confluenza tra il fiume Olona ed il torrente Lanza. Tale analisi, suffragata da un modello idraulico semplificato, consente di evidenziare la possibilità che la confluenza tra i due corsi d'acqua possa determinare un incremento dei livelli idrici nel tratto di monte del Fiume Olona che copre le aree di competenza del Comune di Malnate.

I risultati ottenuti hanno permesso l'attribuzione del livello di rischio delle aree interessate, secondo la seguente gradazione suggerita dallo stesso P.A.I. (**Tav. 8**):

- R1 (rischio moderato): possibili danni sociali ed economici

marginali;

- R2 (rischio medio): possibili danni minori agli edifici e alle infrastrutture che non pregiudicano l'incolumità delle persone, l'agibilità degli edifici e lo svolgimento delle attività socio-economiche;
- R3 (rischio elevato): possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi e l'interruzione delle attività socio-economiche, danni al patrimonio culturale;
- R4 (rischio molto elevato): possibile perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici e alle infrastrutture, danni al patrimonio culturale.

In generale, sulla base delle considerazioni esposte nei paragrafi precedenti, si sono evidenziati i presupposti per un cautelativo incremento della classe di rischio di un grado rispetto a quelle già assegnate nello studio condotto per il Comune di Varese.

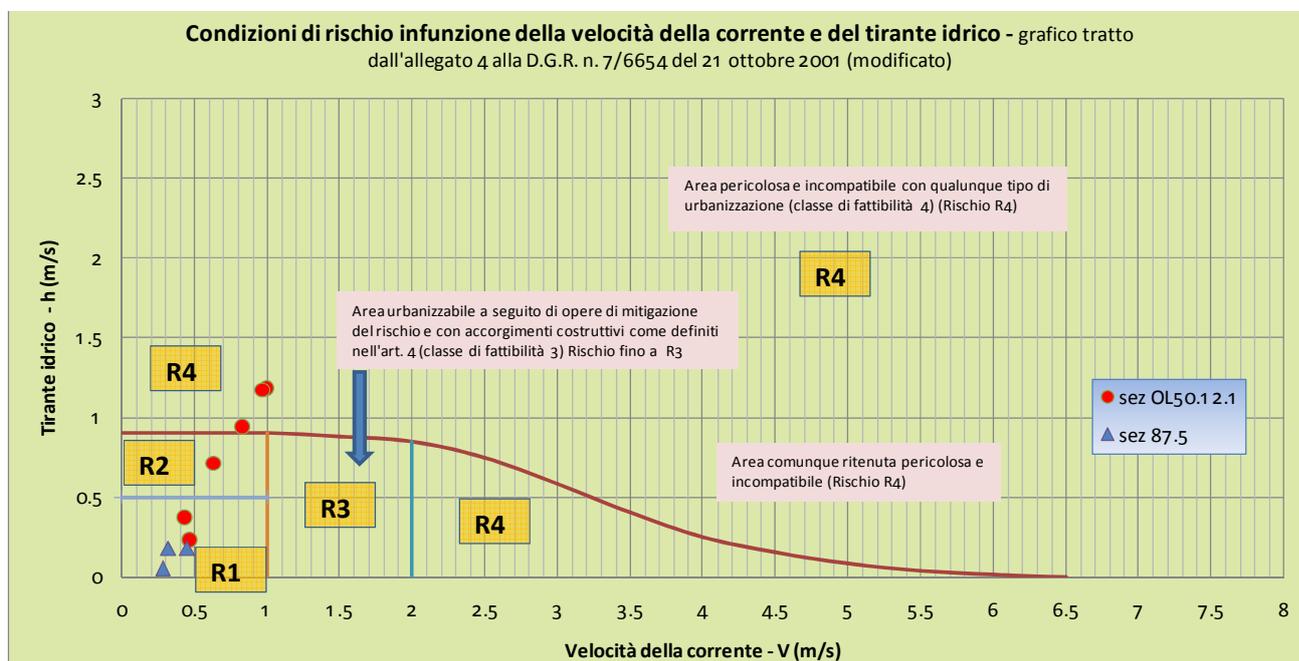
Nello specifico, si ha una modifica delle condizioni di rischio individuate dal grafico allegato alla D.G.R. n. 7/6654 del 21 ottobre 2001. Poiché il profilo di rigurgito è associato ad un aumento dei livelli idrici, ma non ad un incremento della velocità in alveo, ne consegue che i punti (v;h) che identificano le condizioni di deflusso nelle aree di espansione tendono a spostarsi verso l'alto all'interno del grafico.

Il grafico riportato di seguito evidenzia alcune coppie di valori (v;h) individuate in corrispondenza di due sezioni caratteristiche: la sezione OL50.12.1 ed una sezione interpolata prima dell'immissione del torrente Lanza. Le velocità sono inferiori ad 1 m/s, mentre i tiranti sono per la maggior parte inferiori ad 1,0 m di altezza.

Il grafico propone un'ulteriore suddivisione della classe di rischio R3 in altre sottoclassi:

- se si verificano condizioni di velocità superiori a 2,0 m/s, il rischio è riconducibile alla classe R4;
- se la velocità risulta inferiore ad 1 m/s, ma il tirante è inferiore a 0,5 m si può individuare una classe di rischio di tipo R1;
- se la velocità è superiore ad 1 m/s, ma il tirante risulta superiore a 0,5 m si può individuare una classe di rischio di tipo R2;
- qualora la velocità della corrente fosse compresa tra 1,0 e 2,0 m/s, si

prevede l'individuazione della vera e propria classe di rischio R3.



Come anticipato in precedenza, un'analisi più approfondita delle dinamiche fluviali in corrispondenza dell'immissione del Rio Lanza potrebbe far emergere un innalzamento dei livelli idrici associato ad una diminuzione delle velocità: questo fenomeno equivarrebbe ad una traslazione dei punti all'interno del grafico verso l'alto ed in direzione dell'asse delle ordinate.

Ciò comporta la possibilità di un cambiamento di classe di rischio verso la R4 per le zone caratterizzate dai livelli idrici più elevati.

Alcune ulteriori brevissime considerazioni possono essere fatte per la porzione del territorio del Comune di Malnate che si affaccia sul torrente Lanza, compresa tra la fascia B di progetto e la fascia C. Nelle condizioni esaminate, appare la possibilità che si instaurino tiranti idrici superiori ad 1,0 m, anche se caratterizzati da velocità inferiori ad 1 m/s; ne consegue una ricaduta all'interno delle classi di rischio R3 e R4.

La suddivisione delle classi di rischio idraulico è stata condotta sulla base di un'analisi dell'altimetria locale mediante la lettura della cartografia aerofotogrammetrica.

In particolare, procedendo da monte verso valle, all'inizio della fascia B di progetto si segnala la presenza di una derivazione in sponda sinistra che costeggia il nucleo abitato ed il campo sportivo per poi immettersi nuovamente nel Rio Lanza a valle del ponte della ferrovia della Valmorea.

Durante un evento di piena si evidenzia la possibilità che tale derivazione possa costituire una via preferenziale per il deflusso delle acque provenienti direttamente dall'alveo principale.

Sulla base di questa considerazione appare opportuno attribuire all'alveo della derivazione ed alla zona che precede il ponte ferroviario in sponda destra una classe di rischio R4 ed a quella del campo sportivo un grado di rischio R3.

La fascia di territorio sulla sponda sinistra, pur essendo in parte caratterizzata da quote del terreno più basse, è invece protetta dalla dorsale viaria di Via Zara e dalla linea di edifici che si chiude in prossimità del rilevato ferroviario. Ad essa è stata quindi attribuita una classe di rischio R2.

10.7 Analisi del “Progetto di inquadramento paesaggistico – località Folla” redatto dallo Studio Mazzuchelli-Pozzi nell’anno 2001.

Lo scenario di esondazione del fiume Olona in località Folla è stato oggetto di indagine di uno studio idraulico condotto dallo Studio Mazzuchelli-Pozzi nell’ambito del “Progetto di inquadramento paesaggistico – località Folla”. Esso ha avuto lo scopo di valutare le modalità di propagazione di una piena di riferimento lungo il tratto di fiume Olona che attraversa il Comune di Malnate a partire dalla confluenza con il torrente Bevera e fino alla chiusura del ponte delle ferrovie Nord Milano.

La modellazione idraulica, condotta mediante un programma monodimensionale in moto permanente, è stata preceduta da un’analisi idrologica per la definizione delle portate di piena riferite ad un tempo di ritorno centennale; questo esame ha condotto all’individuazione di un valore della portata di piena lungo il fiume Olona, in corrispondenza del ponte FS della Valmorea, pari a 123 m³/s. Il valore è assolutamente compatibile con le valutazioni idrologiche condotte negli anni successivi dagli studi idraulici che si sono succeduti nel tempo.

I risultati della modellazione condotta con riferimento allo scenario attuale (Documento AF 3.0) evidenziano a monte dell’area SIOME livelli idrici molto pronunciati, maggiori in sponda sinistra e progressivamente decrescenti verso monte. In particolare, in sponda sinistra, al di fuori dell’alveo inciso si registrano battenti idrici prossimi a 2,24m, mentre in sponda destra essi risultano di poco superiori ad 1,0 m. Nella porzione posta più a monte, ma a valle dell’area della cartiera, in sponda sinistra si verificano battenti prossimi a 0,7 m, mentre in sponda destra essi risultano di poco superiori a 0,1 m.

I risultati esposti confermano pertanto la zonazione del rischio idraulico proposta, e con una diversa classificazione per le due sponde fluviali. Lo studio idraulico, tuttavia, non consente di dedurre informazioni in merito al

comportamento idraulico del Torrente Lanza a monte della confluenza con il fiume Olona.

10.7.1 ANALISI DELLO “STUDIO IDRAULICO DI DETTAGLIO ED INDICAZIONI DI PROGETTO PER LE PROBLEMATICHE RELATIVE ALL’INTERAZIONE TRA FIUME OLONA E LE STRUTTURE INTERNE AL PROGRAMMA INTEGRATO DI INTERVENTO FOLLA MALNATE” REDATTO DA MMI NEL DICEMBRE 2006

L’esame del comportamento idraulico del tratto di fiume Olona di competenza del Comune di Malnate è stato completato anche mediante l’analisi di uno studio idraulico di dettaglio condotto nell’anno 2006 dalla società MMI e volto ad indagare il nodo costituito dalla confluenza tra il fiume Olona ed il torrente Lanza in relazione agli interventi previsti dal Piano Integrato di Intervento della Folla di Malnate.

Il P.I.I. oggetto di esame prevede importanti miglioramenti delle sezioni trasversali d’alveo nelle sezioni dell’ex complesso industriale SIOME e contestuali modifiche di destinazione d’uso nelle relative aree golenali. La necessità di uno studio idraulico di dettaglio si rese necessaria in quanto, in corrispondenza dell’area suddetta, il fiume Olona scorre incanalato al di sotto dei corpi di fabbrica e, vista la particolare orografia della zona, essi costituiscono un vero e proprio sbarramento della sezione di piena del fiume Olona. Questa particolare conformazione condiziona fortemente le dinamiche di deflusso ed i livelli di piena a monte ed a valle della struttura del corpo di fabbrica che si pone trasversalmente al corso d’acqua.

Lo studio idrologico di riferimento per la definizione delle portate di piena è, anche in questo caso, costituito dallo “Studio di fattibilità della sistemazione idraulica dei corsi d’acqua naturali ed artificiali all’interno dell’ambito idrografico di pianura Lambro-Olona”; in particolare, le portate di progetto sono derivate non solo attraverso un’analisi idrologica, ma soprattutto mediante una simulazione idraulica che è in grado di valutare le modifiche agli idrogrammi di piena per effetto della propagazione degli stessi lungo il reticolo fluviale. In particolare, per il fiume Olona è stato utilizzato l’idrogramma posto subito a valle della confluenza con il Rio Bevera derivante dall’analisi idraulica dello studio AdBPo, mentre per i corsi d’acque affluenti (Bevera, Vellone e Lanza) sono stati inseriti gli idrogrammi concentrati nei punti di immissione, per i bacini dell’Olona distribuiti tra la sezione iniziale e la confluenza con il Rio Bevera e a valle della confluenza Olona-Lanza fino a ponte Gurone sono stati utilizzati gli idrogrammi derivati dalla stima idrologica.

Benché il modello idraulico utilizzato nello studio di MMI sia più raffinato rispetto a quello in moto permanente adottato nell'ambito di queste verifiche speditive, è comunque possibile effettuare certamente dei raffronti significativi.

Il confronto viene effettuato con riferimento allo scenario corrispondente ad un tempo di ritorno pari a $T=100$ anni.

Si evidenzia la completa insufficienza idraulica dell'alveo tombinato in prossimità della fabbrica "ex Siome" che, attraverso la sezione ristretta, crea un rigurgito della corrente in arrivo, determinando un allagamento che si estende a monte fino alla cartiera Molina; contestualmente si evidenzia l'insufficienza del tombotto a valle del fabbricato del "Mulino dei Ratti" ed il contestuale allagamento della parte soprastante a causa del sormonto dello stesso; le portate vengono reimmesse nell'Olon a monte della confluenza col Torrente Lanza. Anche il nuovo ponte della ferrovia della Valmorea è caratterizzato da un franco ridottissimo, pari a soli 0,2 m.

Alla luce di queste conclusioni non si può che confermare la zonazione del rischio sin qui proposta, sebbene i due modelli idraulici, quello predisposto dalla società MMI e quello semplificato, condotto dagli scriventi, possono manifestare differenze di alcune decine di centimetri ampiamente giustificate dal diverso grado di approfondimento e di dettaglio adottato.

Più complessa è invece l'analisi del tratto di fiume Lanza che precede l'immissione del fiume Olona. Il modello idraulico implementato dalla società MMI si spinge a monte del ponte della ferrovia della Val Morea con una sola sezione trasversale; questo rende di fatto difficile capire se, ed in che modo, possa verificarsi un allagamento indotto da monte in corrispondenza dell'origine della roggia in sinistra idraulica e che, lungo il suo corso, costeggia il campo sportivo per poi re immettersi nel torrente Lanza prima della confluenza nell'Olon. Anche il modello idraulico più raffinato quindi, non essendo sufficientemente esteso a monte, non consente di fare ulteriori approfondimenti di dettaglio.

E' tuttavia ragionevole ipotizzare che la derivazione in sponda sinistra possa costituire un punto debole in caso di piena e rappresentare quindi una via preferenziale per il transito di una frazione della portata. In assenza di informazioni precise non si può quindi escludere che si possano verificare campi di moto tali da ricadere nell'ambito delle zone di rischio da R2 a R4 così come riportate nella tavola di zonazione del rischio idraulico.

10.8 Analisi dello “Studio idrologico sul torrente Quadronna nei Comuni di Vedano Olona e Malnate per la determinazione delle portate di piena di assegnato tempo di ritorno” redatto dalla società Etatec nell’anno 2006.

Nel corso dell’anno 2006 il torrente Quadronna è stato oggetto di uno studio idraulico commissionato dalle FNM alla società Etatec di Milano, al fine di determinare le condizioni di deflusso in alveo in corrispondenza del ponte ferroviario. Lo scopo di tale analisi fu di individuare gli interventi di protezione spondale più adeguati per la messa in sicurezza delle pile del ponte dai fenomeni erosivi.

Lo studio fu condotto partendo dalla perimetrazione del bacino idrografico del torrente chiuso alla sezione del ponte ferroviario. Successivamente, una volta individuate le curve di possibilità pluviometrica per l’area in esame, con riferimento anche a quanto riportato nello “Studio di fattibilità della sistemazione idraulica dei corsi d’acqua naturali e artificiali all’interno dell’ambito idrografico di pianura Lambro – Olona”, redatto dall’Autorità di Bacino del fiume Po, si procedette alla determinazione delle portate di piena con riferimento ai seguenti tempi di ritorno: 100, 200 e 500 anni.

I risultati dell’applicazione del modello idrologico di afflussi-deflussi condusse ai seguenti risultati per le portate di piena:

T	Q [m ³ /s]
100	62
200	67
500	75

La costruzione del modello idraulico di moto permanente fu realizzata mediante il supporto di un rilievo topografico di dettaglio che consentì di descrivere il tratto di corso d’acqua compreso tra il ponte della S.S. 342 ed il ponte delle FNM mediante 17 sezioni trasversali.

I risultati del modello idraulico hanno permesso di evidenziare che il deflusso delle portate di piena, sebbene caratterizzato da valori di velocità superiori a 2,5 m/s, non induce fenomeni di allagamento in sponda destra, in corrispondenza dell’area della ex cava Maccicchini; in particolare, lungo tale tratto, i livelli sono tali da garantire comunque franchi di sicurezza superiori ad 1,0 m rispetto all’attuale piano campagna.

In sponda sinistra, caratterizzata da un piano campagna con quote inferiori, possono invece verificarsi alcune esondazioni, in corrispondenza delle quali

non si verificano accumuli persistenti di volumi d'acqua in quanto le condizioni morfologiche del terreno consentono sempre un rapido deflusso delle acque e lo svuotamento delle aree allagate.

Il modello idraulico non ha permesso di evidenziare la presenza di fenomeni di erosione, tuttavia è vero che le condizioni di velocità precedentemente citate, comprese tra 2,5 m/s e 3,0 m/s che si possono verificare al passaggio della piena, possono essere considerate particolarmente sollecitanti per la stabilità delle sponde. E' bene quindi considerare l'ipotesi di verificare lo stato di consistenza delle sponde, al fine di programmare eventuali interventi di consolidamento o di mantenimento delle difese spondali esistenti.

11 ANALISI DELLA SISMICITÀ DEL TERRITORIO

11.1 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 Malnate 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 locale sarà condotta adottando la **procedura di I livello** che, a partire dalle informazioni già acquisite nella fase di analisi territoriale di base, consente l'individuazione di ambiti areali caratterizzati da specifici scenari di pericolosità sismica locale (PLS), in cui gli effetti della sollecitazione sismica di base attesa sono prevedibili con sufficiente approssimazione, la cui quantificazione dovrà essere oggetto di specifici studi di approfondimento.

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 Pericolosità Sismica Locale	Effetti
Z1a	Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi	Instabilità
Z1b	Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti	
Z1c	Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana	
Z2	Zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti (riporti poco addensati, depositi altamente compressibili, etc.) Zone con depositi granulari fini saturi	Cedimenti e/o liquefazioni
Z3a	Zona di ciglio $H > 10$ m (scarpata, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica, etc.)	Amplificazioni topografiche
Z3b	Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo: appuntite - arrotondate	
Z4a	Zona di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi	Amplificazioni litologiche e geometriche
Z4b	Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre	
Z4c	Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (compresi le coltri loessiche)	
Z4d	Zone con presenza di argille residuali e terre rosse di origine eluvio-colluviale	
Z5	Zona di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse	Comportamenti differenziali

Ai fini della individuazione dei possibili scenari di pericolosità sismica locale nell'ambito del territorio in esame si sono analizzati criticamente i dati geologici e geotecnici acquisiti nell'ambito dello studio e descritti ai capitoli precedenti.

11.2 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. *Deposit* 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. *Deposit* 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 citata, in **Tav. 9** è stata pertanto descritta la classificazione sismica di base estesa all'intero territorio comunale di Malnate, suddividendo con apposito segno grafico quattro 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. 7.3** della presente relazione). Ove possibile questi dati sono stati integrati con le descrizioni stratigrafiche dei pozzi per acqua sino a circa 30 m di profondità (**All. 3**).

Le aree omogenee così individuate sono descritte di seguito, ciascuna con

un'indicazione media della categoria di suolo di fondazione:

- (A) Substrato gonfolitico continuo affiorante o subaffiorante – *suolo di tipo A*;
- (B) Substrato gonfolitico subaffiorante con coperture glaciali e fluvioglaciali ghiaioso limose di scarso spessore – *suolo di tipo A ed E*;
- (C) Depositi alluvionali passanti in profondità a substrato roccioso (Gonfolite o conglomerati) o depositi fluviali e fluvioglaciali – *suolo di tipo C, D ed E*;
- (D) Depositi glaciali e fluvioglaciali con presenza di coperture superficiali (loess, colluvio e detrito) di spessore generalmente inferiore a 3 m – *suolo di tipo B e C*.

11.3 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. 9**, redatta in scala 1:5.000.

Z1 – Zone con potenziali effetti di instabilità

Z1 – Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi (Z1a) o quiescenti (Z1b)

Nel territorio di Malnate sono state individuate alcune aree caratterizzate da movimenti franosi attivi o quiescenti, che potrebbero mostrare comportamenti potenzialmente instabili nei confronti delle sollecitazioni sismiche attese e sono rappresentati da fenomeni di instabilità consistenti in veri e propri collassi e talora movimenti di grandi masse di terreno incompatibili con la stabilità delle strutture.

La perimetrazione di tali aree è stata effettuata in base alle risultanze dell'analisi di stabilità effettuata nel presente studio (**Tav. 5 e Cap. 9**).

Z1 – Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana (Z1c)

In base alle risultanze dell'analisi di stabilità effettuata (cfr. **Tav. 5 e Cap. 9**), in tale ambito sono state inserite:

- le aree di versante (caratterizzate da pendenza superiore a 20°) potenzialmente franose con grado di pericolosità alto, medio e basso;
- le relative aree di espansione franose con grado di pericolosità alto, medio e basso;
- le aree interessate da movimenti franosi stabilizzati.

Z2 – Zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti (riporti poco addensati, depositi altamente compressibili, ecc.) Zone con depositi granulari fini saturi

Le aree individuate sono classificabili come ambiti estrattivi dismessi, oggetto di specifici progetti di recupero morfologico, il primo, o con destinazione di piano, il secondo, che prevedono il riporto di ingenti quantità di terreno:

- area ex cava Cattaneo, sita nel settore meridionale del territorio comunale di Malnate;
- area ex cava sita nel settore meridionale del territorio comunale di Malnate in località Quadronna.

Nella stessa categoria sono state inserite le aree interessate in passato da riporti non controllati.

Nelle condizioni finali, nelle suddette aree potrebbero innescarsi fenomeni di addensamento in occasione dell'evento sismico atteso con conseguenti prevedibili fenomeni di cedimento differenziale, in funzione della tipologia dei materiali di riempimento utilizzati e del loro grado di addensamento.

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 (F. Olona, Rio Lanza e T. Quadronna) e dei principali rilievi morenici e le zone di cresta che caratterizzano il M. Morone e il M. Casnione nel settore orientale del territorio comunale.

Le aree potenzialmente interessate da fenomeni di amplificazione sismica in prossimità delle scarpate e delle creste sono state perimetrare in base ai parametri riportati nelle apposite schede di valutazione dell'All. 5 della D.G.R. n. 8/7374/08 (vedi profili topografici esemplificativi riportati in **Tav. 9**).

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 dell'All. 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.

Z3b – Zona di cresta rocciosa e/o cucuzzolo

Sono state considerate creste solo quelle situazioni che presentano:

- un pendio con inclinazione maggiore o pari a 10° ;
- un dislivello altimetrico minimo (h) maggiore o uguale ad un terzo dal dislivello altimetrico massimo (H).

In tali zone, estese fino alla base del pendio sotteso alla linea di cresta, 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

Z4a – Zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi

Z4b – Zona pedemontana di falda di detrito, di conoide alluvionale e conoide deltizio – lacustre

Z4c – Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (compresi le coltri loessiche)

Relativamente alle zone Z4a e Z4c, sono state individuate le aree dove le conoscenze acquisite evidenziano la presenza di un substrato roccioso a profondità inferiore a 30 metri, caratterizzato da velocità medie di propagazione delle onde di taglio maggiore o uguale a 800 m/s, ricoperto da depositi alluvionali o depositi glaciali.

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

Per quanto riguarda invece la zona Z4b, sono state comprese in tale classe due conoidi alluvionali presenti nel settore nord del territorio comunale: una localizzata in zona Baraggia, in corrispondenza dello sbocco di un piccolo corso d'acqua nella valle del Rio Lanza, la seconda a confine con il comune di Cantello, in corrispondenza dello sbocco di un impluvio nella valle del Torrente Bevera.

Seppur indicate come zone di pericolosità sismica locale, va tuttavia rilevato che sono fenomeni di ridotte dimensioni complessive, espressione di un bacino idrografico privo di un corso d'acqua a regime costante.

Z5 – Zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse

Le zone Z5 sono state individuate in corrispondenza del perimetro delle zone Z2 oggetto di ritombamento, dove, in considerazione delle non note caratteristiche geotecniche dei materiali di riempimento che verranno allocati, sono prevedibili comportamenti difformi tra i due lati della linea di contatto con possibile innescare di cedimenti differenziali e distorsioni angolari. L'ampiezza di tale zona è stata assunta pari a 10 m.

Sono state inoltre considerate anche le aree in corrispondenza del contatto

tra substrato roccioso affiorante e i depositi morenici o di fondovalle presenti nell'area investigata. In queste zone l'ampiezza dell'area interessata da possibili comportamenti differenziali dovuti al contatto tra litotipi con caratteristiche geotecniche diverse è stata assunta pari a 20 metri.

11.4 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.

In base alla D.G.R. 8/7374/08, per i Comuni ricadenti in Zona sismica 4, come Malnate, 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, qualora questi ricadano in Zona di Pericolosità sismica Locale Z3 o Z4.

In base alle previsioni di piano, nel territorio comunale di Malnate sono previste medie strutture di vendita commerciali (ambiti di trasformazione AT1 e AT7), strutture per spettacolo e tempo libero (AT1, AT2 e AT5) e strutture alberghiere (AT5) (vedi ubicazione su **Tav. 9**). Tali opere potrebbero rientrare nella definizione di "opere rilevanti" in base al suddetto elenco tipologico.

Gli ambiti citati ricadono parzialmente o totalmente nelle seguenti zone di PSL:

- AT1 zona PSL Z4a (totalmente); zona PSL Z1c (parzialmente);
- AT2 zona PSL Z4a (totalmente);
- AT5 zona PSL Z2 (totalmente);
- AT7 zona PSL Z3a (parzialmente); zona PSL Z1c (parzialmente).

Pertanto, per gli ambiti AT1, AT2 e AT7, suscettibili di amplificazioni litologiche o topografiche, è stata applicata l'analisi di livello II, mentre per l'ambito AT5 dovrà essere condotto direttamente un approfondimento di livello III in fase progettuale.

Area AT1 (loc. Folla) e area AT2 (loc. Le Gere) – amplificazione litologica

È stata effettuata un'unica analisi per entrambe le opere, in quanto molto prossime tra loro e ricadenti nella medesima area omogenea.

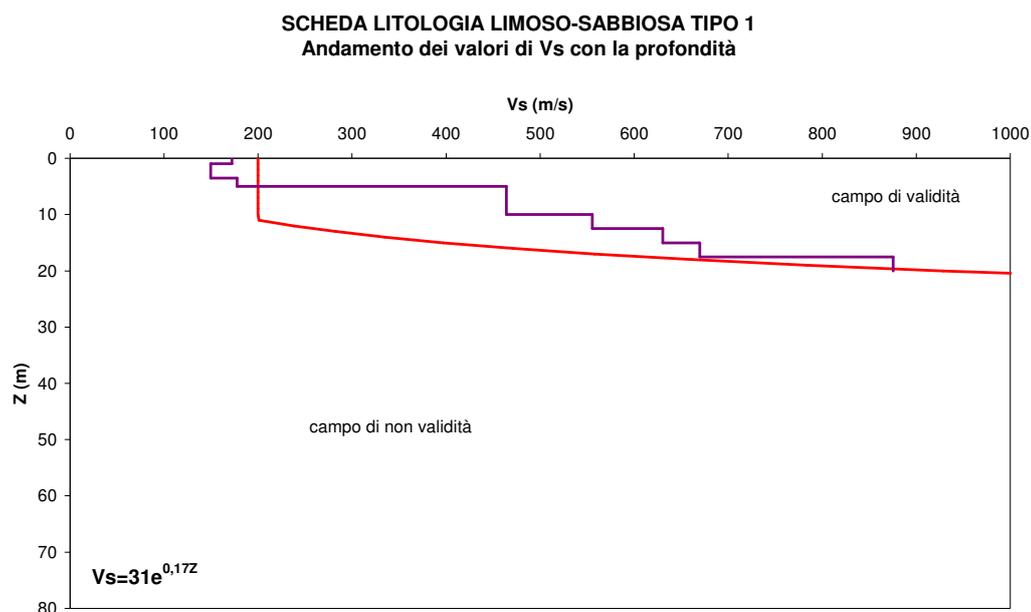
Le aree in località Folla e in località Le Gere si collocano in corrispondenza del fondovalle del F. Olona; sono presenti terreni costituiti da ghiaia grossolane poligeniche alternate a sabbie stratificate, appartenenti all'ambito dei depositi fluviali e fluvioglaciali recenti (vedi **Cap. 7**).

Le indagini effettuate per la caratterizzazione ambientale dell'insediamento ex Siome in loc. Folla (documentazione agli atti, consultata presso il Comune di Malnate) hanno permesso di estrapolare una stratigrafia attendibile.

In base alla litologia prevalente in sito, è stata scelta la scheda di valutazione per le litologie prevalentemente limoso – sabbiose di tipo 1 tra quelle proposte nell'Allegato 5 della D.G.R. 7374/08 e ne è stata verificata la validità utilizzando le stratigrafie dei sondaggi effettuati nell'ambito delle indagini suddette, utilizzando i seguenti valori di Vs:

<i>strato</i> (n)	<i>litologia</i>	<i>spessore</i> m	<i>profondità</i> m	<i>velocità</i> m/s
1	sabbia fine con ghiaia fine	1,0	1,0	170
2	limi argillosi con torba	2,5	3,5	150
3	sabbia fine	1,5	5,0	180
4	ghiaia sabbiosa	10,0	15,0	460 – 630
5	argilla	10,0	20,0	670 – 875

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 si sceglie la curva più appropriata.

Lo strato superficiale deve avere una profondità di almeno 4 m; qualora abbia una profondità inferiore, come nel presente caso, viene utilizzato lo strato superficiale equivalente, a cui si è assegnata come velocità V_s la media pesata delle velocità degli strati superficiali la cui somma supera i 4 m di spessore.

Nel presente caso è stata calcolata la media pesata dei primi 3 strati (5 m – 163 m/s), che tuttavia risulta essere sotto il limite di validità dei 200 m/s, pertanto, è stato scelto tale valore come velocità del primo strato. Conseguentemente, per la stima del F_a è stata scelta la curva 1.

		Profondità primo strato (m)																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Velocità primo strato (m/s)	200				1	1	1	1	1	1	1	1							
	250				2	2	2	2	2	2	1	1	1						
	300				2	2	2	2	2	2	2	2	2						
	350				3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2				
	400				3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3			
	450				3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		
	500				3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
	600				3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
700				3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	

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

Correlazione $F_{a_{0,1-0,5s}} - T$

$$0,03 \leq T \leq 0,40 \quad F_{a_{0,1-0,5s}} = -13,9T^2 + 10,4T + 0,46$$

$$0,40 < T \leq 1,00 \quad F_{a_{0,1-0,5s}} = 2,12 - 0,30 \ln(T)$$

Correlazione $F_{a_{0,5-1,5s}} - T$

$$0,07 \leq T \leq 1,00 \quad F_{a_{0,5-1,5s}} = -0,67T^2 + 1,03T + 0,93$$

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

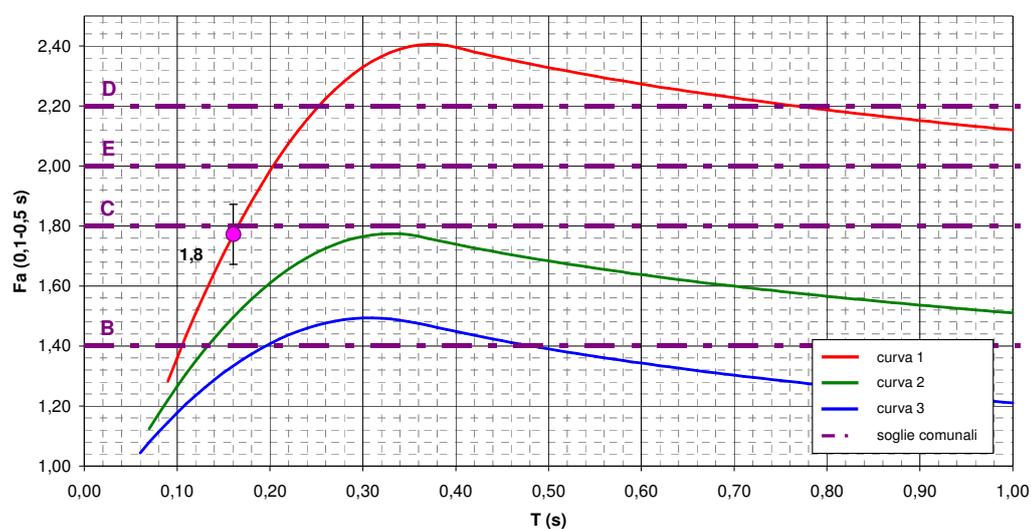
$$T = \frac{4 \cdot \sum_{i=1}^n h_i}{\left(\frac{\sum_{i=1}^n V_{s_i} \cdot h_i}{\sum_{i=1}^n h_i} \right)}$$

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

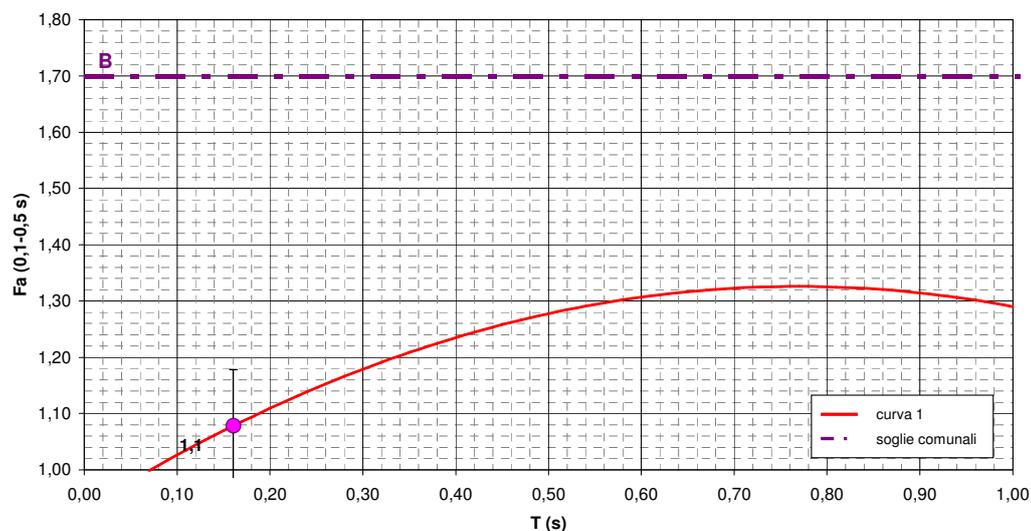
I risultati dell'analisi relativamente al sito in esame sono illustrati nei grafici seguenti e riassunti nella tabella sottostante:

T	Fa 0,1-0,5 s	Fa 0,5-1,5 s
0,16s	1,8	1,1

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



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



Come si può osservare dai grafici, il valore di F_a calcolato per l'intervallo 0.1-0.5 s è uguale o prossimo ai valori soglia comunali (banca dati Regione Lombardia – tabella seguente) per la categoria di terreno in esame (terreni di tipo C), mentre il valore di F_a calcolato per l'intervallo 0.5-1.5 s risulta minore rispetto ai valori soglia comunali.

	B	C	D	E
$F_{a_{0.1 - 0.5s}}$	1,4	1,8	2,2	2,0
$F_{a_{0.5 - 1.5s}}$	1,7	2,4	4,2	3,1

La normativa nazionale non risulta quindi pienamente sufficiente a salvaguardare gli effetti di amplificazione sismica locale.

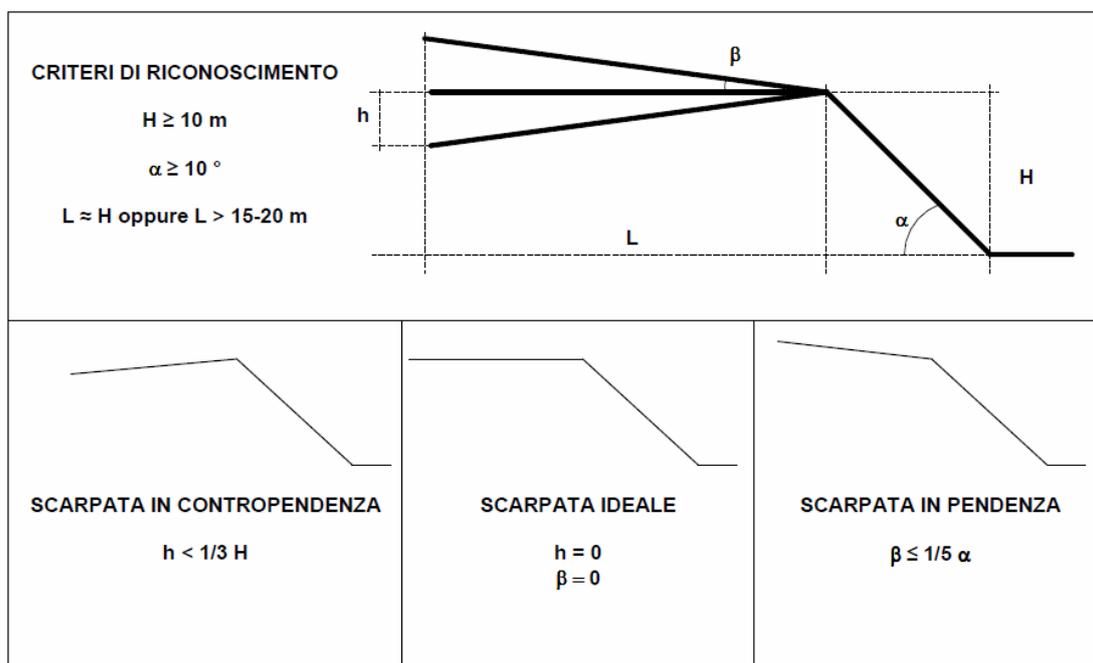
Pertanto, in fase progettuale, per tali opere sarà comunque necessario definire quantitativamente gli effetti di amplificazione sismica attesi mediante approfondimenti di livello III, come da Allegato 5 della D.G.R. 8/7374/08.

Area AT7 (loc. Celidonia) – amplificazione topografica

L'ambito di trasformazione AT7 si colloca in località Celidonia, a confine con Vedano Olona, in corrispondenza della ex cava Celidonia e comprende sia la porzione pianeggiante, sia il versante modellato morfologicamente dalle attività estrattive ora cessate.

La scarpata in oggetto è stata analizzata nel dettaglio al fine di determinare il fattore di amplificazione F_a mediante la scheda di valutazione contenuta nell'Allegato 5 della D.G.R. 8/7374/08.

Utilizzando una base aerofotogrammetrica a scala 1:1.000, sono state realizzate 8 sezioni lungo la porzione di scarpata contenuta entro i limiti dell'ambito AT7 (vedi **Al. 13**). L'analisi topografica indica che può essere definita come "scarpata ideale" o "scarpata in pendenza", secondo i criteri di riconoscimento indicati dall'Allegato 5 (vedi figura a pagina seguente).



In funzione dell'altezza e dell'inclinazione della scarpata si individua attraverso la scheda di valutazione proposta il valore di F_a nell'intervallo 0,1-0,5 s:

Classe altimetrica	Classe di inclinazione	Valore di F_a
$10 \text{ m} \leq H \leq 20 \text{ m}$	$10^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$	1.1
$20 \text{ m} < H \leq 40 \text{ m}$	$10^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$	1.2
$H > 40 \text{ m}$	$10^\circ \leq \alpha \leq 20^\circ$	1.1
	$20^\circ < \alpha \leq 40^\circ$	1.2
	$40^\circ < \alpha \leq 60^\circ$	1.3
	$60^\circ < \alpha \leq 70^\circ$	1.2
	$> 70^\circ$	1.1

Il valore così determinato è assegnato al ciglio del fronte principale e viene scalato in modo lineare fino al raggiungimento del valore unitario sia all'interno della relativa area di influenza (fronte superiore), sia lungo il fronte principale fino alla base del fronte stesso.

Nel caso in esame, la scarpata presenta un dislivello mediamente tra 40 e 45 m, con un'inclinazione media tra 20° e 30° (**All. 13**), pertanto il fattore di amplificazione è pari a:

$$F_{a,0.1-0.5s} = 1.2$$

La valutazione del grado di protezione raggiunto dall'applicazione della normativa sismica vigente viene effettuata in termini di contenuti energetici,

confrontando i valori di fattore di amplificazione F_a ottenuti con il valore di coefficiente topografico St delle Norme Tecniche delle Costruzioni, il quale rappresenta il valore di soglia, oltre il quale lo spettro proposto dalla normativa risulta insufficiente a tenere in considerazione la reale amplificazione del sito.

Nella Tabella 3.2.VI del D.M. 14/01/2008 sono riportati i valori del coefficiente topografico St , in funzione delle categorie topografiche definite nel Par. 3.2.2 delle stesse norme e dell'ubicazione dell'opera o dell'intervento.

Cat. topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	St
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,4

dove la categoria topografica è così definita:

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

Il caso in esame può essere inserito nella categoria topografica T2 (pendii con inclinazione media $i \geq 15^\circ$), pertanto il valore di St da considerare è 1,2.

Dal confronto risulta che il valore di F_a calcolato per l'intervallo 0.1-0.5 s è uguale al valore soglia indicato dalla normativa nazionale, la quale non risulta quindi pienamente sufficiente a tenere in considerazione i possibili effetti di amplificazione morfologica.

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.

Tale approfondimento è tanto più necessario qualora si prevedano costruzioni con strutture flessibili e sviluppo verticale compreso tra i 5 e i 15 piani.

FASE DI SINTESI – VALUTAZIONE – PROPOSTA

Allegati

- All. 2:** Schede dei pozzi pubblici
- All. 9:** Schede per il censimento delle frane
- All. 10:** Schede per il censimento delle conoidi
- All. 11:** Estratto tavole di delimitazione delle Fasce Fluviali P.A.I.
- All. 14** Approvazione della ridelimitazione delle Zone di Rispetto dei pozzi Celidonia

Tavole

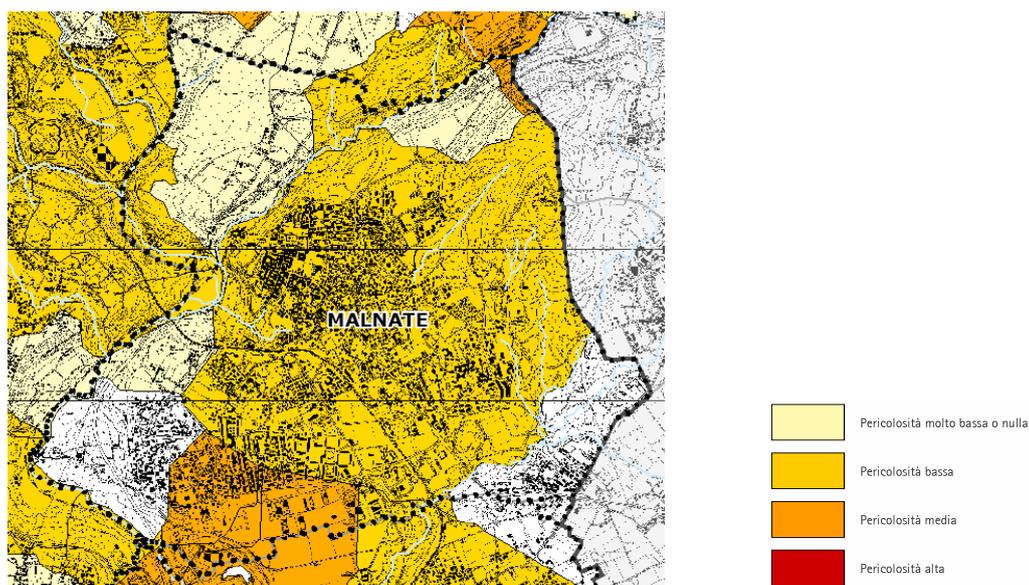
- Tav. 9:** Carta della pericolosità sismica locale – scala 1:5.000
- Tav. 10:** Quadro dei dissesti con legenda P.A.I. – scala 1:10.000
- Tav. 11:** Sintesi delle conoscenze acquisite – scala 1:5.000
- Tav. 12:** Carta dei vincoli – scala 1:5.000
- Tav. 13a:** Carta di fattibilità geologica delle azioni di piano – scala 1:5.000
- Tav. 13b:** Legenda descrittiva della carta di fattibilità geologica
- Tav. 14:** Carta di fattibilità geologica alle azioni di piano – scala 1:10.000

12 CLASSIFICAZIONE DEL COMUNE NELLA PIANIFICAZIONE TERRITORIALE PROVINCIALE

Ai sensi dell'Art. 56 della L.R. 12/2005, il Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale concorre alla definizione del quadro conoscitivo del territorio e, in particolare, censisce ed identifica le aree soggette a tutela o classificate a rischio idrogeologico e sismico.

Il P.T.C. della Provincia di Varese, approvato nel maggio 2007, individua tali aree e disciplina gli interventi nel territorio provinciale secondo due diversi livelli di regolamentazione (prescrizioni e indirizzi).

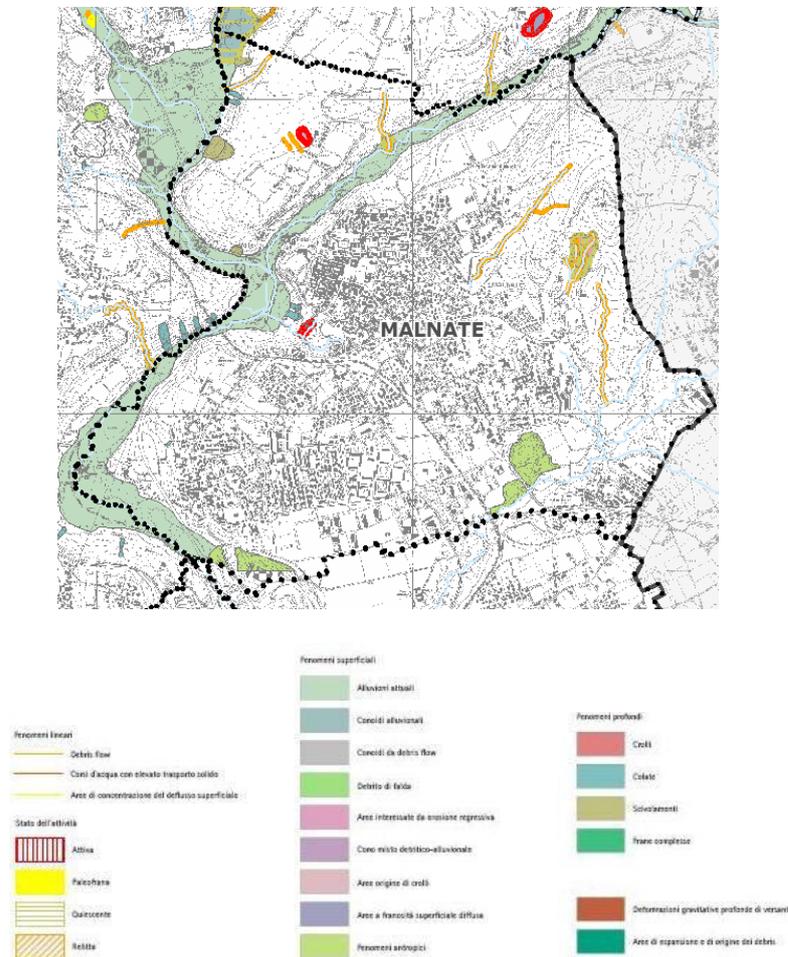
In base agli specifici elaborati che approfondiscono l'analisi del rischio idrogeologico, si osserva che, per quanto riguarda il rischio frana (con esclusione delle frane da crollo), il territorio del Comune di Malnate comprende al suo interno aree a pericolosità media, bassa e molto bassa (Tavola RIS 3 – Carta della pericolosità frane).



Estratto della Tavola RIS 3 “Carta della pericolosità frane” del P.T.C.P.

In tali aree, in base all'Art. 82 – *Disposizioni per le aree a pericolosità di frana*, i Comuni dovranno verificare il livello di pericolosità delle suddette aree eseguendo appositi studi di dettaglio secondo le indicazioni dell'Art. 84 – *Redazione studi di dettaglio in aree di pericolosità per le diverse tipologie di frana*, previa attestazione della effettiva pericolosità (**Cap. 9**).

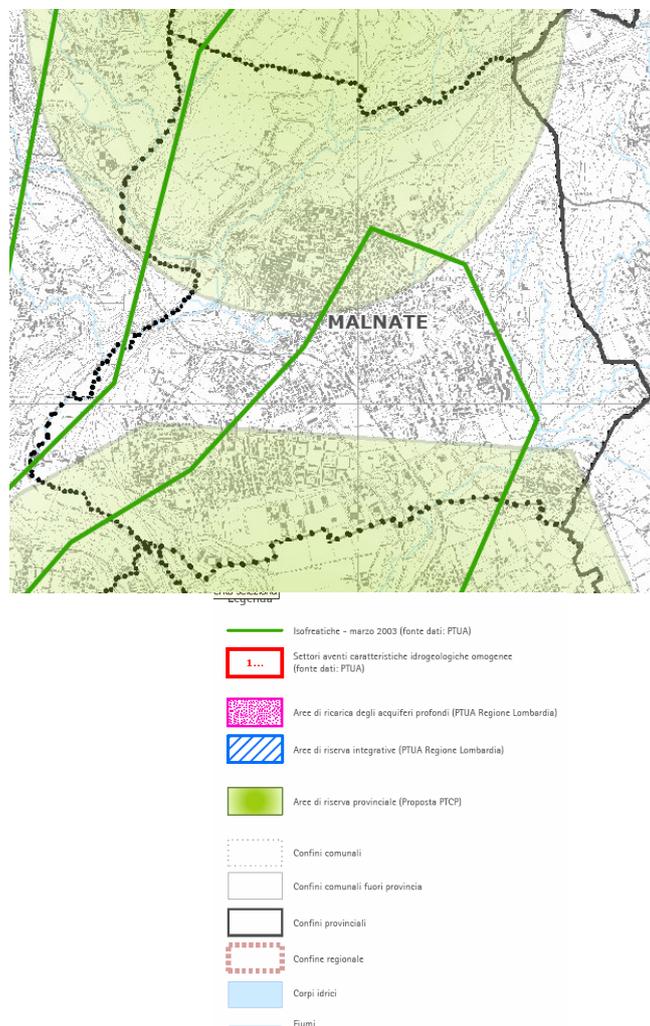
Dal punto di vista dei dissesti puntuali, il Comune di Malnate è caratterizzato essenzialmente da scivolamenti, colate, debris flow e conoidi alluvionali (Tavola RIS 2 – Carta censimento dissesti).



Estratto della Tavola RIS 2 “Carta censimento dissesti” del P.T.C.P.

Per quanto riguarda invece la tutela delle risorse idriche sotterranee, la Provincia, all'interno del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (P.T.C.P.), recepisce quanto già disposto dal Programma di Tutela e Uso delle Acque Regionale (P.T.U.A.) per quanto riguarda le *Aree sensibili, vulnerabili e di salvaguardia*, inoltre identifica e propone alcune *Aree di riserva a scala provinciale*.

Dalla Tavola RIS5 – Carta tutela risorse idriche, il territorio di Malnate risulta compreso in due distinte aree di riserva (retino verde) proposte dal P.T.C.P.



Estratto della Tavola RIS 5 “Carta tutela risorse idriche” del P.T.C.P.

In base ai disposti dell’Art. 95 delle N.T.A. del P.T.C.P., i comuni interessati dalla presenza sul proprio territorio delle aree di riserva dovranno definirne il perimetro con maggior precisione e dovranno altresì effettuare un’analisi della effettiva disponibilità della risorsa idrica sotterranea nel territorio comunale, soprattutto in previsione della possibile espansione delle aree ad uso residenziale e/o industriale e artigianale (**Cap. 5**).

13 ADEGUAMENTO AL PIANO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (P.A.I.)

13.1 Significato delle Fasce Fluviali del PAI sul F. Olona, sul T. Bevera e sul Rio Lanza

Il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI), adottato il 26 aprile 2001 e definitivamente approvato con D.P.C.M. del 24 maggio 2001, identifica sul F. Olona tre fasce il cui significato idrologico è strettamente connesso alla definizione dei tempi di ritorno con cui valutare le portate di riferimento.

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

- *Fascia di deflusso della piena (Fascia A)*, costituita dalla porzione di alveo che è sede prevalente del deflusso della corrente per la piena di riferimento, come definita nell'allegato 3 facente parte integrante delle Norme, ovvero che è costituita dall'insieme delle forme fluviali riattivabili durante gli stati di piena;
- *Fascia di esondazione (Fascia B)*, esterna alla precedente, costituita dalla porzione di alveo interessata da inondazione al verificarsi della piena di riferimento come definita nell'allegato 3. Il limite di tale fascia si estende fino al punto in cui le quote naturali del terreno sono superiori ai livelli idrici corrispondenti alla piena di riferimento ovvero sino alle opere idrauliche esistenti o programmate di controllo delle inondazioni (argini o altre opere di contenimento). Il Piano indica con apposito segno grafico, denominato "limite di progetto tra la fascia B e la fascia C", le opere idrauliche programmate per la difesa del territorio. Allorché dette opere saranno realizzate, i confini della Fascia B si intenderanno definiti in conformità al tracciato dell'opera idraulica eseguita e la delibera del Comitato Istituzionale di presa d'atto del collaudo dell'opera varrà come variante automatica del piano stralcio delle fasce fluviali, per il tracciato di cui si tratta;
- *Area di inondazione per piena catastrofica (Fascia C)*, costituita dalla porzione di territorio esterna alla precedente (Fascia B), che può essere interessata da inondazione al verificarsi di eventi di piena più gravosi di quella di riferimento, come definita nell'allegato 3.

La vasca di laminazione di Ponte Gurone, attualmente in fase di realizzazione, è individuata con limite di progetto tra Fascia B e Fascia C.

I limiti delle suddette fasce a cui applicare le norme specifiche sono quelle rappresentate alla scala del piano 1:2.000 del presente studio (**Tav. 10**).

Per ognuna delle fasce suddette esistono speciali obblighi e divieti definiti nelle Norme di Attuazione del PAI, rispettivamente ai seguenti articoli:

- **Norme generali, articolo: 1 (comma 6);**
- **Titolo II, Parte I, articoli: 28, 29, 30, 31, 32;**
- **Titolo II, Parte II, articoli: 38, 38bis, 38ter e 39.**

Ad essi si rimanda in quanto norma di legge e si intendono recepiti nello strumento urbanistico quale norma sovrimposta.

Per il caso particolare delle aree classificate come “limite di progetto tra le fasce B e C”, ai sensi dell’art. 31 comma 5 delle NTA del PAI, sono state valutate le condizioni di rischio, tramite verifica della modellazione idraulica condotta nell’ambito della “*Valutazione del rischio idraulico del fiume Olona nelle porzioni delle fasce PAI di competenza Comunale*” del Comune di Varese (**Cap. 10**).

I risultati ottenuti hanno confermato i precedenti e hanno permesso l’attribuzione del livello di rischio delle aree interessate secondo la seguente gradazione suggerita dallo stesso P.A.I.:

- R1 (rischio moderato): possibili danni sociali ed economici marginali;
- R2 (rischio medio): possibili danni minori agli edifici e alle infrastrutture che non pregiudicano l’incolumità delle persone, l’agibilità degli edifici e lo svolgimento delle attività socio-economiche;
- R3 (rischio elevato): possibili problemi per l’incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi e l’interruzione delle attività socio-economiche, danni al patrimonio culturale;
- R4 (rischio molto elevato): possibile perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici e alle infrastrutture, danni al patrimonio culturale.

13.2 Quadro dei dissesti con legenda PAI

Sul territorio di Malnate sono state individuate tutte le situazioni di dissesto classificabili conformemente alle tavole di delimitazione delle aree in dissesto del P.A.I. (Elaborato 2 – Atlante dei rischi idraulici ed idrogeologici).

In particolare sono stati rilevati dissesti relativi a fenomeni franosi e dissesti idrogeologici lungo le aste dei torrenti.

13.2.1 AMBITO DELLE FRANE

Per l'individuazione dei fenomeni franosi sul territorio di Malnate sono stati effettuati un'analisi e un confronto dei dissesti riportati dall'Inventario frane e dissesti Regione Lombardia (Geolffi) e dalla Carta Censimento Dissesti (Tav. RIS 2 – P.T.C.P. Varese), per i quali è stata successivamente verificata l'effettiva pericolosità (**Cap. 9**).

I risultati della valutazione della pericolosità per frana effettuata hanno permesso l'identificazione di fenomeni franosi quali scivolamenti traslativi a diverso grado di attività (attivo, quiescente, inattivo e relitto).

I fenomeni sono stati così classificati:

- classe **Fa**, aree di frana attiva per i fenomeni definiti come *attivi*;
- classe **Fq**, aree di frana quiescente per i fenomeni definiti come *quiescenti*;
- classe **Fs**, aree di frana stabilizzata per i fenomeni definiti come *inattivi o relitti*.

Nella carta Quadro dei dissesti con legenda P.A.I. (**Tav. 10**) e nella Carta dei vincoli (**Tav. 12**) non sono invece riportate le aree "potenzialmente franose", con grado di pericolosità da H2 a H4, individuate in **Tav. 5**. Tali aree sono infatti "attualmente stabili" e prive di "indizi di dissesto" e sono da considerarsi potenzialmente franose solo a seguito di interventi non adeguatamente progettati e realizzati. Di conseguenza, risulta pertanto problematico ascrivere tali aree alle aree in dissesto con definizione di frana attiva, quiescente o stabilizzata previste dal PAI (Fa, Fq, Fs). Va precisato comunque che tali aree ricadono nella classe 4 di fattibilità geologica, per le quali la normativa geologica riportata nello studio garantisce adeguata salvaguardia.

13.2.2 AMBITO DEI TORRENTI

Per quanto attiene il rischio di dissesto lungo le aste dei torrenti, nel corso del presente lavoro si è stabilita una classificazione in accordo con le definizioni del P.A.I.

La suddetta corrispondenza può essere così descritta:

- in generale, le fasce di pertinenza dei corsi d'acqua, così come definite al punto b) di **Par. 6.3**, sono definibili come aree coinvolgibili

da fenomeni con pericolosità elevata (Eb); fa eccezione la fascia individuata sul T. Fugascè in corrispondenza della confluenza del T. Vassena, definita come area coinvolgibile da fenomeni con pericolosità molto elevata (Ee);

- gli alvei e gli argini dei corsi d'acqua, invece, sono definibili come aree coinvolgibili da fenomeni con pericolosità molto elevata (Ee).

13.2.3 AMBITO DELLE CONOIDI

Nell'Inventario frane e dissesti Regione Lombardia (Geolffi) e nella Carta Censimento Dissesti (Tav. RIS 2 – P.T.C.P. Varese) è indicata nel settore nord del territorio comunale la presenza di due conoidi alluvionali, classificate dagli Enti come quiescenti: una localizzata in zona Baraggia, in corrispondenza dello sbocco di un piccolo corso d'acqua nella valle del Rio Lanza, la seconda a confine con il comune di Cantello, in corrispondenza dello sbocco di un impluvio nella valle del Torrente Bevera.

Per tali strutture è stata definita una giusta delimitazione cartografica ed è stata successivamente verificata l'effettiva pericolosità. È stata confermata la classificazione di fenomeni quiescenti con pericolosità H3, in quanto privi di movimenti negli ultimi 10 anni (**Cap. 9**).

Va però segnalato che sono fenomeni di ridotte dimensioni complessive, espressione di un bacino idrografico privo di un corso d'acqua a regime costante.

Nell'**All. 10** - *Schede per il censimento delle conoidi* - sono riassunti i dati morfometrici e geomorfologici acquisiti, che hanno permesso la classificazione geomorfologica delle conoidi e di conseguenza anche del grado di pericolosità che le contraddistingue.

In accordo con le definizioni del P.A.I., è stata stabilita la seguente classificazione:

- **Cp**: Aree di conoide attiva o potenzialmente attiva parzialmente protette (pericolosità elevata) per la conoide in loc. Baraggia;
- **Cn**: Aree di conoide non recentemente riattivatisi o completamente protette da opere di difesa – (pericolosità media o moderata) per la conoide a confine con il comune di Cantello.

14 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 Malnate è da riferirsi sia a normative nazionali che a direttive e regolamenti regionali.

Nella *Carta dei vincoli (Tav. 12)* 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 Malnate sono di seguito elencati con particolare riferimento alle specifiche tecniche previste dalla normativa.

VINCOLI DERIVANTI DALLE AREE DI SALVAGUARDIA DELLE CAPTAZIONI AD USO IDROPOTABILE

Il **D.Lgs. 152/06** 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*: è la porzione di territorio circostante la zona di tutela assoluta nella quale è vietato l'insediamento di attività giudicate incompatibili (centri di pericolo), attualmente definita con criterio geometrico (raggio = 200 m) per quasi tutti i pozzi e le sorgenti captate del territorio; per i pozzi di Via N. Sauro (nn. 3, 4, 5, 6) e per i pozzi nella valle del Rio Ranza (nn. 13/14, 13/15, 13/16) è in corso l'iter di ripermimetrazione con criterio temporale (isocrona corrispondente ad un tempo $t = 60$ gg.), e con criterio idrogeologico per i pozzi n. 7 e n. 8, captanti acquiferi protetti, in base alla D.G.R. 15137/96;
- *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. dispersione di fanghi e 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 proveniente 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 dell'estrazione ed alla protezione delle caratteristiche qualitative e quantitative della risorsa idrica;*
- H. gestione di rifiuti;*
- I. stoccaggio di prodotti ovvero sostanze chimiche pericolose e sostanze radioattive;*
- J. centri di raccolta, demolizione e rottamazione di autoveicoli;*
- K. pozzi perdenti;*
- L. pascolo e stabulazione di bestiame che ecceda i 170 chilogrammi per ettaro di azoto presente negli effluenti, al netto delle perdite di stoccaggio e distribuzione. È comunque vietata la stabulazione di bestiame nella zona di rispetto ristretta.*

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).

VINCOLI DI POLIZIA IDRAULICA

Nella carta sono riportati i limiti delle fasce di rispetto individuate sul reticolo idrico principale e minore, definite come:

- Fascia di rispetto assoluto estesa a 4 o 10 m dagli argini
- Fascia di pertinenza dei corsi d'acqua

per la cui descrizione si rimanda al **Cap. 6**.

La normativa da applicare alle diverse fasce è invece contenuta nel **Par. 16.4**.

VINCOLI DERIVANTI DALLA PIANIFICAZIONE DI BACINO (L. 183/89)

In **Tav. 12** sono state riportate alla scala dello strumento urbanistico comunale le **Fasce Fluviali del P.A.I.** sul F. Olona, sul T. Bevera e sul Rio Lanza e il **Quadro del Dissesto con legenda P.A.I.**

Per la normativa ad essi correlata si rimanda al **Cap. 13**.

ALTRI VINCOLI

- **R.D. 3267/23 (Vincolo idrogeologico)**: pone un vincolo per scopi idrogeologici sui terreni di qualsiasi natura che possono con danno pubblico subire denudazioni, perdere stabilità o turbare il regime delle acque.
- Limiti del **Parco Sovracomunale della Valle del Rio Lanza** (proposti dallo studio di fattibilità approvato con delibera del consiglio comunale n. 40 del 29/04/1999).

15 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. 11 – Sintesi delle conoscenze acquisite**; la descrizione dei caratteri di ciascuna area è riportata di seguito.

ZONA A

Caratteri generali:

Aree di scarpata e di versante con terreni granulari addensati o mediamente addensati, spesso delimitate da cigli superiori netti e raccordate al piede da fasce di depositi sciolti colluviati.

Problematiche geologiche da considerare:

Aree generalmente stabili ma con possibile interessamento ed innesco di fenomeni di dissesto gravitativo ed erosione del suolo ad opera delle acque meteoriche non regimate, soprattutto a seguito di azioni di scavo e sbancamento non adeguatamente condotti.

ZONA B

Caratteri generali:

Aree di versante la cui pendenza è controllata dal substrato roccioso a debole profondità o dalla presenza di ghiaie cementate.

Problematiche geologiche da considerare:

Aree stabili ma con possibile innesco di fenomeni di erosione del suolo ad opera delle acque meteoriche non regimate, soprattutto a seguito di azioni di scavo e sbancamento non adeguatamente condotti.

ZONA C

Caratteri generali:

Aree connesse agli alvei dei corsi d'acqua a regime torrentizio e aree di

impluvio non direttamente connesse agli alvei dei corsi d'acqua a regime torrentizio, ma con ruolo attivo nel drenaggio delle acque soprattutto in occasione degli eventi meteorici di elevata intensità.

Problematiche geologiche da considerare:

Aree in continua evoluzione geomorfologica per lo sviluppo di fenomeni di erosione accelerata delle sponde, approfondimento dell'alveo e trasporto solido soprattutto in occasione delle piene legate a precipitazione meteoriche di elevata intensità.

ZONA D

Caratteri generali:

Aree di fondovalle caratterizzate da morfologia pianeggiante o sub pianeggiante costituite da terreni granulari addensati o mediamente addensati con discrete caratteristiche geotecniche. Elevata vulnerabilità della falda idrica sotterranea.

Problematiche geologiche da considerare:

Aree direttamente connesse alle piane alluvionali dei corsi d'acqua principali, che possono essere interessate da fenomeni di alluvionamento.

ZONA E

Caratteri generali:

Aree pianeggianti o terrazzate con terreni granulari addensati o mediamente addensati che possono essere ricoperti da coltri di terreni fini con scadenti caratteristiche geotecniche per uno spessore fino a 3 m.

Problematiche geologiche da considerare:

Aree che possono presentare in superficie terreni con scadenti caratteristiche geotecniche, grado di permeabilità basso o medio e drenaggio delle acque meteoriche difficoltoso.

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

- *aree pericolose dal punto di vista dell'instabilità dei versanti*
 - aree a pericolosità molto bassa o nulla (H1) individuate con criterio geomorfologico, generalmente stabili ma con possibile interessamento ed innesco di locali fenomeni di dissesto gravitativo soprattutto a seguito di azioni di scavo e sbancamento non adeguatamente condotti;
 - aree potenzialmente franose e aree di possibile espansione perimetrati in base alle risultanze dell'analisi di stabilità;
 - fenomeni franosi attivi e quiescenti (frane superficiali diffuse e frane lineari), perimetrati in base alle risultanze dell'analisi di stabilità;
 - aree di conoide;
 - aree di versante in cui l'assetto geomorfologico assume valenza di caratterizzazione paesistico - ambientale del territorio.

- *aree vulnerabili dal punto di vista idraulico*
 - aree adiacenti ai corsi d'acqua da mantenere a disposizione per consentire l'accessibilità per interventi di manutenzione e per la realizzazione di interventi di difesa;
 - tratti di sponda fluviale o torrentizia interessati da fenomeni erosionali e orli di scarpata in evoluzione;
 - zonazione del rischio idraulico sull'Olona e il T. Ranza (Lanza), con individuazione dei diversi gradi di rischio;
 - limite di massimo invaso (corrispondente a quota 290,10 m s.l.m.) delle opere per la riduzione dei colmi di piena del fiume Olona in fase di realizzazione in località Ponte Gurone.

- *aree vulnerabili dal punto di vista geotecnico*
 - aree compromesse da attività di cava cessata e aree interessate in passato da riporti di terreno;
 - aree caratterizzate dalla presenza di terreni coesivi costituiti da limi e argille massive o fittamente laminate con stato di consistenza medio.

16 CLASSI DI FATTIBILITÀ GEOLOGICA E NORME GEOLOGICHE DI PIANO

16.1 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:

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.

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.

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.

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. 13** alla scala 1:5.000 e nella **Tav. 14** 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'azzoneamento 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 plurifamiliare o strutture edilizie consistenti
Tipo 3	edilizia produttiva e commerciale di significativa estensione areale (> 500 mq)
Tipo 4	opere infrastrutturali, posa di reti tecnologiche con lavori che prevedano escavazione o sbancamento
Tipo 5	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.
VRE	valutazione locale del rischio di trasporto in massa su conoide secondo la normativa P.A.I.

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

INTERVENTI DA PREVEDERE IN FASE PROGETTUALE	
RE	opere di regimazione idraulica e smaltimento delle acque superficiali e meteoriche in quanto il deflusso naturale è ostacolato da cause geomorfologiche/geolitologiche
DS	opere per la difesa del suolo e la stabilizzazione dei versanti interessati in quanto gli interventi potrebbero alterare le condizioni di equilibrio e innescare situazioni di dissesto
CO	collettamento, allontanamento o trattamento delle acque reflue in fognatura, in conformità al R.R. n. 3 del 24/03/06
CA	predisposizione di sistemi di controllo ambientale per insediamenti a rischio di inquinamento da definire in dettaglio in relazione alle tipologie di interventi
DR	opere per il drenaggio delle acque sotterranee che si potrebbero rinvenire a debole profondità e che potrebbero interferire con le fondazioni e i vani interrati

Le indagini e gli approfondimenti prescritti per le classi di fattibilità individuate nel presente studio (classe 2, 3 e 4 limitatamente ai casi consentiti) devono essere realizzati prima della progettazione degli interventi, in quanto propedeutici alla pianificazione e alla progettazione degli stessi.

Nel caso di Piani Attuativi potrà essere presentata per l'approvazione urbanistica una relazione geologica preliminare che attesti la compatibilità del piano con le classi di fattibilità definite dallo studio. Nel qual caso, tale approfondimento preliminare non sostituisce, anche se può comprendere, le indagini previste dalle Norme Tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14/01/2008, comunque da eseguirsi a supporto della progettazione.

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

16.2 Azionamento del territorio in classi di fattibilità geologica e relative norme

CLASSE 2 – AREE PIANEGGIANTI

Principali caratteristiche

Aree pianeggianti o terrazzate con terreni granulari addensati o mediamente addensati che possono essere 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

È ammissibile qualunque tipologia di azione edificatoria.

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 (RE) e l'eventuale drenaggio di acque di primo sottosuolo (DR). Per gli insediamenti produttivi a rischio è da prevedere la predisposizione di sistemi di controllo ambientale (CA).

CLASSE 3A – AREE DI ATTENZIONE A CONTORNO DELLE SCARPATE

Principali caratteristiche

Area individuata graficamente a contorno delle scarpate o dei versanti (20 m) di raccordo tra classe 2 e classe 4.

Parere geologico sulla modifica di destinazione d'uso

Favorevole, ma con consistenti limitazioni di carattere geotecnico e geomorfologico che richiedono verifiche locali preventive alla progettazione per la prossimità di versanti acclivi.

Azioni edificatorie e opere ammissibili

È ammissibile qualunque tipologia di azione edificatoria.

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), 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 (RE), l'eventuale drenaggio di acque di primo sottosuolo (DR) e opere per la difesa del suolo (DS).

CLASSE 3B – AREE DI VERSANTE STABILE

Principali caratteristiche

Aree di versante la cui pendenza è controllata dal substrato roccioso a debole profondità o dalla presenza di ghiaie cementate. Aree stabili ma con possibile innesco di fenomeni di erosione del suolo ad opera delle acque meteoriche non regimate.

All'interno di tale classe sono state individuate alcune porzioni (3b) in cui l'assetto geomorfologico assume valenza di caratterizzazione paesistico - ambientale del territorio, per le quali si ritiene di sconsigliare la nuova edificazione.*

Parere geologico sulla modifica di destinazione d'uso

Favorevole, ma con consistenti limitazioni di carattere geotecnico e geomorfologico che richiedono verifiche locali preventive alla progettazione per il possibile sviluppo di dissesti a seguito di interventi antropici non adeguatamente progettati.

Azioni edificatorie e opere ammissibili

Sono consentite esclusivamente opere di edilizia singola di limitata estensione o fabbricati accessori (tipo 1) e le opere infrastrutturali pubbliche e di interesse pubblico (reti tecnologiche) non altrimenti localizzabili (tipo 4); sono auspicabili interventi di consolidamento dei versanti, prevenzione del dissesto idrogeologico e regimazioni idrauliche (opere 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 di stabilità dei versanti e dei fronti di scavo (SV), 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

(RE), l'eventuale drenaggio di acque di primo sottosuolo (DR) e opere per la difesa del suolo (DS).

CLASSE 3C – AREE ESTERNE DI FONDOVALLE CON MODERATO RISCHIO DI ESONDAZIONE

Principali caratteristiche

Aree di fondovalle caratterizzate da morfologia pianeggiante o sub pianeggiante costituite da terreni granulari addensati o mediamente addensati. Aree ad elevata vulnerabilità della falda idrica sotterranea che possono essere interessate da alluvionamento solo in occasione degli eventi di piena straordinaria. Aree caratterizzate da rischio idraulico medio (R2) o elevato (R3) che ricadono in fascia C con limite di progetto tra fascia B e fascia C dal P.A.I.

Parere geologico sulla modifica di destinazione d'uso

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

Azioni edificatorie e opere ammissibili

È ammissibile qualunque tipologia di azione edificatoria.

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.

Interventi da prevedere in fase progettuale

Sono sempre da prevedere opere di regimazione delle acque superficiali (RE) e difesa dell'edificato mediante impostazione del piano abitabile almeno 50 cm sopra la quota naturale del terreno.

CLASSE 3D – AREE DI CAVA CESSATA

Principali caratteristiche

Aree compromesse da attività di cava cessata e aree interessate in passato da riporti incontrollati, caratterizzate da versanti a pendenza variabile, generalmente stabili ma con possibile interessamento ed innesco di fenomeni di dissesto gravitativo ed erosione del suolo ad opera delle acque meteoriche non regimate.

Parere geologico sulla modifica di destinazione d'uso

Favorevole ma con consistenti limitazioni di carattere geotecnico e geomorfologico che richiedono verifiche locali preventive alla progettazione per il possibile sviluppo di dissesti a seguito di interventi antropici non adeguatamente progettati.

Azioni edificatorie e opere ammissibili

È ammissibile qualunque tipologia di azione edificatoria.

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), 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 (RE), l'eventuale drenaggio di acque di primo sottosuolo (DR) e opere per la difesa del suolo (DS). Per gli insediamenti a rischio è da prevedere la predisposizione di sistemi di controllo ambientale (CA).

CLASSE 3E – AREE DI CONOIDE QUIESCENTE

Principali caratteristiche

Aree stabili appartenenti al contesto di conoide non recentemente riattivate per le quali è stata valutata una pericolosità geologica di grado medio (H3).

Parere geologico sulla modifica di destinazione d'uso

Condizionato per le consistenti limitazioni geomorfologiche e geotecniche.

Azioni edificatorie e opere ammissibili

Sono esclusivamente consentiti gli interventi così come definiti dall'Art. 9, comma 8 delle N.T.A. del P.A.I. Sono consentite solo opere di edilizia singola di limitata estensione o fabbricati accessori (tipo 1) e le opere infrastrutturali pubbliche e di interesse pubblico (reti tecnologiche) non altrimenti localizzabili (tipo 4); sono auspicabili interventi di consolidamento dei versanti, prevenzione del dissesto idrogeologico e regimazioni idrauliche (opere 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; è inoltre necessaria la valutazione locale del rischio di trasporto di massa su conoide secondo normativa P.A.I. (VRE).

Interventi da prevedere in fase progettuale

Sono sempre da prevedere interventi rivolti allo smaltimento delle acque meteoriche (RE) che non potrà avvenire sul versante senza opportune opere che annullino il rischio di innescare erosione accelerata o dissesto, nonché opere e accorgimenti per la difesa del suolo (DS).

CLASSE 4A – AREE DI SCARPATA

Principali caratteristiche

Aree di scarpata e di versante con terreni granulari addensati, mediamente addensati e sciolti e aree caratterizzate da significativa acclività. La classe comprende aree generalmente stabili ma morfologicamente inadatte al cambio di destinazione d'uso, con possibile interessamento ed innesco di fenomeni di dissesto gravitativo ed erosione del suolo, e aree potenzialmente franose per le quali è stata valutata con studio specifico una pericolosità media (H3) o alta (H4).

Parere geologico sulla modifica di destinazione d'uso

Non favorevole all'edificazione per le gravi limitazioni di carattere geomorfologico e geotecnico.

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 (opere tipo 5). Per gli edifici esistenti sono consentiti esclusivamente gli 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 altresì ammissibili le opere infrastrutturali pubbliche e di interesse pubblico (reti tecnologiche) non altrimenti localizzabili (tipo 4).

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), commisurate alla tipologia e all'entità dell'intervento in ottemperanza al D.M. 14/01/2008.

Interventi da prevedere in fase progettuale

Le opere infrastrutturali dovranno comunque prevedere interventi rivolti allo smaltimento delle acque meteoriche (RE) che non potrà avvenire sul versante senza opportune opere che annullino il rischio di innescare erosione accelerata o dissesto, nonché opere e accorgimenti per la difesa del suolo (DS).

CLASSE 4B – AREE DEGLI IMPLUVI ASCIUTTI

Principali caratteristiche

Aree di impluvio non direttamente connesse agli alvei dei corsi d'acqua a regime torrentizio, ma con ruolo attivo nel drenaggio delle acque soprattutto in occasione degli eventi meteorici di elevata intensità.

Parere geologico sulla modifica di destinazione d'uso

Non favorevole per le gravi limitazioni di carattere 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 (opere tipo 5). Per gli edifici esistenti sono consentiti esclusivamente gli 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

altresì ammissibili le opere infrastrutturali pubbliche e di interesse pubblico (reti tecnologiche) non altrimenti localizzabili (tipo 4).

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), commisurate alla tipologia e all'entità dell'intervento in ottemperanza al D.M. 14/01/2008.

Interventi da prevedere in fase progettuale

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

CLASSE 4C – AREE DI PERTINENZA DEI CORSI D'ACQUA

Principali caratteristiche

Aree connesse agli alvei dei corsi d'acqua a regime torrentizio. Aree in continua evoluzione geomorfologica per lo sviluppo di fenomeni di erosione accelerata delle sponde, approfondimento dell'alveo e trasporto solido soprattutto in occasione delle piene legate a precipitazione meteoriche di elevata intensità.

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 (opere tipo 5). Per gli edifici esistenti sono consentiti esclusivamente gli 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 altresì ammissibili le opere infrastrutturali pubbliche e di interesse pubblico (reti tecnologiche) non altrimenti localizzabili (tipo 4).

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), commisurate 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.

Interventi da prevedere in fase progettuale

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

CLASSE 4D – AREE DI FONDOVALLE CON ELEVATO RISCHIO DI ESONDAZIONE

Principali caratteristiche

Aree di piana alluvionale dei corsi d'acqua principali, comprendenti le porzioni in fascia "B" definita dal P.A.I., le aree direttamente coinvolgibili da inondazioni al verificarsi della piena di riferimento con rischio idraulico molto elevato (R4) e le aree comprese entro il limite di massimo invaso (corrispondente a quota 290,10 m s.l.m.) della diga sul Fiume Olona in loc. Ponte Gurone.

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 (opere tipo 5). Per gli edifici esistenti sono consentiti esclusivamente gli 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 altresì ammissibili le opere infrastrutturali pubbliche e di interesse pubblico (reti tecnologiche) non altrimenti localizzabili (tipo 4).

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.

Interventi da prevedere in fase progettuale

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

CLASSE 4E – AREE A RISCHIO GEOLOGICO PER FRANE E DISSESTI GRAVITATIVI

Principali caratteristiche

Aree in dissesto per frana attiva (Fa - pericolosità H5) e frana quiescente (Fq - pericolosità H3/H4).

Parere geologico sulla modifica di destinazione d'uso

Non favorevole per le gravi limitazioni geologiche e geotecniche.

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 (opere tipo 5); sono altresì ammissibili le opere infrastrutturali pubbliche e di interesse pubblico (reti tecnologiche) non altrimenti localizzabili (tipo 4).

Più specificatamente in queste aree va applicato l'art. 9, comma 2 e 3 delle N.T.A. del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico del Fiume Po (P.A.I.). Pertanto, a differenza delle altre classi 4 di fattibilità geologica, in tali aree sono esclusivamente consentiti gli interventi di manutenzione ordinaria degli edifici e gli interventi di demolizione senza ricostruzione, così come definiti dalla lettera a) della L.R. 12/05, di conseguenza non sono ammissibili gli interventi di cui alle lettere b) e c) della stessa legge.

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), commisurate alla tipologia e all'entità dell'intervento in ottemperanza al D.M. 14/01/2008.

Interventi da prevedere in fase progettuale

Per qualsiasi intervento sono raccomandabili interventi di consolidamento e prevenzione del dissesto idrogeologico (DS).

CLASSE 4F – AREE ADIACENTI AI CORSI D'ACQUA

Principali caratteristiche

Aree adiacenti ai corsi d'acqua, direttamente coinvolgibili dai fenomeni di dissesto con pericolosità elevata, estese per 10 m dagli argini e ridotte a 4 m in corrispondenza dei tratti con sezione d'alveo molto ridotta, da mantenere a disposizione per consentire l'accessibilità per interventi di manutenzione e per la realizzazione di interventi di difesa.

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 (opere tipo 5). Per gli edifici esistenti sono consentiti esclusivamente gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, di restauro e di risanamento conservativo degli edifici, così come definiti alle lettere a), b) e c) dell'Art. 27 comma 1 della L.R. 12/05, in ogni caso ad eccezione degli interventi di *modifica delle destinazioni d'uso* e *rinnovo degli elementi costitutivi degli edifici*, in quanto concettualmente non compatibili con il R.D. 523/1904. Sono altresì ammissibili le opere infrastrutturali pubbliche e di interesse pubblico (reti tecnologiche) non altrimenti localizzabili (Tipo 4).

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.

Interventi da prevedere in fase progettuale

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

16.3 Norme antisismiche

16.3.1 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 un'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.

16.3.2 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. 16.3.1**) ed è riassunta nella seguente tabella:

Tipologia opere	Indagine minima
Classe I	Correlazioni empiriche di comprovata validità con prove di resistenza alla penetrazione dinamica o statica integrate in profondità con estrapolazione di dati litostratigrafici di sottosuolo.
Classe II (edifici residenziali di piccole dimensioni, singoli edifici industriali e opere infrastrutturali di minore importanza)	
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	

16.3.3 NORME RELATIVE AGLI AMBITI DI AMPLIFICAZIONE SISMICA LOCALE

L'analisi della sismicità effettuata sul territorio di Malnate ha permesso di individuare di diversi scenari di Pericolosità Sismica Locale (**Cap. 11 e Tav. 9**):

- **Z1** – Zone con possibili effetti di instabilità
- **Z2** – Zone con possibili effetti di cedimento e/o liquefazione
- **Z3** – Zone con possibili effetti di amplificazione topografica
- **Z4** – Zone con possibili effetti di amplificazione litologica
- **Z5** – Zone con possibili effetti di comportamento differenziale

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;
- la caratterizzazione quantitativa degli effetti di amplificazione sismica attesi (livello 3 dell'Allegato 5 della D.G.R. 8/7374/08) nell'ambito degli scenari di Pericolosità Sismica Locale Z1 e Z2.

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.

16.3.4 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 Malnate, dalle ipotesi di piano si rileva che sono previste medie strutture di vendita commerciali, strutture per spettacolo e tempo libero e strutture alberghiere; tali opere potrebbero rientrare nella definizione di "opere rilevanti" in base al suddetto elenco tipologico.

Per gli ambiti AT1, AT2 e AT7, suscettibili di amplificazioni litologiche o topografiche (vedi **Tav. 9**) è stata effettuata un'analisi sismica di livello II (**Par. 11.4**). I risultati dell'analisi possono essere così riassunti:

ZONA	Fa0.1 - 0.5s - Fa0.5 - 1.5s AFFIDABILITÀ	SC0.1 - 0.5s - SC0.5 - 1.5s	LIVELLI DI APPROFONDIMENTO PREVISTI DAI CRITERI REGIONALI
AT1 – AT2 (amp. litol.)	1,8 – 1,1 media	1,4 – 1,7	Analisi di livello III o utilizzo di spettro norma caratteristico suolo C
AT7 (amp. topog)	1,2	1,2	Analisi di livello III

I suddetti esiti indicano che la fase progettuale di tali 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.

In ogni caso, la medesima procedura si deve applicare anche a tutte le altre "opere strategiche e rilevanti" previste sul territorio di Malnate, 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 amplificazioni litologiche e si possano escludere amplificazioni di tipo topografico;

- definizione dello spettro di risposta elastico al sito ossia della legge di variazione della accelerazione massima al suolo al variare del periodo naturale;
- valutazione degli indici di stabilità dei singoli movimenti franosi in condizioni statiche, pseudostatiche e dinamiche all'interno degli **ambiti suscettibili di amplificazione sismica locale Z1**;
- esecuzione di analisi di stabilità del complesso opere/pendio nelle condizioni finali di progetto comprensive delle azioni sismiche di progetto determinate ai sensi del D.M. 14/01/2008, in corrispondenza degli **ambiti suscettibili di amplificazione sismica locale Z3**;
- valutazione dei fenomeni di addensamento e di liquefazione in condizioni sismiche e dei cedimenti indotti all'interno degli **ambiti suscettibili di amplificazione sismica locale Z2**.

A tale scopo si dovrà operare un confronto tra lo sforzo di taglio ciclico normalizzato generato dalla sollecitazione sismica τ_{ar}/σ'_{vo} e i valori critici tali da innescare fenomeni di liquefazione definiti in funzione della resistenza penetrometrica standard o, in alternativa, della resistenza penetrometrica statica, normalizzate rispetto alla tensione geostatica. Il terreno sarà considerato suscettibile di liquefazione quando il rapporto tra il valore critico di soglia e lo sforzo di taglio generato dalla sollecitazione sismica attesa risulta inferiore a 1.25; in tal caso, se gli effetti conseguenti dovessero risultare tali da influire sulla capacità portante o sulla stabilità delle fondazioni, occorrerà procedere ad interventi di consolidamento del terreno di fondazione o ricorrere a fondazioni profonde.

16.4 Norme 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 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. 152/2006, modificato dal D.Lgs. 4/2008;
- 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;
- D.G.R. n. 7/13950 del 01/08/2003;
- D.D.G. n. 8943 del 03/08/20075;

Per quanto non specificato e normato nel presente documento si farà comunque riferimento al R.D. 523/1904 e alla vigente normativa statale e regionale in materia.

Il Comune ha l'obbligo di reprimere la realizzazione di opere abusive o difformi a quanto autorizzato, tramite apposita Ordinanza Sindacale ai sensi del D.P.R. 380/2001, con diffida a provvedere alla riduzione in pristino.

16.4.1 *NORMATIVA PER LE FASCE DI RISPETTO ASSOLUTO DEI CORSI D'ACQUA*

Per la disciplina delle attività di trasformazione e d'uso del suolo, nonché di polizia idraulica, all'interno delle fasce di rispetto così definite:

- fascia di rispetto assoluto dei corsi d'acqua estesa a 4 o 10 m dagli argini,

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 delle fasce di rispetto precedentemente definite 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 (o 4 m dove espressamente indicato)**: gli scavi e le nuove edificazioni;
- per l'edificato esistente: gli interventi di ristrutturazione edilizia di cui alla lettera d) dell'Art. 27 comma 1 della L.R. 12/2005;

- 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;

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.

- 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 di piena ordinaria;
- 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;
- 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;
- 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.
- 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 delle medesime fasce **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, così come definiti alle lettere a), b) e c) dell'Art. 27 comma 1 della L.R. 12/2005, in ogni caso ad eccezione degli interventi di *modifica delle destinazioni d'uso e rinnovo degli elementi costitutivi degli edifici*, in quanto concettualmente non compatibili con il R.D. 523/1904;
- gli interventi necessari per la manutenzione ordinaria e straordinaria di opere pubbliche e di interesse pubblico e per il restauro e 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.

In generale, a fronte di un qualsiasi intervento, restano valide le disposizioni del D.M. 14/01/2008 ed in particolare si **rendono necessari** i seguenti approfondimenti tecnici:

- perizie preventive 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;

- interventi 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.

16.4.2 **NORMATIVA PER LE FASCE DI PERTINENZA DEI CORSI D'ACQUA**

Per la disciplina delle attività di trasformazione e d'uso del suolo, nonché di polizia idraulica, all'interno della fascia di rispetto così definita:

- fascia di pertinenza dei corsi d'acqua perimetrata con criterio tecnico,

vale quanto già definito negli Art. 96 e 97 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 suddetta fascia sono quindi **attività vietate** in modo assoluto:

- per l'edificato esistente: gli interventi di ristrutturazione edilizia di cui alla lettera d) dell'Art. 27 comma 1 della L.R. 12/2005;
- 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;
- 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.

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 delle fasce di rispetto 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. 27 comma 1 della L.R. 12/2005;
- gli interventi necessari per la manutenzione ordinaria e straordinaria di opere pubbliche e di interesse pubblico e per il restauro e risanamento conservativo di beni di interesse culturale, compatibili con la normativa di tutela;
- 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.

In generale, a fronte di un qualsiasi intervento, restano valide le disposizioni del D.M. 14/01/2008 ed in particolare si **rendono necessari** i seguenti approfondimenti tecnici:

- 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.

16.4.3 TOMBINATURE E ATTRAVERSAMENTI

Su tutto il reticolo idrografico vige il **divieto di tombinatura** dei corsi d'acqua, ai sensi dell'Art. 115 – comma 1 del D.Lgs. 152/06:

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 quelle esistenti sono contenute nelle N.T.A. del P.A.I. e nella D.G.R. n. 7/13950 del 01/08/2003.

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 interrate.

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 le stesse 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.

16.4.4 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. del 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'innescò di fenomeni erosivi nel corso d'acqua;
- i limiti ammissibili di portata di scarico (D.G.R. 7/13950/03) sono:
 - 20 l/s per ogni ettaro di superficie scolante impermeabile, relativamente alle aree di ampliamento e di espansione residenziale e industriale;
 - 40 l/s per ogni ettaro di superficie scolante impermeabile, relativamente alle aree già dotate di rete fognaria.

16.4.5 INTERVENTI PER LA REALIZZAZIONE DI OPERE PUBBLICHE O DI INTERESSE PUBBLICO (INFRASTRUTTURE LINEARI E A RETE)

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

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

- non modifichino 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.

16.4.6 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. 115, comma 4 del D.Lgs. 152/06, non possono essere oggetto di sdemanializzazione.

16.4.7 NORME PER LA MANUTENZIONE

Con il D.P.C.M. 24/05/2001, è stato approvato ed è entrato definitivamente in vigore il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.), così come adottato con la deliberazione n. 18 del 26/04/2001 del Comitato istituzionale dell'Autorità del Bacino del Po.

Nell'Art. 14 delle N.T.A. del suddetto piano – *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 del territorio e della funzionalità 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 e riqualificazione ambientale di ecosistemi connessi al reticolo idrico.

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 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. 115 del D.Lgs. 152/06.

Va sottolineato che, in pianura, la manutenzione riguarda prevalentemente la rete idrografica naturale ed artificiale; invece, nelle zone collinari e montane, dove normalmente si generano le piene che producono i maggiori danni nella pianura, la manutenzione va intesa ed estesa opportunamente a tutto il territorio, comprensivo degli alvei e dei versanti. Tali interventi (riguardanti anche le opere di consolidamento o protezione dai fenomeni di dissesto) devono *tendere al mantenimento di condizioni di stabilità, alla protezione del suolo da fenomeni di erosione accelerata e instabilità, al trattenimento idrico ai fini della riduzione del deflusso superficiale e dell'aumento dei tempi di corrivazione, privilegiando il ripristino dei boschi, la ricostituzione di boschi degradati e di zone umide, i reimpianti, il cespugliamento, la semina di prati e altre opere a verde* (Art. 14 - comma 4 delle N.T.A. del P.A.I.).

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 Malnate, vengono di seguito elencate le principali tipologie di interventi di manutenzione, estrapolate dalle normative citate in precedenza e suddivise per area di interesse.

Tali indicazioni hanno funzione di indirizzo e omogeneizzazione sul territorio anche per gli interventi effettuati da soggetti privati.

Interventi sugli alvei

- rimozione di ciò che ostacola il deflusso regolare delle piene ricorrenti inteso come:
 - eliminazione dalle sponde e dagli alvei dei corsi d'acqua dei rifiuti solidi, provenienti dalle varie attività umane e collocazione in discarica autorizzata;
 - 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 o 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 e 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 o 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.

16.5 Norme generali per l'accertamento della salubrità dei terreni nell'ambito della riconversione di attività industriali dismesse

Sulla base dei contenuti della Delibera Regionale D.G.R. n. 6/17252 del 01 Agosto 1996 "standard di qualità dei suoli" vanno sottoposte a verifica per la tutela ambientale del territorio:

- le discariche incontrollate di rifiuti speciali e/o tossico-nocivi e/o rifiuti solidi urbani e assimilabili;
- le attività industriali dismesse;

- le aree su cui si abbia fondata ragione di ritenere che vi sia un'alterazione della qualità del suolo in seguito a sversamenti o spandimenti incidentali o volontari, ricadute da emissioni in atmosfera o a seguito dell'attività mineraria condotta sull'area.

Per tali aree, l'accertamento delle condizioni di salubrità del suolo deve seguire i criteri tecnici dettati dal D. Lgs. 152/06 e s.m.i. (e relativi allegati tecnici) e pertanto si dovranno prevedere opportune indagini ambientali "preliminari" e/o di "caratterizzazione" e successivamente, nel caso si ravvisassero superamenti delle concentrazioni soglia di contaminazione, i necessari interventi di "bonifica" o "messa in sicurezza" opportunamente progettati e supportati con "analisi di rischio".

Sempre secondo il citato decreto, ognuno dei suddetti passaggi tecnico amministrativi necessita di approvazione da parte del Comune che dovrà acquisire parere della Conferenza di Servizi (Regione, Provincia, ARPA).

In particolare, per le attività industriali dismesse, l'accertamento della salubrità del suolo deve essere condotta in previsione di un riutilizzo futuro dell'area, sia esso ancora di tipo produttivo/commerciale che di tipo residenziale, facendo riferimento alle rispettive concentrazioni soglia di contaminazione imposte dal decreto.

17 CONCLUSIONI

Il presente studio geologico, condotto a supporto della pianificazione urbanistica del Comune di Malnate con la specifica finalità di fornire un quadro conoscitivo dei caratteri fisici del territorio comunale ed orientare le scelte di pianificazione territoriale, costituisce un aggiornamento della versione datata Marzo 2009, integrata e modificata per recepire le osservazioni contenute dal parere della Provincia di Varese, relativo alla Valutazione Ambientale Strategica del Piano di governo del Territorio (allegato alla D.G.P. n. 258 del 03 giugno 2009).

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) e con quanto prescritto dagli Enti competenti nel citato parere.

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". Tale fase ha anche previsto l'individuazione del reticolo idrico principale e minore e delle relative fasce di rispetto.

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 geologica – geotecnica e della vulnerabilità idrogeologica.

In questa fase sono state altresì redatte la carta del quadro dei dissesti con legenda uniformata P.A.I. e 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* esprime le principali limitazioni agli interventi edificatori attuabili sul territorio ed è stata redatta secondo le indicazioni della D.G.R. n. 8/7374/08 indicante i criteri relativi alla componente geologica, idrogeologica e sismica del P.G.T.

Essa 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 da caratteristiche litologiche e/o geometrico – topografiche.

La suddetta classificazione deve essere utilizzata congiuntamente alle “norme geologiche di piano” che ne riportano la relativa normativa d’uso (cfr. **Cap. 16**). 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.

Il Tecnico
Dott. Geol. Marco Parmigiani

Approfondimenti ed elaborazioni di carattere idraulico condotti con la consulenza tecnica di:

Ing. Giancarlo Garbin

18 BIBLIOGRAFIA

A.R.P.A. (2005) – Applicazione dell'Indice di Funzionalità Fluviale (I.F.F.) su diversi corsi d'acqua italiani - *Il Fiume Olona*

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.

DA ROLD O.(1991) – L'apparato glaciale del Lago Maggiore, settore orientale. - Tesi di Dottorato, AA. 1990, Università di Milano

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 II Convegno Internazionale di Geoidrologia, Firenze, Dicembre 1993

PARMIGIANI M. (2000) – Indagini geologico tecniche di supporto alla pianificazione territoriale e alle varianti del Piano Regolatore Generale (L.R. 41/97 e D.G.R. 6/37918/98)

REGIONE LOMBARDIA (2002) – Inventario delle frane e dei dissesti idrogeologici della Regione Lombardia.

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