REGIONE LOMBARDIA
Provincia di Varese

COMUNE DI CAIRATE

Studio della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio

L.R. n. 12/05 – D.G.R. 30 Novembre 2011 n. 9/2616

RELAZIONE GEOLOGICA

N. Commessa: *971_12*	***Data:*** *Novembre 2013*
Collaborazione: *Dott. Geol. Paolo Merlo*	

Studio Associato di geologia applicata

Dott. Geol. Roberto Granata - Dott. Geol. Paolo Granata

Piazza G. Carducci n° 6 - 21100 Varese

Tel. 0332/242283 Fax 0332/241231

e-mail: info@studiocongeo.it

INDICE

1 PREMESSA 4

1.1 RILIEVI IN SITO E DATI ACQUISITI 6

2 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO 8

3 EVOLUZIONE GEOLOGICA DEL TERRITORIO 10

4 LITOLOGIA 12

5 DINAMICA GEOMORFOLOGICA 20

5.1 FORME E PROCESSI LEGATI ALL'AZIONE GRAVITATIVA 20

5.2 FORMA E PROCESSI LEGATI ALL'AZIONE GLACIALE E FLUVIOGLACIALE . 21

5.3 FORME, PROCESSI E DEPOSITI LEGATI ALLE ACQUE 22

5.4 FORME, PROCESSI LEGATI ALL'AZIONE ANTROPICA 24

6 ELEMENTI DI PRIMA CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA 26

6.1 PREMESSA 26

6.2 UNITÀ GEOLOGICO-GEOTECNICHE 27

6.3 INDAGINI PREGRESSE 30

7 IDROGEOLOGIA 31

7.1 FONTI DI PRELIEVO SOTTERRANEO 31

7.2 STRUTTURA IDROGEOLOGICA 32

7.3 CARATTERISTICHE PIEZOMETRICHE DELLA FALDA FREATICA 36

7.4 GRADO DI VULNERABILITÀ 36

7.5 SINTESI DELLA SITUAZIONE IDROCHIMICA DELLE ACQUE SOTTERRANEE.. 42

7.6 BILANCIO IDROLOGICO 44

7.7 FABBISOGNO IDRICO - VOLUMI IDRICI EMUNTI 47

8 DELIMITAZIONE DELLE AREE A RISCHIO 51

8.1 PERICOLOSITÀ DA FRANA 51

8.2 PERICOLOSITÀ IDRAULICA 58

9 RISCHIO SISMICO 60

9.1 NORMATIVA 60

9.2 ANALISI DELLA SISMICITÀ STORICA 62

9.3 PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE 66

9.4 ANALISI DELLA SISMICITÀ DEL TERRITORIO 68

9.5 CARTA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE (PSL) 71

10 VINCOLI 74

10.1 VINCOLI DERIVANTI DALLA PIANIFICAZIONE DI BACINO AI SENSI DELLA L. 183/89 74

10.2 VINCOLI DI POLIZIA IDRAULICA 89

10.3 AREE DI SALVAGUARDIA DELLE CAPTAZIONI AD USO IDROPOTABILE ... 91

11 SINTESI 94

11.1 INTRODUZIONE 94

11.2 AMBITI DI PERICOLOSITÀ E VULNERABILITÀ RINVENUTI SUL TERRITORIO COMUNALE 98

11.3 DESCRIZIONE DEGLI ELEMENTI DI SINTESI 99

12 FATTIBILITÀ GEOLOGICA 104

12.1 PREMESSA 105

12.2 FATTIBILITÀ SENZA PARTICOLARI LIMITAZIONI (CLASSE 1) 105

12.3 FATTIBILITÀ CON MODESTE LIMITAZIONI (CLASSE 2) 105

12.4 FATTIBILITÀ CON CONSISTENTI LIMITAZIONI (CLASSE 3) 107

12.5 FATTIBILITÀ CON GRAVI LIMITAZIONI (CLASSE 4) 112

TAVOLE:

Tav. n. 1 - Carta litologica e della dinamica geomorfologica (Scala 1:5.000)

Tav. n. 2a - Carta idrogeologica e della vulnerabilità intrinseca (Scala 1:5.000)

Tav. n. 2b – Sezioni idrogeologiche

Tav. n. 3 - Carta idrochimica (Scala 1:5.000)

Tav. n. 4 - Carta di prima caratterizzazione geotecnica (Scala 1:5000)

Tav. n. 5 – Carta della pericolosità da frana (Scala 1:5.000)

Tav. n. 6 – Carta della pericolosità sismica locale (Scala 1:5.000)

Tav. n. 7 - Carta dei dissesti con legenda uniformata PAI (Scala 1:5.000)

Tav. n. 8 - Carta dei vincoli (Scala 1:5.000)

Tav. n. 9 – Carta di sintesi (Scala 1:5.000)

Tav. n. 10 - Carta di fattibilità geologica (Scala 1:5.000)

Tav. n. 11 - Carta di fattibilità geologica con elementi di pericolosità sismica locale (Scala 1:5.000)

APPENDICI:

1. Scheda per il censimento delle frane.

2. Scheda per il censimento dei pozzi.

3. Tabella di sintesi dei dati tecnici e idrogeologici dei pozzi comunali e privati.

4. Pericolosità sismica locale - Analisi di 2° livello.

1 PREMESSA

Il Comune di Cairate (VA) ha affidato allo *Studio Associato CONGEO* di Varese l'incarico per l'aggiornamento dello studio geologico di supporto alla pianificazione comunale (Studio CONGEO Febbraio 2003) in base alle prescrizioni dalla nuova normativa regionale ed in particolare alla L.R. 12/2005 "*Legge per il governo del territorio"* e alla D.G.R. 22 Dicembre 2005 n. 8/1566 "*Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57 della L.R.* 11 Marzo 2005 N°12*",* alla successiva D.G.R. 28 Maggio 2008 n. 8/7374 "Aggiornamento dei *Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57 della L.R.* 11 Marzo 2005 N°12*"* e al suo ultimo aggiornamento D.G.R. 30 Novembre 2011 n. 9/2616 "*Aggiornamento dei "Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio, in attuazione dell'art. 57, comma 1, della l.r. 11 marzo 2005, n. 12", approvati con d.g.r. 22 dicembre 2005, n. 8/1566 e successivamente modificati con d.g.r. 28 maggio 2008, n. 8/7374"*.

Lo studio, di cui la presente relazione espone i risultati, si è posto l'obiettivo di approfondire il livello di conoscenza dei fattori geologici che caratterizzano il Comune di Cairate, con particolare riguardo all'armonizzazione con le previsioni del Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Varese (PTCP) e alle prescrizioni normative dettate dai criteri per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio (*D.G.R. 22 Dicembre 2005 n. 8/1566, D.G.R. 28 Maggio 2008 n. 8/7374* e *D.G.R. 30 Novembre 2011 n. 9/2616*), i seguenti aspetti rappresentano delle novità rispetto agli studi precedenti:

- Approfondimenti di carattere idrogeologico come richiesto nelle Norme di Attuazione del PTCP (art. 93 – 97), finalizzati ad un uso consapevole della risorsa idrica; è stato effettuato un bilancio idrologico del territorio comunale ed una valutazione dei rapporti consumi / riserva idrica.
- Approfondimenti sulla pericolosità da frana come richiesto nelle Norme di Attuazione del PTCP (art. 80 – 85).
- Approfondimento sul rischio idraulico lungo il Fiume Olona.
- Studio della pericolosità sismica locale come previsto dalle *D.G.R. 22 Dicembre 2005 n. 8/1566, D.G.R. 28 Maggio 2008 n. 8/7374* e *D.G.R. 30 Novembre 2011 n. 9/2616* (Allegato 5).
- Carta dei vincoli rappresentante le forme di vincolo sovracomunale di carattere geologico, come previsto dalle *D.G.R. 22 Dicembre 2005 n. 8/1566, D.G.R. 28 Maggio 2008 n. 8/7374* e *D.G.R. 30 Novembre 2011 n. 9/2616*.

Il presente studio non costituisce un mero aggiornamento di quello precedente, ma presenta aspetti innovativi, sia per quanto riguarda la restituzione su di un supporto cartografico aggiornato e di maggior dettaglio, sia per quanto riguarda i nuovi tematismi affrontati (risorse idriche, dissesti, rischio idraulico), che hanno permesso un maggiore approfondimento nelle conoscenze del territorio che in parte ha modificato lo studio antecedente.

Il lavoro ha come scopo la definizione delle caratteristiche e degli effetti della componente geologica nella pianificazione territoriale comunale; presenta valutazioni di carattere generale, pertanto la presente relazione e gli allegati cartografici non possono ritenersi esaustivi di problematiche geologico-tecniche specifiche.

Il presente documento costituisce la versione definitiva dello studio dopo le precedenti dell'ottobre 2008, dell'aprile 2009

(redatta in seguito alle osservazioni della Regione Lombardia – Prot. n. Z1.2009.5598 del 18/03/2009 - e ritenuta conforme ai criteri di attuazione della L.R. n. 12/05 in campo geologico e ai contenuti di verifica di compatibilità di cui all'art. 18 delle N.d.A. del PAI – Prot. n. Z1.2010.4270 del 08/03/2010) e dell'aprile 2012 (redatta sulla nuova base cartografica e in conformità con gli ultimi criteri per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica (D.G.R. 30 Novembre 2011 n. 9/2616) e tiene in considerazione le osservazioni degli Enti competenti (Provincia, ARPA, ASL) nelle varie fasi del procedimento di valutazione di compatibilità del Piano (Del. Provincia di Varese n. 332 del 21 ottobre 2013).

1.1 RILIEVI IN SITO E DATI ACQUISITI

Gli elementi di supporto alla redazione della presente relazione geologica sono rappresentati, in primo luogo, dalla sintesi delle conoscenze acquisite attraverso studi precedenti e documentazioni tecniche reperite sia presso l'ufficio tecnico comunale che presso sedi private (cfr. bibliografia) e, in secondo luogo, da rilievi originali in sito.

Inoltre, l'osservazione ed interpretazione delle foto aeree (fotogeologia) hanno consentito una migliore precisazione degli elementi individuati durante lo studio di terreno.

I rilievi di dettaglio hanno avuto lo scopo di identificare le diverse unità geologiche-litologiche presenti e di evidenziare aspetti geomorfologici utili alla comprensione dello stato del territorio.

I dati raccolti in fase di analisi svolgono un ruolo fondamentale per una corretta conoscenza generale del territorio e rappresentano il punto di partenza per la successiva fase di sintesi e di fattibilità geologica, dove è proposta rispettivamente una zonazione del

territorio in funzione dello stato di pericolosità geologica ed una classificazione d'uso del suolo.

La cartografia, che ha costituito la base topografica impiegata nel corso degli studi e nella redazione delle carte tematiche, è rappresentata da:

- Carta Tecnica Regionale alla scala 1:10.000: sezioni A5d2 (Carnago) e A5d3 (Gallarate Est);
- Carta aerofotogrammetrica Scala 1:2.000, Comune di Cairate; anno 2010.

2 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Il Comune di Cairate, esteso su una superficie di 11,34 Km^2, è situato sui primi rilievi collinari nella fascia meridionale della Provincia, a circa 17 Km da Varese, sul bordo della Media Valle Olona.

Si trova ad un'altitudine compresa tra m 325 s.l.m. in corrispondenza del limite Nord-occidentale, sulla sommità del pianalto e m 230 s.l.m. sul fondo valle del Fiume Olona.

Il comune comprende le frazioni e/o località di Bolladello, Peveranza, Roncaccio, C.na Cattaneo, Allodola, C.na Bianchi.

Il centro abitato di Cairate e le due frazioni di Bolladello e Peveranza sorgono sulle piane fluvioglaciali (rissiana e mindelliana per gli autori), mentre il settore collinare Nord-occidentale del territorio è per lo più occupato da vegetazione spontanea: querce, pini silvestri, già presenti in epoca antica, e robinie.

Dal punto di vista idrografico l'area comunale è attraversata da Nord a Sud da tre corsi d'acqua principali: Fiume Olona, Torrente Tenore e Torrente Riale (o Rile).

Il Fiume Olona scorre in un'ampia valle a U, con dislivello, dalla piana all'orlo della scarpata principale, di circa 30÷40 metri. L'andamento generale del fiume è circa rettilineo con deboli ondulazioni, spesso arginato artificialmente.

Il Torrente Tenore presenta un andamento da rettilineo a meandreggiante; scorre, nel tratto a Nord di Peveranza, inciso in una valle con sezione a U, fianchi poco inclinati con altezza di circa 3÷4 metri. Il restante tratto scorre nella piana fluvioglaciale (wurmian per gli autori); le sponde sono spesso arginate artificialmente con massi ciclopici.

Il Torrente Riale (o Rile) attraversa l'area "collinare" costituita da depositi più antichi (mindel degli autori); presenta andamento rettilineo e a piccoli meandri. Scorre in una valle "a V" molto incisa con fianchi acclivi e dislivello di circa 10 ÷ 15 metri.

Il pianalto occidentale è anche si attraversato da una serie di corsi d'acqua minori (Valle Pozzolo, Val di Vigna, Rio del Vigan o Valle dei Frati, etc.). Questi presentano andamento all'incirca Nord-Ovest Sud-Est, valli incise con sezione "a V" e fianchi acclivi con dislivelli della decina di metri al massimo.

3 EVOLUZIONE GEOLOGICA DEL TERRITORIO

Il territorio studiato si inserisce in un contesto geologico denominato di anfiteatro glaciale, formatosi per il susseguirsi, durante l'intero Pleistocene, di più episodi glaciali, che regolarmente hanno raggiunto tali aree.

L'anfiteatro glaciale del Verbano, come tutti quelli presenti ai piedi delle principali valli alpine, si sono formati in aree di pianura per accumulo e successiva erosione di materiali detritici contenuti all'interno della massa glaciale.

EVOLUZIONE PLEISTOCENICA

I ghiacciai delle prime glaciazioni (Morazzone e Monterosso) avanzavano su un territorio a morfologia blanda, coperto da suoli spessi ed evoluti (*Gabert, 1962*). La morfologia dei depositi relativi a queste glaciazioni è conservata in località Monterosso, presso Gallarate, e sul fianco Occidentale della valle Olona dove sono presenti vari dossi allungati, alcuni dei quali morenici (Unità di Carnago).

Le morene della successiva Glaciazione Albizzate presentano un andamento, a grande scala, subcircolare per tutto l'anfiteatro del Verbano dalla Valle del Olona al Ticino. In questo periodo le valli dell'Olona e dell'Arno non erano ancora state incise e perciò esistevano due grandi piane fluvioglaciali ad una quota di circa 350 m s.l.m.

I ghiacciai delle successive glaciazioni (Albusciago, Sumirago, Montonate, Mornago Daverio, Besante) avanzavano su un territorio articolato con dossi di substrato più alti e importanti rispetto alle glaciazione precedenti. L'andamento delle morene non è più semicircolare alla scala dell'anfiteatro, ma molto articolato a seguire gli spazi tra i dossi.

Poiché l'estensione dei ghiacciai è minore delle glaciazioni precedenti, grandi piane fluvioglaciali si estendono tra le cerchie e

tagliano quelle più antiche sempre più indirizzate dall'approfondimento delle vallate principali.

L'ultima glaciazione (Glaciazione Cantù), contrariamente a quanto ritenuto dagli autori precedenti, ha una estensione molto limitata. Nel lobo orientale, il ghiacciaio occupa infatti solo la metà della depressione del Lago di Varese e non raggiunge neppure il Lago di Comabbio. Nella zona frontale il ghiacciaio non raggiunge Sesto Calende e sostiene un lago marginoglaciale dal quale fuoriesce il Ticino che rappresenta l'unico scaricatore glaciale. In Valle Olona si depongono solo depositi fluvioglaciali sul fondo della valle.

EVOLUZIONE OLOCENICA

Con il ritiro del ghiacciaio Cantù dal territorio si instaurano rapidamente condizioni di clima temperato e la vegetazione torna rigogliosa nella zona dell'Alta Pianura.

La successiva evoluzione del territorio è influenzata soprattutto dall'intervento antropico che si esplica fondamentalmente in due modi: attività di cava e disboscamento temporaneo di alcune zone.

L'attività di cava è stata soprattutto mirata allo sfruttamento dei limi alterati per la produzione di laterizi. L'intensa attività estrattiva ha lasciato sul territorio una anomala morfologia.

Più importante per la fisionomia del territorio è stata l'opera di disboscamento. In tali condizioni la stabilità dei versanti era fortemente compromessa e le piene che interessavano i corsi d'acqua erano particolarmente disastrose.

Gli altri interventi antropici sono più limitati; si tratta di opere di regimazione dei fiumi e della concentrazione degli scarichi urbani in piccole valli, frequenti sul territorio, che si trovano cosi in condizioni di erosione significativa.

4 LITOLOGIA

La suddivisione delle diverse unità geologico-litologiche cartografate è stata operata principalmente sulla base di elementi morfologici caratteristici, quali orli di terrazzo e/o contropendenze. Questo a causa della frammentarietà dei corpi sedimentari in aree di pianura e di estese coperture eluvio-colluviali, che si manifesta con un esiguo numero di affioramenti naturali.

Per una migliore descrizione delle caratteristiche litologiche di tali unità, ci si è basati anche su studi svolti in aree limitrofe (*Zuccoli, 1997*), dove le differenti litologie sono state meglio osservate e descritte.

Trovandosi in un territorio interessato da depositi superficiali quaternari e morfologie legate all'azione glaciale, sono state utilizzate le *Unità Allostratigrafiche*, la cui denominazione è stata ricavata dalla letteratura scientifica esistente. Per Unità Allostratigrafica si intende un "*corpo di rocce sedimentarie cartografabile, definito ed identificato sulla base di discontinuità che lo delimitano*". Le discontinuità sono spesso associabili alla superficie topografica attuale o a profili di alterazione dei depositi.

Di seguito vengono quindi riportate le diverse Unità geologiche presenti nel territorio comunale, coadiuvate da una specifica caratterizzazione litologica (*cfr Tav. n. 1 – Carta litologica e della dinamica geomorfologica*):

Substrato di origine sedimentaria

- *Ceppo dell'Olona (Co)*

Depositi quaternari

- *Unità Postglaciale (Pg)*
- *Allogruppo di Venegono (Ve)*
- *Allogruppo di Besnate indifferenziato (Be)*
- *Alloformazione di Albizzate (Al)*
- *Allogruppo di Morazzone: Unità di Carnago (MCa)*

- *Formazione di Monte Carmelo (MC)*

Ceppo dell'Olona (Co)

Definizione: *conglomerati grossolani, ghiaie, arenarie e sabbie grossolane.*

Il Ceppo dell'Olona si mostra saltuariamente sui fianchi della valle del Fiume Olona, principalmente in affioramenti di dimensioni ed estensioni limitate. Si ritrova anche alla base della valle del Torrente Riale.

Litologicamente è caratterizzato da conglomerati e ghiaie debolmente cementate, a supporto sia clastico che di matrice sabbioso-arenacea. I clasti, con scarsa selezione, presentano dimensioni variabili da pluri centimetriche (15-20 cm) a 1-2 cm, subarrotondati a medio-bassa sfericità. La petrografia dei clasti è principalmente carbonatica e in minor percentuale metamorfica ed ignea.

Si riconoscono anche livelli non cementati costituiti da:

Ghiaie gradate a granulometria medio fine a supporto di matrice sabbiosa. I clasti si presentano subarrotondati di dimensioni da 1 cm a 3÷5 cm; alcuni clasti metamorfici scistosi presentano debole alterazione.

Sabbie a granulometria medio-grossolana ghiaiose.

Le strutture sedimentarie presenti si limitano a: gradazioni dirette, sporadiche embricature ed isoorientazione dei ciottoli piatti, soprattutto alla base dei banchi.

La superficie limite superiore è caratterizzata dalla presenza di strutture ad "organi geologici", visibili sul fianco orografico destro della valle del Fiume Olona; mentre la superficie limite inferiore, nel contesto del territorio comunale di Cairate, non è visibile in affioramento.

Unità Postglaciale (Pg)

Definizione: ghiaia a supporto di matrice, ghiaia fine con sabbia grossolana a supporto di clasti, sabbia grossolana: depositi fluviali.

La morfologia di questa unità è ben espressa nella piana fluviale del Fiume Olona, mentre tende a diventare scarsamente rappresentata nelle aste più ridotte (Torrente Riale e Torrente Tenore).

L'unità affiora solo all'interno del Torrente Tenore, poco a Nord dell'abitato di Peveranza, e in uno scavo nella piana del Fiume Olona in corrispondenza del viadotto che attraversa l'omonima valle.

Litologicamente si caratterizza per la presenza di ghiaie ben selezionate con ciottoli embricati, a supporto di matrice sabbiosa. Clasti poligenici arrotondati di dimensioni pluricentimetriche (10-20 cm), sani.

Si intercalano anche orizzonti costituiti da ghiaie fini con sabbia grossolana, sabbie e ghiaie laminate a supporto di matrice limoso-sabbiosa, mal selezionate.

La superficie limite superiore coincide con la superficie topografica attuale, mentre la superficie limite inferiore, anche se mai direttamente osservata, è con buona probabilità una superficie di erosione.

Allogruppo di Venegono (Ve)

Definizione: limo argilloso con clasti alterati sparsi: depositi di versante e/o loess colluviato; ghiaia fine e sabbia grossolana, ghiaia poligenica poco alterata: depositi fluviali.

I depositi appartenenti all'Allogruppo di Venegono occupano buona parte del territorio studiato, sia come depositi di versante, sui fianchi delle principali incisioni vallive, come coltri eluvio-colluviali, sia come depositi fluviali.

Tali depositi appartengono a più eventi deposizionali non precisamente definibili e di età molto differente, spesso coevi agli

eventi responsabili della deposizione delle altre unità cartografate. Per questo motivo non è possibile specificarne gli esatti rapporti stratigrafici.

Il riconoscimento di tale unità è stato fatto principalmente su base morfologica, data la scarsità di affioramenti significativi; gli unici affioramenti si ritrovano nella Valle Pozzolo, nella valle del Torrente Riale e sporadicamente lungo il corso del Torrente Tenore. Pertanto per una migliore e più completa caratterizzazione litologica si è fatto anche riferimento a studi effettuati in aree limitrofe (*Zuccoli, 1997*), dove l'allogruppo è meglio rappresentato.

La litologia che identifica i depositi di versante è costituita da limi argillosi debolmente compatti e sabbie fini limose, di colore marrone scuro rossastro. Sono presenti ciottoli di dimensioni da millimetriche a 1-2 cm, arrotondati e discretamente alterati.

I depositi fluviali, non direttamente osservati e delimitati solo su base morfologica, sarebbero costituiti da sabbia fine limosa, ghiaia fine e sabbia grossolana, ghiaia poligenica.

La superficie limite superiore è spesso coincidente con la superficie topografica, mentre quella inferiore, per le caratteristiche deposizionali dell'unità, è probabilmente di tipo erosionale.

Allogruppo di Besnate indifferenziato (Be)

Definizione: ghiaia a supporto di clasti e/o a supporto di matrice sabbioso-limosa: depositi fluvioglaciali.

Riconosciuto esclusivamente su base morfologica per l'assenza di affioramenti naturali o scavi antropici, occupa buona parte del territorio studiato, formando vaste e ben sviluppate piane fluvioglaciali. La morfologia delle quali è pressoché pianeggiante o con deboli pendenze e generale inclinazione verso Sud.

Anche in questo caso la caratterizzazione litologica dell'Allogruppo di Besnate Indifferenziato è stata fatta basandosi su studi in aree limitrofe (*Zuccoli, 1997*) e sulla base dei dati stratigrafici dei pozzi presenti sul territorio comunale.

Litologicamente si caratterizza per la presenza di "ghiaie stratificate a supporto di clasti o a supporto di matrice. Clasti poligenici di dimensione massima 40 cm, in genere ben selezionati e arrotondati. Embriciature presenti. Matrice costituita da sabbia limosa, talvolta costituita da ghiaia fine e sabbia grossolana".

La superficie limite superiore è caratterizzata da un profilo di alterazione di spessore compreso tra 2,5 m e 4,5 m. Coperture loessiche presenti.

La superficie limite inferiore invece è una superficie di erosione priva di caratteristiche peculiari (*Zuccoli, 1997*).

Alloformazione di Albizzate (Al)

Definizione: ghiaia massiva a supporto di matrice e sabbia grossolana: depositi fluvioglaciali.

I depositi dell'Alloformazione di Albizzate presentano una morfologia evidente, riconducibile ad una piana fluvioglaciale, costituendo il pianalto su cui sorgono gli abitati di Peveranza e Bolladello.

L'unità è ben visibile in affioramento lungo il corso del Torrente Tenore, a Nord dell'abitato di Peveranza.

Litologicamente i depositi appartenenti all'Alloformazione di Albizzate sono caratterizzati da ghiaie massive a supporto di matrice. Clasti poligenici (carbonati, metamorfici granoblastici e scistosi, porfidi, granofiri e rari clasti ignei) subarrotondati, discretamente selezionati, a bassa sfericità; dimensione massima dei clasti 30 cm media 2-3 cm.

L'alterazione interessa buona parte dei clasti, con ciottoli carbonatici argillificati e decarbonatati, ciottoli metamorfici, granofirici e ignei arenizzati o con spesso cortex di alterazione.

La matrice è costituita da sabbia e ghiaia fine limosa di colore rossastro; presenza di patine di Fe-Mn sia nella matrice che intorno ai ciottoli.

Si riconoscono anche letti costituiti da sabbie grossolane e sabbie fini limose di colore marrone-rossiccio, con presenza di rari clasti annegati e screziature color ruggine e grigiastre.

La superficie limite superiore è caratterizzata da un profilo di alterazione evoluto che può raggiungere i 6÷8 metri di spessore. Nel contesto del presente studio è stato osservato un profilo di alterazione di circa 2,5 metri. Coperture loessiche presenti discretamente sviluppate.

La superficie limite inferiore è invece una superficie di erosione (*Zuccoli, 1997*) non direttamente osservata in questo ambito.

Allogruppo di Morazzone: Unità di Carnago (Mca)

Definizione: diamicton massivo a supporto di matrice: depositi glaciali; ghiaie massive a supporto di matrice e sabbie debolmente limose: depositi fluvioglaciali.

Tale unità occupa la parte Nord-occidentale e più rilevata del territorio comunale. Si riconoscono blande morfologie allungate Nord-Sud riconducibili a dossi morenici. La piana fluvioglaciale non è più morfologicamente evidente.

I depositi dell'Unità di Carnago, sia glaciali che fluvioglaciali, affiorano lungo le incisioni vallive che tagliano il pianalto, in particolare si ritrovano nel Torrente Riale, nella Valle Pozzolo e nella Val di Vigna.

I depositi glaciali sono costituiti da diamicton massivo a supporto di matrice, con clasti poligenici scarsamente selezionati, subarrotondati, di dimensioni variabili da 1÷2 cm a 30÷40 cm.

L'alterazione interessa la quasi totalità dei clasti anche quelli di dimensioni maggiori.

La matrice è costituita da limo sabbioso e/o sabbia limosa con abbondante argilla secondaria; colore rossiccio; al suo interno sono presenti abbondanti patine e noduli di Fe-Mn, presenti anche attorno ai ciottoli.

I depositi fluvioglaciali sono invece costituiti da ghiaie medio-grossolane massive a supporto di matrice, stratificate orizzontalmente e spesso embricate. I clasti si presentano subarrotondati, di dimensioni variabili da 5÷10 cm a 30÷40 cm; poligenici molto alterati, con presenza di abbondanti screziature grigiastre, color ruggine e patine di Fe-Mn.

La matrice è costituita da sabbia limosa ricca in argilla, di colore ocra-rossiccio.

Sono presenti anche orizzonti costituiti da sabbie grossolane, sabbie ghiaiose a granulometria medio-fine e sabbie massive.

Sia la superficie limite superiore che inferiore sono superfici di erosione (*Zuccoli, 1997*); sono presenti coperture loessiche con spessori notevoli (2÷10 metri).

Formazione di Monte Carmelo (MC)

Definizione: limo argilloso massivo con clasti alterati sparsi: loess debolmente colluviato.

L'unità affiora unicamente presso C.na Allodola (Bolladello); ma è possibile ipotizzare che tali materiali ammantellino tutto il pianalto occidentale più antico, con spessori anche dell'ordine dei 10 metri, come evidenziato dalla stratigrafia del pozzo denominato "*Pigni F.*" (cfr. Tav. n. 2 – Carta idrogeologica).

Dal punto di vista litologico la Formazione di Monte Carmelo è caratterizzata da limi argillosi massivi compatti di colore bruno-rossastro, pedogenizzati. Sono presenti venature sia orizzontali che verticali costituite da materiali fini di colore grigiastro-ruggine, abbondanti noduli e patine di Fe-Mn e rari clasti millimetrici alterati.

La superficie limite superiore coincide spesso con la superficie topografica o si evidenzia per differenza cromatica con coperture loessiche più recenti sovrastanti. La superficie limite inferiore è una superficie ben evidente dal punto di vista sedimentologico poiché

mette a contatto i depositi loessici di questa formazione con depositi di tipo ghiaioso (*Zuccoli, 1997*).

5 DINAMICA GEOMORFOLOGICA

In questo capitolo vengono individuate e descritte le forme naturali attive, non attive e quiescenti, dovute al modellamento del territorio da parte degli agenti geologici, idrogeologici, climatici ed antropici (*Tav. n. 1*).

L'analisi morfologica del territorio ha permesso la distinzione di alcune forme, molte delle quali, come già accennato nel capitolo precedente, utilizzate per la delimitazione dei corpi sedimentari.

Attualmente si riscontrano attività limitatamente ai versanti delle principali incisioni vallive.

5.1 FORME E PROCESSI LEGATI ALL'AZIONE GRAVITATIVA

FENOMENI GRAVITATIVI DI VERSANTE

In questo gruppo di processi sono inclusi tutti quei fenomeni che interessano prevalentemente i versanti e sono innescati dall'azione prevalente della gravità.

Nell'ambito dell'area rilevata sono stati individuati fenomeni di dissesto, ubicati soprattutto lungo i fianchi delle principali incisioni vallive (Valle Olona, Torrente Riale, Valle Pozzolo, etc.); si presentano sotto forma di lenti movimenti di soliflusso delle coperture eluvio-colluviali, cartografate come Allogruppo di Venegono. Il termine soliflusso sta ad indicare un generale scorrimento verso valle della coltre detritica superficiale, per effetto combinato della gravità e della saturazione in acqua, con velocità di qualche millimetro l'anno.

Inoltre sono stati anche riconosciuti limitati franamenti, in genere non fedelmente cartografabili alla scala di lavoro; l'elemento di maggior rilievo è costituito da una frana di tipologia complessa lungo via Barlam (Valle Olona), nella quale si verificano fenomeni di scivolamento di detrito e crolli dalle pareti rocciose.

ORLO DI SCARPATA PRINCIPALE

Con questo termine si è voluto rappresentare tutto il ciglio della scarpata della Valle Olona, particolarmente soggetto ad evoluzione per lento arretramento naturale. Il fenomeno è verosimilmente da associare ai sopra menzionati movimenti per soliflusso della coltre superficiale sovrastante l'unità conglomeratica (Cfr. Par. 4.1.1 - Ceppo dell'Olona); movimenti accentuati anche dalla marcata acclività dei fianchi della valle.

5.2 FORMA E PROCESSI LEGATI ALL'AZIONE GLACIALE E FLUVIOGLACIALE

Appartengono a questa categoria tutte quelle morfologie "relitte" strettamente legate all'evoluzione glaciale pleistocenica del territorio.

Vengono di seguito elencati e descritti i principali elementi morfologici:

ORLO DI TERRAZZO FLUVIOGLACIALE E/O FLUVIALE

Si manifestano come delle variazioni nette di pendenza della superficie topografica; sono dovute all'azione erosiva principalmente delle acque di fusione glaciale. Rivestono importanza particolare perché utilizzati per delimitare i diversi eventi glaciali.

Nella cartografia allegata (*Tav. n. 1*) sono stati rappresentati, con un unico simbolo, sia quelli di dimensioni maggiori (come i terrazzi che delimitano le piane fluvioglaciali o delle principali incisioni vallive che tagliano il pianalto occidentale) sia quelli di dimensioni ridotte o solo accennati, impostati direttamente sulle aree pianeggianti, a testimonianza dell'intensa circolazione di acque superficiali, con formazione di alvei attualmente relitti e/o sepolti.

Lo stato di attività degli orli di terrazzo è in linea generale assente, ad eccezione di quelli che bordano il Torrente Riale, la Valle Pozzolo e tutti gli altri corsi d'acqua minori. I processi

attualmente in atto sono da ricollegare a fenomeni di lento arretramento naturale del ciglio di scarpata riferibili ad azioni gravitative già in precedenza descritti.

CORDONE MORENICO

In letteratura vengono anche denominati "argini" morenici che, con la loro forma allungata e rilevata, si dispongono lungo il margine del ghiacciaio.

Tali forme indicano che il fronte glaciale ha sostato abbastanza a lungo in quella posizione o che è arrivato in quel punto al culmine della sua fase di avanzata, seguita dalla fase di ritiro.

Il meccanismo che concorre alla formazione di un cordone morenico è quello della deposizione e la sua disposizione dà informazioni sulla direzione di avanzamento glaciale.

Tali forme si possono riconoscere soprattutto sul pianalto occidentale. Si manifestano come dossi allungati a morfologia blanda ("sgonfiati") ad andamento all'incirca Nord-Sud. La loro messa in posto risale all'"Evento Glaciale di Morazzone".

Forme relitte riconducibili a cordoni morenici si possono anche trovare sulla piana fluvioglaciale appartenente all'Allogruppo di Besnate Indifferenziato (Crf. Par. 4.1.4), poco a Nord dell'abitato di Cairate e vicino al confine Sud orientale. Si presentano sia come cordoni allungati Nord-Sud sia come dossi senza orientazione preferenziale.

5.3 FORME, PROCESSI E DEPOSITI LEGATI ALLE ACQUE

DEFLUSSI SUPERFICIALI, FENOMENI DI RUSCELLAMENTO, ALVEI IN EROSIONE, VALLECOLE IN APPROFONDIMENTO E SOLCHI DI EROSIONE CONCENTRATA

I deflussi superficiali riconosciuti, attivati in conseguenza ad intense precipitazioni o in corrispondenza di venute d'acqua,

s'impostano lungo vie preferenziali come sedi stradali, carrarecce e sentieri in uso o abbandonati.

Erosione in alveo si rileva solo in alcuni tratti, specialmente nelle porzioni più a valle di alcuni corsi d'acqua: Valle Pozzolo, Rio C.na Vecchia, Val di Vigna, Torrente Rile).

Alvei in erosione hanno luogo a causa dell'azione erosiva concentrata e localizzata delle acque di scorrimento superficiale. Tale azione determina l'asportazione di sedimenti nei periodi di piena ed il rideposito a valle o in corrispondenza di ostacoli alla circolazione delle acque come anse, tronchi, contropendenze, manufatti antropici, etc.

Questi fenomeni assumono una notevole importanza quando l'elemento ricettore dei materiali trasportati è una zona urbanizzata, soprattutto se lo scorrimento confluisce in una via preferenziale.

ZONE AD EMERGENZA IDRICA

Le uniche emergenze idriche naturali presenti sul territorio di Cairate si ritrovano sulla sponda orografica destra della Valle Olona, presso il confine Sud-orientale. Si impostano in corrispondenza dell'unità conglomeratica.

PUNTI DI ESONDAZIONE

In località Peveranza, nel punto di convergenza del Rio del Vignan e del Rio della Val, dove questi vengono intubati, si verificano, in concomitanza di intense e prolungate precipitazioni, fenomeni di esondazione. L'acqua esondata scorre poi sulla superficie stradale principale arrivando fino al centro paese, seguendo grossomodo il percorso originale del corso d'acqua.

Stesso fenomeno si verifica anche a Bolladello, nel tratto terminale della Val di Vigna, all'altezza di via Indipendenza.

CONOIDI

Hanno forma a ventaglio e si mettono in posto in corrispondenza di cambi di pendenza, generalmente allo sbocco di incisioni vallive. Nel presente studio sono state riconosciute sul fianco orografico destro della Valle Olona e nella Valle Pozzolo.

Si presentano come forme relitte morfologicamente inattive e intensamente colonizzate da vegetazione arborea ed arbustiva.

5.4 FORME, PROCESSI LEGATI ALL'AZIONE ANTROPICA

ACCUMULO DI RIFIUTI

E' stata riscontrata la presenza di numerosi accumuli di rifiuti di varia origine, preferibilmente localizzati in aree decentrate e poco visibili come boschi e sentieri. Nella cartografia allegata (*cfr Tav. n. 1 – Carta litologica e della dinamica geomorfologica*) sono stati indicati tramite un triangolo rosso capovolto.

OPERE DI DIFESA

Si rilevano opere di difesa spondale e arginatura, costituite da massi ciclopici, lungo buona parte del Torrente Tenore, dall'abitato di Peveranza fino al confine meridionale.

Si presentano in buono stato di conservazione e anche in fase di realizzazione (poco a Nord di Peveranza nei pressi del cimitero).

Il tratto di T.te Rile che attraversa il Comune di Cairate è caratterizzato dalla presenza di 3 bacini di laminazione per la protezione delle piene: si tratta di sbarramenti in terra di altezza pari a c.ca 6 m e larghezza variabile (70-120 m). All'interno di ciascuno sbarramento è collocata una paratoia per la regolazione del livello dell'acqua a monte: quando il livello dell'acqua supera la quota di m 0,5 la paratoia inizia ad alzarsi fino ad una quota massima, seguendo il livello che si instaura a monte; oltre tale quota l'acqua stramazza sopra la traversa.

CAVE

Utilizzate in passato per l'estrazione di argilla da impiegare nella realizzazione di mattoni da costruzione. Spesso il materiale estratto veniva lavorato in loco come testimoniano alcuni toponimi (es "Fornaci"). Le cave si ritrovano essenzialmente sul pianalto Nord-occidentale dove è abbondante la presenza di materiali fini, un tempo chiamati "ferretto".

6 ELEMENTI DI PRIMA CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

6.1 PREMESSA

Sulla base dei caratteri litologici e geomorfologici del territorio è stato possibile effettuare una prima caratterizzazione geotecnica dei terreni, in modo da fornire una suddivisione del territorio in *unità a comportamento geologico-tecnico omogeneo* (*cfr Tav. n. 4 – Carta di prima caratterizzazione geotecnica*).

Si pone l'attenzione sul fatto che la distinzione delle varie unità geotecniche, strettamente legate alle unità sedimentologiche rilevate, è stata effettuata principalmente su base interpretativa.

In alcuni settori è stato possibile integrare le interpretazioni fatte con dati diretti, ricavati da prove geotecniche puntuali eseguite sul territorio, messe a disposizione dal Comune.

Per *caratterizzazione geotecnica* s'intende una definizione speditiva delle proprietà fisico-meccaniche dei terreni, in relazione ad eventuali interventi di modificazione del suolo e primo sottosuolo.

Le indicazioni riportate in questo capitolo vanno considerate d'inquadramento preliminare e non sufficienti per il dimensionamento di opere puntuali come edifici, infrastrutture, etc. (D.M. 14.01.08).

6.2 UNITÀ GEOLOGICO-GEOTECNICHE

UNITA' 1

Appartengono all'unità 1 i materiali costituenti il pianalto Nord-occidentale, formato da spesse coltri loessiche limo-argillose anche colluviate (2÷10 metri di spessore), che ricoprono depositi ghiaiosi marcatamente alterati, per lo più affioranti alla base delle incisioni vallive.

Origine geologica - Depositi eolici (Formazione di Monte Carmelo); depositi di versante (Allogruppo di Venegono) depositi glaciali e fluvioglaciali (Allogruppo di Morazzone: Unità di Carnago).

Descrizione - Limo argilloso massivo con clasti alterati sparsi (in superficie); diamicton massivo a supporto di matrice; ghiaie massive a supporto di matrice e sabbie debolmente limose.

Caratteristiche geologico-tecniche generali - Depositi loessici e di versante: terreni a comportamento prevalentemente coesivo con un grado di compressibilità da medio a medio-alto; comportamento geotecnico molto scadente.

Litotipo	γ	ϕ	c_u	*E*
Limi sabbioso argillosi	1,6	≤ 24	≥ 0,2	≤ 100

γ – peso di volume naturale (g/cm^3)

ϕ - angolo di attrito interno (°)

Cu – coesione non drenata (kg/cm^2)

E – Modulo di Young medio stimato (kg/cm^2)

Osservazioni - Depositi generalmente con scarse caratteristiche di portanza; possibilità di ristagni d'acqua connessi all'elevata percentuale di argilla. Per i depositi di versante problematiche legate all'acclività e a diffusi movimenti superficiali per soliflusso.

Stima del comportamento geotecnico - Pessimo, dovuto all'abbondanza della componente argillosa.

Stima della permeabilità - Bassa (K = 10^{-9}÷10^{-7} m/s).

UNITA' 2

L'area cosi delimitata comprende il pianalto su cui sorgono gli abitati di Peveranza e Bolladello. La superficie del pianalto è costituita da spessori variabili da 2 a 5 metri di depositi limo-argillosi di origine eolica, colluviati sul versante di raccordo con l'antistante piana fluvioglaciale. Questi ricoprono unità ghiaiose mediamente alterate e discreto contenuto in argilla secondaria.

Origine geologica - Depositi loessici di incerta attribuzione non direttamente osservati; depositi fluvioglaciali (Alloformazione di Albizzate).

Descrizione - Limi e argille massive (da interpretazione di dati stratigrafici); ghiaia massiva a supporto di matrice e sabbia grossolana.

Caratteristiche geologico-tecniche generali

- Depositi loessici e di versante: terreni prevalentemente coesivi con un grado di compressibilità da medio a medio-alto; comportamento geotecnico scadente. Permeabilità medio-bassa.
- Depositi fluvioglaciali: terreni a comportamento prevalentemente incoerente, con densità relativa discreta ed angolo di attrito medio. Permeabilità medio-bassa.

Litotipo	γ	ϕ	c_u	***E***
Ghiaie limoso argillose	1,6 ÷ 1,8	24 ÷ 26	≥ 0,5	≤ 100

γ – peso di volume naturale (g/cm^3)

ϕ - angolo di attrito interno (°)

Cu – coesione non drenata (kg/cm^2)

E – Modulo di Young medio stimato (kg/cm^2)

Osservazioni - Depositi generalmente con scarse caratteristiche di portanza; possibilità di ristagni d'acqua connessi alla presenza di argilla. Per i depositi di versante problematiche legate a possibili diffusi movimenti superficiali per soliflusso.

Stima del comportamento geotecnico - Scarso (in superficie), medio (in profondità).

Stima della permeabilità - Medio-bassa (K = $10^{-6} \div 10^{-3}$ m/s).

UNITA' 3

Ricadono in questa categoria i depositi fluvioglaciali appartenenti all'Allogruppo di Besnate Indifferenziato, i depositi postglaciali e il "substrato" conglomeratico (Ceppo dell'Olona).

Origine geologica - Depositi fluvioglaciali (Allogruppo di Besnate Indifferenziato); depositi postglaciali; conglomerati (Ceppo dell'Olona).

Descrizione - Ghiaia a supporto di clasti e/o a supporto di matrice sabbioso-limosa; ghiaia fine e sabbia grossolana, ghiaia poligenica poco alterata; ghiaia a supporto di matrice, ghiaia fine con sabbia grossolana a supporto di clasti, sabbia grossolana; conglomerati grossolani, ghiaie, arenarie e sabbie grossolane.

Caratteristiche geologico-tecniche generali - Depositi fluvioglaciali e postglaciali: terreni a comportamento prevalentemente incoerente densità relativa discreta e angolo d'attrito alto. Portanza da discreta a buona, in generale miglioramento con la profondità. Permeabilità medio-alta.

Litotipo	γ	ϕ	*c*	*E*
Sabbie e ghiaie	1,8 ÷ 2,0	26 ÷ 28	0,0	100 ÷ 200

γ – peso di volume naturale (g/cm^3)

ϕ - angolo di attrito interno (°)

c – coesione drenata per depositi granulari (kg/cm^2)

E – Modulo di Young medio stimato (kg/cm^2)

Osservazioni - Difficoltà in fase di scavo in corrispondenza dei termini conglomeratici in relazione al grado di cementazione. Locale peggioramento delle caratteristiche geotecniche in relazione alla

presenza di orizzonti più fini intercalati nelle ghiaie fluvioglaciali. Possibile presenza locale di falde sospese a carattere stagionale.

Per l'unità postglaciale, sul fondo della Valle Olona, le problematiche sono per lo più da riferire alla presenza della falda superficiale (3 ÷ 10 m dal p.c.).

Stima del comportamento geotecnico - Discreta.

Stima della permeabilità - Medio-alta (K = $10^{-3} \div 10^{-1}$ m/s).

6.3 INDAGINI PREGRESSE

Il territorio comunale è stato in passato oggetto di diverse indagini geognostiche finalizzate alla realizzazione di opere puntuali. Nella seguente tabella vengono riassunte le campagne geognostiche reperite presso gli uffici comunali.

ID	***INDAGINE***	***DATA***	***UNITA'***
1	n. 4 PP + n. 2 Tr	Apr 2002	1 / 3
2	n. 3 PP	Set 2003	3
3	n. 14 PP + n. 3 Tr	Ott 2004	2
4	n. 3 PP + n. 3 Tr	Feb 2007	3
5	n. 2 PP + n. 2 Tr	Gen 2008	3
6	n. 2 SG + Lab	Feb 2008	3
7	n. 1 SG + n. 3 PP + Lab + Sis	Mar 2010	3
8	n. 1 SG + n. 3 PP + Lab + Sis	Mar 2010	3
9	n. 1 SG + n. 3 PP + Lab + Sis	Mar 2010	2
10	n. 8 PP + n. 3 Tr	Mar 2010	1 / 3
11	n. 1 Sis	Set 2010	1
12	n. 6 PP + n. 2 Tr	Apr 2011	1
13	n.2 PP + n.5 Tr	Dic 2001	3

Tab. n. 6.1 – *Indagini geognostiche reperite sul territorio comunale.*

PP = Prova penetrometrica; Tr = Trincea esplorativa; SG = Sondaggio geognostico; Sis = Indagine sismica.

7 IDROGEOLOGIA

7.1 FONTI DI PRELIEVO SOTTERRANEO

Sul territorio comunale sono stati trivellati una ventina di pozzi, di cui 7 pubblici, 17 privati. Vi sono dati di interesse anche per 9 sondaggi geognostici adibiti a piezometro.

Nella tavola n. 2a (Carta idrogeologica) è riportata la localizzazione dei principali pozzi censiti, con relativa denominazione.

L'analisi rileva il posizionamento irregolare dei pozzi idrici, condizionata sia dall'ubicazione delle utenze industriali utilizzatrici di acque sotterranee, sia delle necessità gestionali dell'acquedotto e delle disponibilità delle risorse.

Nove pozzi sono ubicati lungo la valle del Fiume Olona. Un solo pozzo nel centro di Cairate, mentre nelle zone limitrofe ad esso sono situati 2 pozzi dell'acquedotto e 2 ad uso industriale. A Bolladello sono localizzati complessivamente 8 pozzi (2 comunali, 5 ad uso industriale e 1 ad uso irriguo); infine a Peveranza un solo pozzo.

L'utilizzo degli acquiferi è riconducibile a 4 tipi di utenze:

- l'utenza pubblica, gestita dall'Azienda Multiservizi Comunali AMSC di Gallarate;
- l'utenza industriale;
- l'utenza privata per uso irriguo;
- pozzi di proprietà di società a prevalenza di capitale pubblico (SOGEIVA).

La situazione dell'approvvigionamento idropotabile del Comune è attualmente assicurata dall'utilizzo di soli tre pozzi: quello di Via Palermo, quello di Via Angera e da un pozzo di proprietà SOGEIVA ubicato in Comune di Lonate Ceppino nell'ambito della Ex-Cartiera Mayer (21.6). I pozzi comunali di Bolladello e Peveranza sono da tempo dismessi, mentre il pozzo di via Lucca, escluso dalla rete per

inquinamento, è attualmente utilizzato da privati a scopo industriale.

I dati tecnici relativi ai pozzi presenti sul territorio sono riassunti nelle appendici.

7.2 STRUTTURA IDROGEOLOGICA

L'analisi delle stratigrafie disponibili di pozzi idrici e piezometri ha permesso di ricostruire la struttura idrogeologica del territorio comunale, esemplificata tramite la realizzazione di tre sezioni idrogeologiche (*Tav. n. 2b*).

La ricostruzione della geometria e dei rapporti tra i diversi acquiferi si basa, oltre che sulla diretta analisi dei dati disponibili, sullo "*Studio idrogeologico e idrochimico per la valutazione delle risorse idriche comunali*" realizzato dal Dott. Geol. Mario Lolla nel 1999, sullo studio "*Geologia degli acquiferi padani*" realizzato da Regione Lombardia e ENI divisione Agip nel 2002 e sullo "*Studio idrogeologico e idrochimico della Provincia di Varese a supporto delle scelte di gestione delle risorse idropotabili*" realizzato dall'Autorità Ambito Territoriale Ottimale (ATO) della Provincia di Varese nel Maggio 2007.

Sono state riconosciute diverse formazioni idrostratigrafiche, rappresentate da corpi geologici caratterizzati da caratteristiche litologiche e di permeabilità omogenee:

Unità ghiaioso sabbiosa – è caratterizzata dalla prevalenza di litotipi grossolani (ghiaie e sabbie) con lenti argillose di limitato spessore ed estensione laterale. Presenta un grado di permeabilità medio alto ed è sede dei corpi acquiferi principali.

Unità ghiaioso argillosa – è costituita da materiali estremamente eterogenei rappresentati da ghiaie in matrice fine limoso argillosa. La permeabilità risulta medio bassa; può essere sede di acquiferi di limitata potenzialità.

Unità argilloso ghiaiosa – è caratterizzata dalla presenza di elementi grossolani (ghiaia) immersi in una abbondante matrice limoso argillosa, la permeabilità è bassa e questi corpi si comportano da "acquitarde" e/o "acquiclude".

Unità argillosa – è costituita da limi e argille a permeabilità nulla; si trovano come piccole lenti nelle porzioni più superficiali, mentre in profondità acquistano estensione e spessore più consistente formando il letto del primo acquifero e inglobando gli orizzonti sabbiosi e ghiaiosi che contengono gli acquiferi intermedi e profondi.

Unità conglomeratica – è formata dalle porzioni cementate dei depositi fluviali e fluvioglaciali che costituiscono le porzioni più superficiali della serie stratigrafica, fino profondità variabili tra c.ca 60 e70 m da p.c. (affiorano alla base della scarpata dell'Olona). La permeabilità è estremamente variabile in funzione del grado di fratturazione e della cementazione; localmente può costituire un serbatoio acquifero sfruttabile a scopo idropotabile.

Le precedenti formazioni stratigrafiche possono essere raggruppate in unità idrogeologiche che in conformità con lo studio idrogeologico dell'ATO sono così definite, dalla più profonda alla più superficiale:

A) ***Substrato roccioso –*** nel settore pedemontano, questa unità è costituita dalla "*Gonfolite*" rappresentata da arenarie e conglomerati generalmente considerati come base impermeabile delle falde. Nel settore di pianura, nel quale sono compresi gli acquiferi che interessano il territorio comunale di Cairate, l'Unità si approfondisce in modo brusco e non viene più rilevata nelle stratigrafie dei pozzi a disposizione.

B) ***Unità delle argille prevalenti –*** l'unità è costituita da depositi in facies transizionale e marina di età pliocenica, caratterizzati da limi, argille e argille sabbiose grigie e azzurre

alternati a lenti di materiali più grossolani colmanti le maggiori incisioni del substrato roccioso. Le possibilità acquifere di questa unità, variabili a seconda della zona, sono legate alla presenza di acquiferi profondi di tipo confinato e semiconfinato nei livelli sabbioso ghiaiosi intercalati alle argille. L'unità si riscontra in genere per profondità superiori a c.ca m 60 – 70 ad eccezione dell'ambito della Valle Olona (pozzi 21/6 e 21/9) dove si assiste ad una riduzione di spessore dei depositi soprastanti che porta l'unità a profondità minime di c.ca 10 m; lo spessore massimo, rilevabile nelle stratigrafie dei pozzi lungo la Valle Olona, supera i 200 m. Gli acquiferi dell'unità, corrispondenti ai gruppi acquiferi C e D dello studio Agip, sono caratterizzati da un basso grado di vulnerabilità intrinseca alle contaminazioni superficiale.

C) ***Unità delle ghiaie e conglomerati prevalenti -*** L'unità è caratterizzata da depositi in facies fluviale di tipo braided (frazioni grossolane) e di tipo a meandri (frazioni più fini), generalmente caratterizzati dalla successione di ghiaie e sabbie passanti a conglomerati a diverso grado di cementazione ad elevata continuità laterale nei tratti di pianura. I banchi conglomeratici presentano maggiore frequenza e spessore nei settori pedemontano e di alta pianura del territorio, specie in prossimità delle scarpate fluviali più incise. Lo spessore di tale unità varia notevolmente in relazione all'andamento delle unità sottostanti e alla morfologia superficiale da un massimo di 90 m in corrispondenza del pozzo Mecoplast ad un minimo di c.ca 10 m lungo l'incisione della valle Olona. E' sede dell'acquifero principale di tipo da libero a confinato, tradizionalmente utilizzato dai pozzi di captazione a scopo idropotabile (corrispondenti ai gruppi acquiferi A e B dello studio Agip). L'acquifero superiore contenuto in tale unità è caratterizzato da grado di vulnerabilità variabile, da molto elevato a basso in relazione alla presenza o meno di orizzonti superficiali a bassa permeabilità (coperture glaciali antiche e recenti).

D) ***Unità delle ghiaie, sabbie ed argille -*** E' costituita da sedimenti di origine glaciale e fluvioglaciale con litologie eterogenee (ghiaie e sabbie a supporto di matrice argillosa, da poco a molto alterate). Rappresenta l'unità stratigraficamente più giovane con diretto riscontro morfologico in superficie. Nel settore pedemontano l'unità è sede di acquiferi a carattere sospeso con ridotta potenzialità ed estensione laterale, mentre nell'ambito di pianura, direttamente interessato dal presente studio, l'unità forma le porzioni insature superficiali.

Nell'ambito dell'Unità C (Unità delle ghiaie e conglomerati prevalenti) si riconosce la presenza di un acquifero superficiale ("*Primo Acquifero*") che presenta la base in corrispondenza dei primi livelli argilloso ghiaiosi o ghiaioso argillosi, la cui profondità di riscontro aumenta in genere verso Sud (sezioni B-B' e C-C'). Localmente la presenza di orizzonti argillosi di discreta estensione e spessore scompone questo acquifero in più livelli, anche a carattere semiconfinato.

All'interno dell'Unità delle argille prevalenti (Unità B) si distinguono un "*Secondo Acquifero*" (Acquifero intermedio) ed un "*Terzo Acquifero*" ("*Acquifero Profondo*") per profondità superiori a c.ca m 150 da p.c. entrambi costituiti da corpi ghiaioso sabbiosi di estensione e spessore molto variabile contenuti all'interno di sedimenti limoso argillosi.

Bacini idrogeologici

Nell'ambito del territorio varesino sono stati identificati (ATO, 2007; PTCP, 2007), per i diversi ambiti territoriali (montagna, collina e pianura) diverse strutture idrogeologiche aventi caratteristiche idrogeologiche omogenee. Il territorio di Cairate ricade in un'area di transizione tra il settore

collinare/pedemontano, appartenente al bacino idrogeologico della media Valle Olona, ed il settore di pianura centro orientale.

Aree di ricarica

In base alle caratteristiche litologiche dell'insaturo e alle caratteristiche podologiche dei suoli di copertura il comparto meridionale del territorio comunale, ai piedi dei rilievi collinari presenta discrete caratteristiche di infiltrazione delle acque meteoriche; il Programma di Tutela e Uso delle Acque (PTUA) classificato infatti questo settore come "*area di ricarica degli acquiferi profondi*".

Il PTUA ha definito inoltre sull'intero territorio comunale un'"*area di riserva integrativa*".

7.3 CARATTERISTICHE PIEZOMETRICHE DELLA FALDA FREATICA

In Tav. n. 2a è stato riportato l'andamento medio generale della falda riferito al "*Programma di Tutela e uso delle acque*" (206) che nella porzione di territorio in esame mostra un livello piezometrico compreso tra 260 e 220 m s.l.m. con un gradiente verso Sud pari a c.ca l'1% (più elevato nel settore collinare e più basso nella porzione di pianura). L'andamento delle curve mostra una concavità verso valle che delinea linee di corrente convergenti verso il solco vallivo della valle Olona e verso il settore centrale del territorio comunale.

7.4 GRADO DI VULNERABILITÀ

La vulnerabilità intrinseca o naturale degli acquiferi si definisce come la suscettibilità specifica dei sistemi acquiferi, nelle loro diverse parti componenti e nelle diverse situazioni geometriche ed idrodinamiche, ad ingerire e diffondere, anche mitigandone gli effetti, un inquinante fluido od idroveicolato tale da produrre

impatto sulla qualità delle acque sotterrane, nello spazio e nel tempo (Civita, 1987).

Le carte di vulnerabilità degli acquiferi vengono compilate allo scopo di fornire una zonizzazione delle aree maggiormente esposte, passaggio che si inserisce in un più ampio discorso di programmazione e pianificazione dell'utilizzo delle risorse idriche.

La valutazione della vulnerabilità per le acque sotterranee (Cavallin et al., 1990) permette di stimare il "rischio" d'inquinamento in base alla seguente equazione:

Rischio = Pericolosità * Vulnerabilità * Valore

La pericolosità viene intesa come la probabilità che si verifichi un certo evento di contaminazione con un determinato tempo di ritorno. La vulnerabilità, invece, esprime l'attitudine a sopportare l'evento mentre il valore si riferisce alla qualità del corpo idrico che subisce l'evento, in termini socio-economici.

In questo ambito, è stata valutata la vulnerabilità intrinseca degli acquiferi. Sono state prese in considerazione, infatti, le caratteristiche idrogeologiche, litostrutturali e idrodinamiche del sottosuolo assimilando il comportamento dell'inquinante a quello dell'acqua, senza considerare le caratteristiche chemiodinamiche delle sostanze. Questa approssimazione rappresenta, in generale, un fattore di sicurezza poiché si verifica frequentemente che le interazioni liquido-liquido o liquido-solido da parte dell'inquinante determinano un attenuazione del fronte di inquinamento.

La vulnerabilità specifica degli acquiferi, invece, viene calcolata anche in base alle caratteristiche chimiche dell'inquinante e alle interazioni tra esso e il sistema in cui si diffonde, attraverso l'uso di opportuni modelli di simulazione.

Le metodologie che possono essere utilizzate al fine di calcolare la vulnerabilità intrinseca degli acquiferi sono riconducibili sostanzialmente a tre diverse tipologie:

- metodi qualitativi
- metodi parametrici distinti in:
- sistemi a matrice;
- sistemi a punteggio semplice;
- sistemi a punteggio e pesi. A questa categoria appartengono, per empio, il sistema DRASTIC (Aller et al., 1985 e 1987) e il sistema SINTACS (Civita, 2005);
- sistemi di valutazione di impatto ambientale;
- metodi numerici.

7.4.1 Metodo SINTACS

Nel presente lavoro si è ritenuto opportuno procedere alla valutazione della vulnerabilità intrinseca dell'acquifero superficiale avvalendosi del metodo SINTACS (Civita, 2005), sia perché permette di valutare la vulnerabilità intrinseca degli acquiferi basandosi su tutti i principali parametri che la determinano, sia perché esclude un condizionamento soggettivistico mediante l'uso di punteggi e pesi.

Nasce dall'esigenza di adeguare il metodo Drastic (Aller et al., 1985 e 1987) alle realtà idrogeologiche riscontrabili sul territorio italiano e ai dati effettivamente ivi disponibili. L'evoluzione del metodo Sintacs è passata negli anni attraverso cinque release; nella presente analisi è stata adottata la release R5.

Il metodo considera sette parametri come imput per determinare la vulnerabilità dai quali deriva l'acronimo SINTACS:

- *Soggiacenza*, risulta essere un parametro molto importante poiché dal suo valore assoluto e dalle caratteristiche idrogeologiche dell'insaturo dipende il tempo di transito (TOT) di un qualsiasi inquinante idroportato e la durata delle azioni autodepurative dell'insaturo;

- *Infiltrazione efficace*, da cui dipende il trascinamento in profondità degli inquinanti e la loro diluizione, dapprima nell'insaturo e quindi nella zona di saturazione;
- *Non-saturo* (effetto di autodepurazione), comprende la parte di sottosuolo tra la base del suolo e la zona satura dell'acquifero nella quale fattori fisici e chimici lavorano in sinergia favorendo i processi di attenuazione;
- *Tipologia della copertura*, costituisce la prima linea di difesa ove avvengono importanti processi fisici chimici e biologici che costituiscono il potenziale di attenuazione del suolo;
- *Acquifero* (caratteristiche idrogeologiche del), ove avvengono i processi di dispersione, diluizione, assorbimento e reattività chimica del mezzo al di sotto della superficie piezometrica;
- *Conducibilità idraulica dell'acquifero*, ossia la capacità di spostamento dell'acqua sotterranea nel mezzo saturo e dunque degli inquinanti idroportati o con le stesse caratteristiche di densità dell'acqua sotterranea;
- *Superficie topografica* (acclività della), da cui dipende la quantità di ruscellamento che si produce a parità di precipitazione e la velocità di spostamento dell'acqua, e quindi degli inquinanti, sulla superficie.

I singoli parametri alla base del metodo sono esaltati con l'utilizzo di varie stringhe (linee di pesi moltiplicatori) che permettono di modellare la metodologia sulla situazione effettiva identificata per ciascun elemento in cui è stato discretizzato il territorio (maglia).

L'indice di vulnerabilità intrinseca (I sintacs) viene quindi calcolato per ogni elemento della maglia:

$$\mathbf{I_{sintacs} = W_S\,S + W_I\,I + W_N\,N + W_T\,T + W_A\,A + W_C\,C + W_S\,S}$$

dove:

- W è il peso relativo della stringa prescelta;

- S, I, N, T, A, C, S sono il punteggio di ciascuno dei sette parametri considerati dal metodo.

7.4.2 Risultati ottenuti

La stima della vulnerabilità intrinseca dell'acquifero superficiale alla scala comunale è stata effettuata suddividendo il territorio in aree omogenee in base alle caratteristiche pedologiche e litologiche delle unità affioranti, alle caratteristiche idrogeologiche degli acquiferi e alla soggiacenza della falda.

I valori attribuiti ai 7 parametri sono convertiti in punteggi attraverso alcuni abachi previsti dal metodo stesso; questi punteggi vengono successivamente moltiplicati per i pesi scelti all'interno della stringa che meglio descrive la situazione idrogeologica. Nel territorio comunale sono state scelte la stringhe di pesi relative ad aree soggette a drenaggio (*Tab. n. 7.1*), adatta a zone soggette a esondazione frequente nelle quali può sussistere un collegamento tra il reticolo superficiale e la falda (valle Olona), ad aree ad impatto rilevante, per la modellazione di situazioni territoriali caratterizzate da intensa antropizzazione e ad aree di impatto normale, relative alle aree boschive ed incolte.

Parametro	I. normale	Impatto rilevante	Drenaggio	Carsismo	Fessurato
S	5	5	4	2	3
I	4	5	4	5	3
N	5	4	4	1	3
T	3	5	2	3	4
A	3	3	5	5	4
C	3	2	5	5	5
S	3	2	2	5	4

Tab. n. 7.1 – *Stringa di pesi moltiplicatori previsti per Sintacs R5*

Il territorio comunale è stato suddiviso in funzione delle caratteristiche litologiche, pedologiche e idrogeologiche in poligoni omogenei ai quali sono stati assegnati i relativi punteggi ed il loro peso (funzione della situazione/scenario presente). La somma ha

condotto alla determinazione dell'indice di vulnerabilità intrinseca, successivamente normalizzato ed espresso in forma percentuale.

Per meglio rappresentare la situazione locale del comune di Cairate gli intervalli di classificazione proposti (Civita, 2005; *Fig. n. 7.2*) sono stati opportunamente modificati.

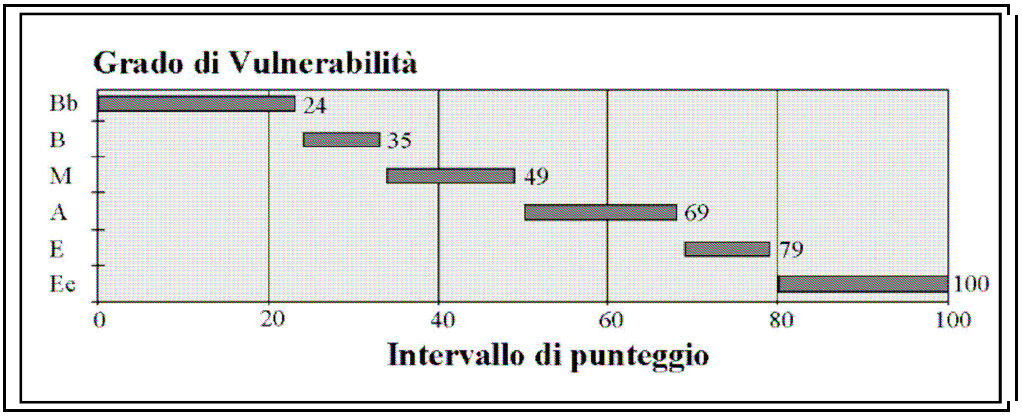

Fig. n. 7.2 *– Intervalli di classificazione del grado di vulnerabilità intrinseca, punteggi normalizzati (Civita, 2005).*

GRADO DI VULNERABILITÀ MEDIO-BASSO

Comprende le aree per cui è stato ricavato un indice sintacs (I_s) inferiore al 50%. Le condizioni che limitano la diffusione di contaminanti sono costituite in genere dall'elevata soggiacenza (superiore a 25 m), dalla bassa permeabilità dei materiali costituenti l'insaturo e dall'acclività. Dall'osservazione della cartografia allegata (*Tav. n. 2a*) si osserva che queste aree sono limitate ai rilievi collinari di Peveranza e Bolladello e alle scarpate del Fiume Olona.

GRADO DI VULNERABILITÀ MEDIO-ALTO

Comprende le aree per cui è stato ricavato un indice sintacs (I_s) compreso tra 50 e 60%. Si tratta di aree che pur presentando elementi favorevoli alla limitazione di una eventuale contaminazione, come l'elevata soggiacenza, mostrano anche elementi penalizzanti determinati dalle caratteristiche di alta permeabilità del non saturo e dei terreni di copertura; si tratta di

ampi settori del territorio comunale comprendenti le aree urbanizzate del pianalto occidentale (Cairate, Bolladello e Peveranza) e orientale dell'Olona (estremità orientale verso il confine con Tradate e Locate Varesino.

GRADO DI VULNERABILITÀ ALTO

Comprende le aree per cui è stato ricavato un indice sintacs (I_s) superiore al 60%. Come per le aree precedenti l'elevata vulnerabilità è legata alla tipologia dell'acquifero e del non saturo, ma in questi settori risulta aggravata dalla bassa soggiacenza della falda. Comprende il fondovalle del Fiume Olona.

7.5 SINTESI DELLA SITUAZIONE IDROCHIMICA DELLE ACQUE SOTTERRANEE

Nell'allegato di Tav. n. 3 è stata riportata, sulla base del già citato "*Studio idrogeologico e idrochimico per la valutazione delle risorse idriche comunali, anno 1999",* l'evoluzione nel tempo (periodo 1990-1999) della qualità delle acque sotterranee.

In particolare sono stati presi in considerazione i parametri chimici relativi ad alcune sostanze considerate "indesiderabili" (ferro e solventi clorurati) e sostanze considerate "tossiche" (cromo e tris totali).

Le delimitazioni eseguite per il periodo 1990-1999, fanno riferimento ai valori contenuti negli Allegati del DPR 236/88 "*Attuazione della direttiva CEE n. 80/778 concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano*, *ai sensi dell'Art. 15 della legge 16 aprile 1987, n. 183".*

In particolare sono stati presi in considerazione solo i dati superiori ai valori limite di legge.

Parametro chimici	***Valore guida (μg/l)***	***Valore limite (μg/l)***
Ferro	50	200
Composti organo alogenati	1	30
Cromo		50
Tris totali		0,5

Tab. n. 7.3 – *Valori guida e valori limite delle sostanze chimiche considerate.*

Per il periodo considerato si è evidenziata la presenza di inquinamenti in concentrazioni superiori ai valori limite, per quanto riguarda solventi clorurati, tris totali, cromo e ferro.

Tutta la zona centrale è risultata inquinata da tris totali. Nel 1991 si rivelò un'anomala concentrazione di ione ferro al Pozzo Ex-Cartiera Mayer, fenomeno poi esauritosi.

All'inizio degli anni '90 sono risultate contaminate da cromo e solventi clorurati gli acquiferi all'estremità SW.

Le analisi riferite al 1999 hanno evidenziato che tutte queste contaminazioni sono scomparse o sensibilmente ridotte e quindi rientranti nei limiti di legge. Solo i tris totali risultano ancora presenti, anche se con valori in diminuzione.

Studi più recenti (*Studio idrogeologico della Provincia di Varese*, 2005) confermano la situazione di attenzione riguardo al cromo (plume di contaminazione che interessa i Comuni di Cairate, Fagnano Olona e Solbiate Olona), agli antiparassitari e i solventi clorurati (con identificazione di un importante plume di contaminazione che interessa i Comuni di Cairate, Fagnano Olona e Solbiate Olona). Le situazioni evidenziate sono però in via di miglioramento, come mostrato dallo studio dell'AATO (*Studio idrogeologico e idrochimico della Provincia di Varese a supporto delle scelte di gestione delle risorse idropotabili*) che mette in luce situazioni di contaminazione nel periodo 2003 – 2006 solo per il parametro fitofarmaci.

Le analisi chimiche dei pozzi di via Angera, via Palermo e Cartiera relative al 2012, fornite dalla Società di gestione dell'acquedotto, non mettono in evidenza superamenti dei limiti di legge.

Per quanto riguarda i *nitrati*, contaminanti caratteristici degli acquiferi superficiali vulnerabili spesso associata all'utilizzo ed allo spargimento di fertilizzanti nell'attività agricola e in prossimità di aree di spargimento di scarichi reflui urbani, pur non verificandosi superamenti del valore limite ammissibile, si sottolinea la presenza di valori medio elevati indice di una certa interferenza delle attività antropiche sulla qualità della falda.

In Appendice vengono riportati in dettaglio i valori dei parametri chimici analizzati.

7.6 BILANCIO IDROLOGICO

Il bilancio idrologico rappresenta il calcolo che mette a confronto le entrate e le uscite d'acqua del bacino idrologico di riferimento. Le entrate sono in genere rappresentate dagli afflussi meteorici e dalle eventuali infiltrazioni provenienti da bacini limitrofi; le uscite sono costituite dall'evapotraspirazione, dai deflussi superficiali e dai prelievi idrici.

L'equazione che in genere riassume il bilancio idrologico è:

$$P = E_r + R + I$$

P = precipitazioni (mm/a)

E_r = evapotraspirazione reale (mm/a)

R = Ruscellamento superficiale (mm/a)

I = Infiltrazione efficace (mm/a)

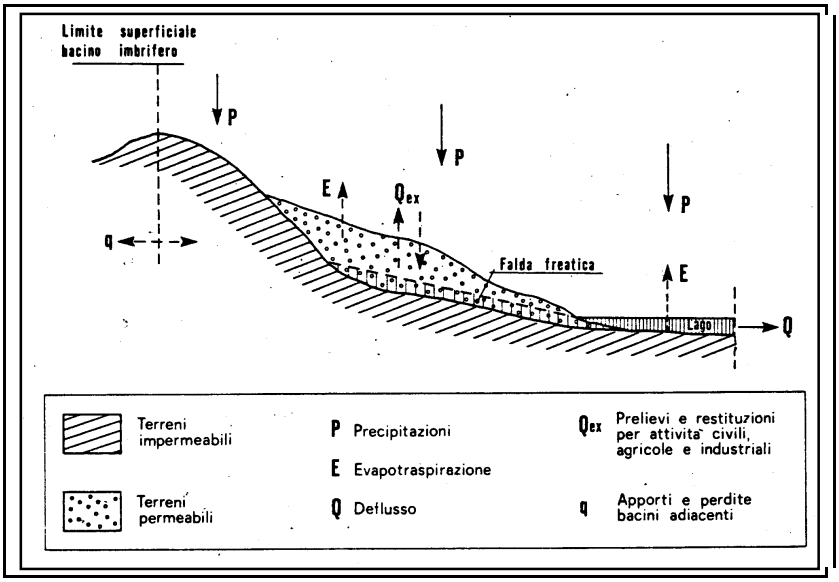

Fig. 7.3 – *Schema idrologico teorico (Barnaba, 1982).*

Le acque di infiltrazione efficace (I) rappresentano le risorse idriche sotterranee, cioè quei volumi di acqua utilizzabili senza provocare eccessivi squilibri al ciclo idrologico naturale.

Precipitazioni – il valore della precipitazione media annua sul territorio comunale è stato ricavato dall'analisi della carta delle precipitazioni medie annue del territorio alpino lombardo (periodo 1891 – 1990) realizzata dalla Regione Lombardia; da questa si osservano valori di precipitazioni medie di c.ca *1.300 mm/a*.

Evapotraspirazione – Il calcolo dell'evapotraspirazione reale è stato condotto tramite la formula di Turc (1954), di semplice utilizzo perché richiede la conoscenza solo delle precipitazioni e delle temperature medie. Per il territorio in esame è stato ricavato un valore medio di *604 mm/a*.

Ruscellamento superficiale – E' stato stimato considerando il coefficiente di deflusso del bacino analizzato (0,34), valutato in base alle caratteristiche litologiche e di uso del suolo. Si è quindi ottenuto un valore di c.ca *440 mm/a*.

Infiltrazione efficace – Il valore dell'infiltrazione si ricava dall'equazione del bilancio idrico per sottrazione dei valori sopra

ricavati (I = P – D – E). Per il territorio comunale di Cairate si ottengono *255 mm/a*, corrispondenti sulla superficie in analisi a *c.ca 2.900.000 m3/anno*.

Dall'elaborazione dei parametri precedenti si ricava una stima della quantità di ricarica dell'acquifero che avviene all'interno del territorio in esame, pari al valore dell'infiltrazione efficace.

Analizzando gli acquiferi presenti sul territorio comunale tramite delle sezioni idrogeologiche ortogonali alle linee di flusso e passanti per i punti di captazione è possibile stimare la quantità d'acqua che costituisce la risorsa idrica comunale pari al deflusso idrico attraverso la sezione:

$$D_e = T \times L \times i$$

Per quanto riguarda l'acquifero captato lungo l'asse della Valle Olona, considerando un gradiente idraulico medio di c.ca 1% ed una permeabilità variabile tra $1x10^{-5}$ e $1x10^{-4}$ m/sec, con uno spessore stimato in base alle sezioni allegate compreso tra m 15 (settore settentrionale, pozzi 21/6 e 21/9) e m 25 (settore meridionale; pozzo 21/10) per l'acquifero superficiale; per l'acquifero intermedio e profondo si hanno invece c.ca 30 – 40 m di spessore con permeabilità nell'ordine di $1x10^{-3}$ e $1x10^{-4}$ m/sec. Si ricava una quantità d'acqua pari a c.ca 90.000 m^3/anno per l'acquifero superficiale e 2.650.000 m^3/anno per gli acquiferi intermedio e profondo: questi volumi rappresentano la quantità d'acqua disponibile nel comparto della Valle Olona.

Secondo la stessa metodologia, nel settore di pianalto (pozzi via Angera, via Palermo e via Lucca) per l'acquifero superficiale si può stimare una quantità d'acqua di c.ca 950.000 m^3/anno, mentre per l'acquifero profondo è stata valutata una quantità di c.ca 10.000.000 m^3/anno; questi volumi rappresentano le quantità d'acqua disponibili nell'ambito di tutto il settore comunale ad Ovest della Valle Olona.

7.7 FABBISOGNO IDRICO - VOLUMI IDRICI EMUNTI

In base ai dati messi a disposizione dalla Società di gestione dell'acquedotto (AMSC s.p.a.) si osserva che nell'arco di tempo analizzato (2005-2012) sono stati captati volumi idrici compresi tra 0,8 e 1,1 milioni di m^3 l'anno (28 – 37 l/s).

Nella tabella e nel grafico sottostanti si possono osservare nel dettaglio i volumi emunti per ogni singolo punto di captazione: il pozzo cartiera risulta quello principale per l'approvvigionamento idrico del Comune di Cairate, seguito dal pozzo di via Angera e da quello di via Palermo.

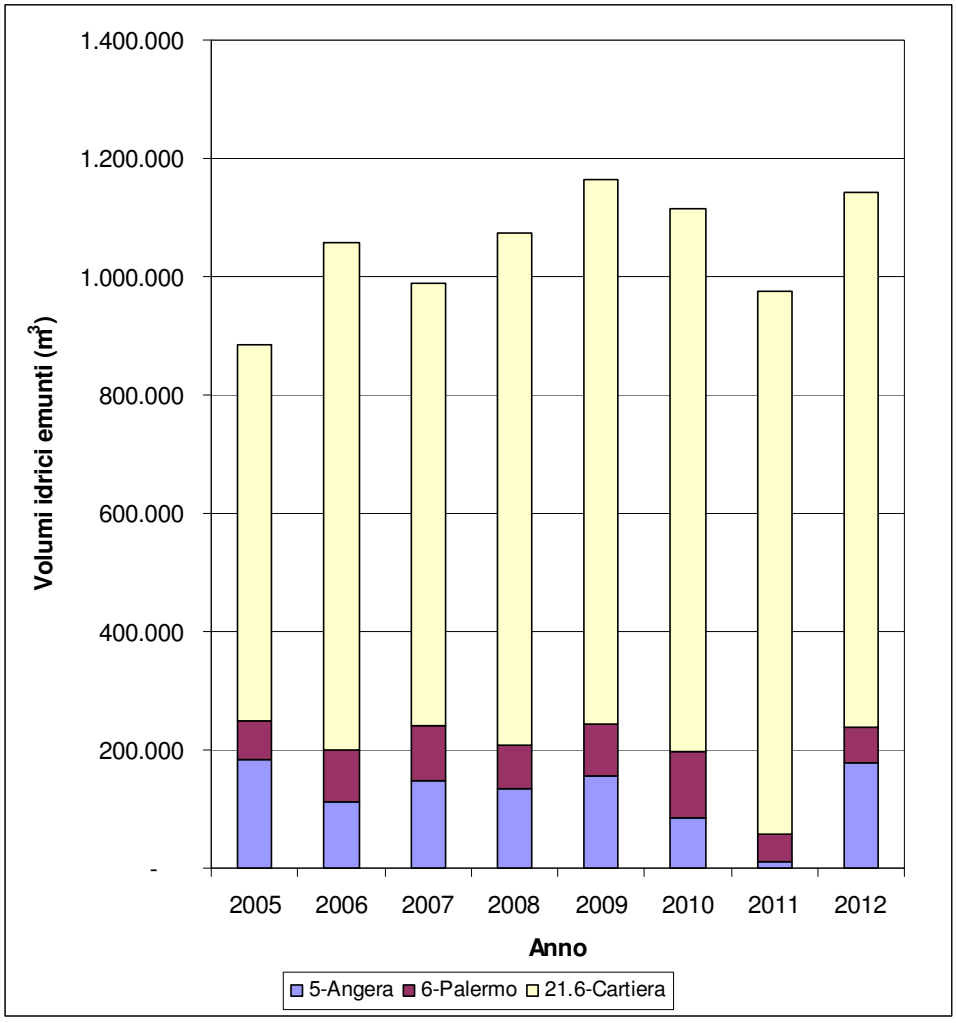

Fig. n. 7.5 – *Volumi idrici emunti dai pozzi comunali (2005 – 2012).*

Pozzo	Nome	Anno	Volume emunto
5	Via Angera	2005	182.357
		2006	113.683
		2007	146.755
		2008	133.846
		2009	156.545
		2010	85.800
		2011	10.860
		2012	176.891
6	Via Palermo	2005	66.112
		2006	87.171
		2007	94.845
		2008	75.270
		2009	86.543
		2010	112.710
		2011	45.365
		2012	60.985
21.6	Cartiera	2005	637.624
		2006	856.793
		2007	746.395
		2008	864.387
		2009	919.947
		2010	915.344
		2011	920.128
		2012	904.232

Tab. n. 7.4 – *Volumi idrici emunti dai pozzi comunali (2005 – 2012).*

I volumi captati dai pozzi attivi risultano sufficienti all'approvvigionamento idrico della popolazione (*Tab. n. 7.5*): i consumi si attestano infatti intorno a valori di c.ca 0,59 - 0,83 milioni di m^3 (18,7 – 26,3 l/s).

Anno	Volumi emunti		Consumi		Perdite
	m^3	l/s	m^3	l/s	%
2005	886.093	28,1	608.151	19,3	31,37%
2006	1.057.647	33,5	673.701	21,4	36,30%
2007	987.995	31,3	830.878	26,3	15,90%
2008	1.073.503	33,9	591.239	18,7	44,92%
2009	1.163.035	36,9	613.039	19,4	47,29%
2010	1.113.854	35,3	666.349	21,1	40,18%
2011	976.353	31,0	687.148	21,8	29,62%
2012	1.141.891	36,1	652.919	20,6	42,82%

Tab. n. 7.5 – *Volumi idrici emunti, consumi e perdite (2005 – 2012).*

Per l'analisi delle condizioni di punta si è fatto riferimento ad una stima ottenuta moltiplicando i consumi per un coefficiente di incremento pari a 1,5 (cfr. Appendice F PTUA); dal confronto con le disponibilità idriche si osserva che in condizioni medie il bilancio idrico risulta soddisfatto, anche se si sono evidenziate alcune situazioni temporanee di deficit (2005 – 2007 – 2011).

Le perdite in distribuzione dichiarate da AMSC per gli anni analizzati (*Tab. n. 7.5*) risultano comprese tra il 16% ed il 47%, con valori medi pari a c.ca il 36-38% dei volumi idrici immessi in rete. Tale aspetto, sottolineato anche dalla società di gestione della rete acquedottistica, appare come il principale aspetto di criticità.

Il consumo annuale medio pro-capite, ottenuto dividendo i consumi per il numero di abitanti, è di c.ca 85 m^3 corrispondenti a c.ca 233 l/g.

Il confronto tra i dati a disposizione (volumi emunti, consumi e perdite) e le stime delle risorse indicano una situazione positiva; tale situazione è confermata anche da AMSC che non ha segnalato alcun episodio di crisi idrica.

Proiezioni future

Gli abitanti teorici risultanti dalla capacità insediativa aggiuntiva derivanti dalle scelte del Piano di Governo del Territorio porteranno la popolazione di Cairate ad un totale di 8.470 unità.

Considerando un consumo medio per abitante di c.ca 85 m^3 annui l'aumento previsto risulta pari a c.ca 60.000 m^3 (c.ca 1,9 l/s): l'acquedotto comunale dovrà quindi fornire complessivamente c.ca 720.000 m^3 (22,8 l/s).

Tale valore appare compatibile con le risorse idriche attualmente disponibili (28 - 37 l/s; cfr. *Tab. n. 7.5*), ma se riferito a condizioni di punta può dar luogo ad episodi di deficit idrico più importanti rispetto a quanto già evidenziate per lo stato attuale.

Particolare attenzione deve essere posta alla tutela della qualità delle acque, viste le situazioni di contaminazione che hanno interessato in passato ed ancor oggi interessano, anche se in misura minore, il territorio comunale.

Le risorse stimate appaiono ad ogni modo abbondanti.

8 DELIMITAZIONE DELLE AREE A RISCHIO

8.1 PERICOLOSITÀ DA FRANA

La carta inventario dei dissesti della Regione Lombardia non evidenzia all'interno del territorio comunale alcun evento franoso censito.

La carta della pericolosità frane della Provincia di Varese (documento RIS3 del PTCP) non definisce alcun grado di pericolosità per il Comune di Cairate (non sono quindi presenti aree classificate a pericolosità alta, media o bassa).

In base alle informazioni raccolte e a rilievi in sito è stato riconosciuto un fenomeno franoso che interessa la via Barlam lungo la scarpata sinistra del Fiume Olona; il dissesto per il quale è stato effettuato uno studio finalizzato alla progettazione di interventi di difesa, è di seguito analizzato nel dettaglio.

8.1.1 Frana Barlam

L'area interessata dal fenomeno di dissesto è ubicata nella porzione settentrionale del comune sul pendio appartenente alla sponda sinistra della valle incisa dal Fiume Olona. Il corpo di frana è localizzato sul fianco della strada denominata Via Barlam laddove questa compie una curva a 70° circa immediatamente a sud degli stabilimenti abbandonati della cartiera di Cairate. L'area, che presenta un'estensione di c.ca m^2 2800, è soggetta a scivolamenti di detrito e crolli.

Il corpo di frana si sviluppa da una quota di m 238 s.l.m. sino ad una quota di m 276 circa s.l.m.. Il suo sviluppo areale presenta un'estensione di circa m 50 - 55 parallelamente all'asse stradale e di m 55 circa perpendicolarmente all'asse stradale.

Descrizione del versante e delle pareti rocciose - I depositi legati ai recenti dissesti provengono da una parete subverticale distante circa 30 - 35 m dalla sede stradale costituita da un fronte roccioso

di altezza pari a c.ca m 12 - 15 e dal tratto di pendio sovrastante con pendenze meno acclivi. Il fronte roccioso è costituito da ghiaie gradate e localmente isoorientate immerse entro una matrice limoso-sabbiosa ben cementata, sono inoltre intercalati livelli di minor competenza costituiti da arenaria debolmente cementata (*"Ceppo dell'Olona").*

La cresta superiore della parete "rocciosa", costituente un primo orlo di scarpata, non presenta andamento regolare e rettilineo, bensì si alternano zone a marcata concavità, da cui sono dipartiti vari eventi franosi, a zone più rettilinee e topograficamente più avanzate rispetto al pendio. L'unità conglomeratica affiora o subaffiora però entro quasi tutto il versante sul lato orientale della strada, mantenendosi ad un altitudine di c.ca m 265 s.l.m. sino a raccordarsi con la carreggiata stessa, con potenza d'affioramento progressivamente minore da Nord verso Sud.

Circa una decina di metri al di sopra della parete rocciosa subverticale interessata da dissesti, è presente un secondo orlo di scarpata, con porzioni anche attive marcatamente concave e con ampiezza di circa m 5-7, l'inclinazione del pendio tra i due orli di scarpata è superiore a 45°.

Al di sopra del secondo orlo di scarpata il pendio degrada progressivamente, con inclinazioni via via minori (20-30°) tramite scarpate di modesta dimensione (con altezza di c.ca m 1-1,5) dovute al rilascio gravitativo del versante e a fenomeni di soliflusso sino a raccordarsi con il pianalto superiore. Depositi di tipo eluvio-colluviale ammantano l'intero versante laddove non è affiorante il conglomerato.

Zona di accumulo - I depositi da accumulo di frana possono essere ricondotti a più eventi franosi, in particolare sono state riconosciute almeno 3 conoidi di detrito (perché superficiali) denominate Dep1, Dep2 e Dep3 in base al loro ordine temporale di deposizione.

Dep1 e Dep2 sono litologicamente simili tra loro: depositi granulari limoso-sabbiosi con argilla presente in cui sono immersi clasti di varia dimensione e origine per lo più metamorfica; tali depositi si presentano inoltre incisi da solchi e piccoli impluvi formatisi a seguito del ruscellamento delle acque.

Dep3 rappresenta un evento deposizionale molto più esiguo rispetto ai precedenti ed è costituito quasi esclusivamente da ghiaie subarrotondate e con bassa sfericità con differenti origini e dimensioni e senza alcun supporto di matrice granulare.

Entro i debositi sopracitati affiorano inoltre blocchi di dimensioni metriche con geometria da subsferica a planare e con dimensioni medie di 50X70X150cm e massime di 70x150x300 cm, probabilmente crollati in più eventi coevi o precedenti Dep1, Dep2 e Dep3. I blocchi hanno litologia identica ai conglomerati e alle arenarie affioranti nella parete verticale sopra descritta.

La porzione più settentrionale del corpo di frana è delimitata da un rialzo avente altezza circa m 3 orientato perpendicolarmente all'asse stradale, costituito da depositi di ghiaie arrotondate e subsferiche a supporto di matrice granulare bruno-rossiccia di origine probabilmente fluviale (*Allogruppo di Vengono*).

Tale unità ricopre le porzioni di pendio meno acclivi e vegetate appartenenti all'area di interesse rispetto alla piana alluvionale del Fiume Olona ed è riconducibile a depositi eluvio-colluviali di versante.

Al limite meridionale del corpo di frana diparte, innalzandosi progressivamente in altezza, un muro in cemento armato parallelo alla carreggiata stradale da quota di circa m 246 s.l.m. sino a una quota di m 271 s.l.m. Ai piedi della struttura sono presenti clasti scivolati dal pendio soprastante con dimensioni medie di cm 10 e massime di cm 30.

Pericolosità - La frana è di tipologia complessa, in cui i materiali coinvolti, l'elevata acclività, e gli agenti climatici (eventi pluviali,

etc.) favoriscono smottamenti e crolli con modalità e tempistiche anche molto differenti.

Nei tratti di parete subverticale (conglomerati e arenarie cementate del Ceppo) possono staccarsi blocchi di notevole dimensione, mentre dal pendio sovrastante, ove affiorano depositi di versante (Allogruppo di Venegono) e depositi fluvioglaciali (Allogruppo di Besnate) può avvenire il franamento dei depositi tramite colate di detrito a causa dell'infiltrazione di fluidi o per scalzamento al piede a causa dei crolli dalla parete rocciosa sottostante. Intensi eventi meteorici possono favorire infatti la fessurazione e il susseguente crollo e ribaltamento di porzioni di conglomerato nonchè il colamento dei depositi sovrastanti.

Il fenomeno attualmente definibile come quiescente, in quanto pur non essendosi verificati movimenti recenti (nell'arco dell'ultimo ciclo stagionale) permangono le cause originarie, presenta un grado di pericolosità alto (H4).

Opere di difesa - Per mitigare il pericolo di crolli e smottamenti e quindi l'invasione di blocchi e detriti entro la carreggiata stradale di Via Barlam, dovranno essere previste (a seguito dell'acquisizione di dati e informazioni territoriali mirate e di maggior dettaglio) opere di difesa e stabilizzazione di versante:

- Regimazione delle acque di origine meteorica tramite canalette e trincee drenanti, al fine di evitare il ruscellamento in porzioni sensibili del pendio e l'infiltrazione entro terreni e porzioni rocciose a maggior debolezza strutturale;
- Interventi di disboscamento selettivo, tramite la rimozione di fusti e vegetazione arbustiva in pessime condizioni radicali o di dimensioni tali da addurre un elevato carico litostatico e un momento applicato ai depositi suscettibili di franamento;
- Riprofilatura del versante con "sgaggio" di blocchi instabili;
- Opere di difesa attiva (rete metallica armata e/o borchiata);
- Opere di difesa passiva, (vallo e/o paramassi).

Opere di minor entità (pulizia del versante, regimazione delle acque meteoriche, etc.) potranno però essere impiegate anche entro tutta la fascia di pendio a ridosso della sede stradale.

8.1.2 Rilievi collinari in località Peveranza e Bolladello e scarpate del Fiume Olona

Considerando le caratteristiche geologiche, geomorfologiche ed ideologiche del territorio comunale si è riconosciuta nella porzione collinare settentrionale (località Peveranza e Bolladello) e nei pendii che delimitano la Valle Olona settori potenzialmente soggetti a fenomeni di scivolamento superficiale, pur non essendo noti particolari fenomeni di dissesto (ad esclusione della frana in via Barlam); è stato quindi condotto uno studio di approfondimento secondo la metodologia proposta dalla Regione Lombardia (Allegato 2 D.G.R. 22 Dicembre 2005 n. 8/1566).

La porzione di territorio analizzata è stata suddivisa in zone omogenee in funzione della pendenza e delle caratteristiche litologiche.

Sono state distinte 5 classi di pendenza (i):

- $i < 13°$;
- $13° < i < 26°$;
- $26° < i < 35°$;
- $35° < i < 55°$;
- $i > 55°$

e due unità litologiche (desunte dalla carta geologico tecnica):

- depositi limoso argillosi dell'Allogruppo di Vengono e dell'Unità di Carnago: γ = 18,0 kN/m^3; ϕ' = 25°; c' = 7 kPa.
- depositi fluvioglaciali dell'Allogruppo di Besnate e "substrato" conglomeratico (Ceppo dell'Olona): γ = 19,0 kN/m^3; ϕ' = 28°; c' = 0 kPa.

Quindi sono state eseguite delle verifiche di stabilità con il metodo del pendio indefinito considerando per ciascuna unità litologica uno spessore z pari a m 2,0 ed uno spessore della zona

satura h_w pari a m 1,5; quest'ultima assunzione, che schematizza le condizioni idrauliche, vuole considerare una situazione legata a fenomeni metereologici, che maggiormente condizionano la stabilità dei pendii in esame:

$$Fs = \frac{c' + \gamma_t \cdot (1 - m \cdot \frac{\gamma_w}{\gamma_t}) \cdot z \cdot \cos^2 \beta \cdot tg\phi'}{\gamma_t \cdot z \cdot \cos\beta \cdot \sin\beta}$$

essendo:

c': intercetta di coesione apparente (kN/m^2); ϕ': angolo di resistenza al taglio (°); γ_t: peso di volume unitario umido del terreno (kN/m^3); z: spessore dello strato di terreno (m); β: pendenza media sull'orizzontale del pendio (°); γ_w ù: peso di volume unitario dell'acqua (kN/m^3); m: (z-hw)/z ; h_w: quota della falda rispetto al piano campagna (m).

Determinato il coefficiente di sicurezza si valuta la pericolosità primaria secondo tre classi:

- Pericolosità H4: 1,00 < Fs <1,20
- Pericolosità H3: 1,20 < Fs <1,40
- Pericolosità H2: 1,40 < Fs <2,00

Per la valutazione della pericolosità finale sono poi presi in considerazione:

- possibili concentrazioni d'acqua dovute a condizioni morfologiche sfavorevoli (piccoli impluvi, vallecole, etc.), a livelli argillosi o a variazioni di permeabilità nel terreno e ad interventi antropici (muretti a secco, canalette, tornanti stradali, fossi, scarichi, etc.).
- tipologia della vegetazione, diversificata in funzione della profondità degli apparati radicali della vegetazione d'alto fusto.

Nel caso in cui siano presenti uno o più fattori di concentrazione delle acque, il valore della pericolosità preliminare viene aumentato

di 1. Solo nel caso in cui si ritenga che la profondità dell'apparato radicale della vegetazione presente sia superiore a quella delle potenziali superfici di scivolamento, sarà possibile diminuire di 1 il valore della pericolosità preliminare.

In generale nelle aree esaminate sono presenti elementi che favoriscono la concentrazione delle acque, quali scarichi urbani e stradali (in particolare lungo le scarpate dell'Olona) e piccoli impluvi; in questi settori la pericolosità primaria è stata aumentata di 1 (da H3 a H4). Non sono invece presenti particolari tipologie vegetazionali chiaramente in grado di contribuire alla stabilità del pendio.

Infine ai piedi dei versanti caratterizzati da pericolosità media e alta sono state stimate, in base alla pendenza, all'altezza del pendio e alla tipologia dei materiali, le aree potenzialmente coinvolte dall'accumulo dei materiali franati. A queste è stata assegnata una pericolosità pari a quella dell'area di innesco del fenomeno.

In sintesi le aree che presentano una certa pericolosità per lo sviluppo di scivolamenti superficiali sono rappresentate da:

- porzioni limitate e isolate dei rilievi collinari, caratterizzate da una pendenza superiore a 20° (H3); alcuni di questi settori si trovano a ridosso della frazione di Bolladello.
- le intere scarpate del Fiume Olona presentano grado di pericolosità stimato medio (H3) e alto (H4) in ragione della presenza di materiali sciolti su pendio molto inclinato, in analogia con il fenomeno di dissesto censito in via Barlam e con i diffusi fenomeni di soliflusso osservati nel corso dei rilievi in sito.

8.2 PERICOLOSITÀ IDRAULICA

8.2.1 Fiume Olona

Lo studio idraulico effettuato ha messo in evidenza i settori che presentano una maggiore vulnerabilità idraulica: si tratta dell'area compresa appena a monte del ponte di via Barlam e dell'ultimo tratto all'interno del territorio comunale a valle del depuratore SOGEIVA. Questi settori sono caratterizzati da un'elevata pericolosità determinata dalla frequenza delle inondazioni, che presenta tempi di ritorno fino a 50 anni, e dall'altezza e velocità delle acque.

Per maggiori dettagli e approfondimenti in merito si rimanda allo "*Studio idraulico e idrogeologico del Fiume Olona finalizzato alla valutazione di rischio per l'adeguamento dello strumento urbanistico comunale*", redatto dallo Studio di Ingegneria Idraulica-Ambientale, dott. Ing. G. Amolari, nel settembre 2008.

8.2.2 Torrente Tenore

Le situazioni che evidenziano una maggiore pericolosità sono state individuate in corrispondenza del sottopasso di via Torino ed in particolare a valle del sottopasso di via Milano, dove viene interessata soprattutto la sponda sinistra. Più a valle è stata individuata una nuova porzione di territorio in seguito all'utilizzo di una nuova base aerofotogrammetria: si tratta di un ampio settore in sponda destra che inizia il suo sviluppo poco a valle del sottopasso di via Milano e prosegue lungo una depressione tra le vie Matteotti e Garibaldi da un lato e via S. Giovanni Bosco dall'altro per terminare (per tempi di ritorno pari a 200 anni) poco prima del sottopasso della S.P. n. 12.

Per maggiori dettagli e approfondimenti in merito si rimanda allo "*Studio idraulico e idrogeologico del Torrente Tenore finalizzato alla valutazione di rischio per l'adeguamento dello strumento urbanistico generale*", redatto dallo Studio CONGEO e dallo Studio

Ingegneria Idraulica-Ambientale, dott. Ing. G. Amolari, nel maggio 2004 e all'aggiornamento del settembre 2008.

9 RISCHIO SISMICO

9.1 NORMATIVA

Con l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica", pubblicata sulla G.U. n. 105 dell'8 maggio 2003 Supplemento ordinario n. 72, vengono individuate in prima applicazione le zone sismiche sul territorio nazionale, e fornite le normative tecniche da adottare per le costruzioni nelle zone sismiche stesse.

La Regione Lombardia, con D.G.R. n. 14964 del 7 novembre 2003, ha preso atto della classificazione fornita in prima applicazione dalla citata Ordinanza 3274/03; il territorio del Comune di Cairate è classificato in **zona sismica 4** (*Fig. n. 9.1*).

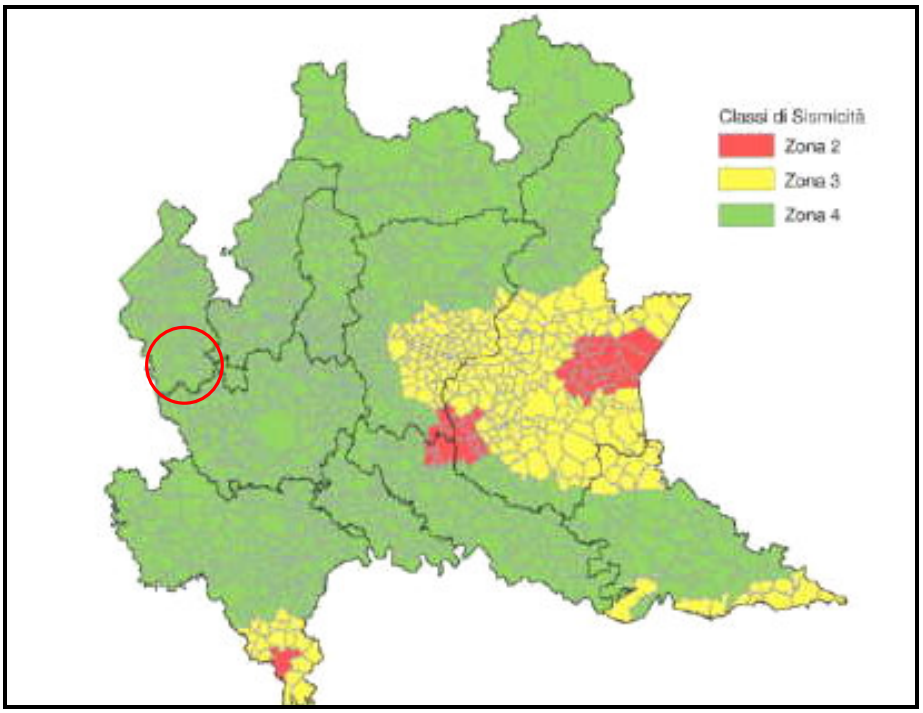

Fig. n. 9.1 – *Classificazione sismica dei Comuni della Lombardia.*

Nell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3519 del 28 aprile 2006 "*Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone*", è riportata la mappa di pericolosità sismica di riferimento per il territorio nazionale. In questo elaborato la pericolosità sismica è espressa in termini di accelerazione massima al suolo (a_g), con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli rigidi ($V_{s,30}$ > 800 m/s) e si può osservare (*Fig. n. 9.2*) che il territorio comunale presenta valori di pericolosità sismica compresi tra 0,025 e 0,050 g, corrispondenti ad un grado di pericolosità sismica molto basso.

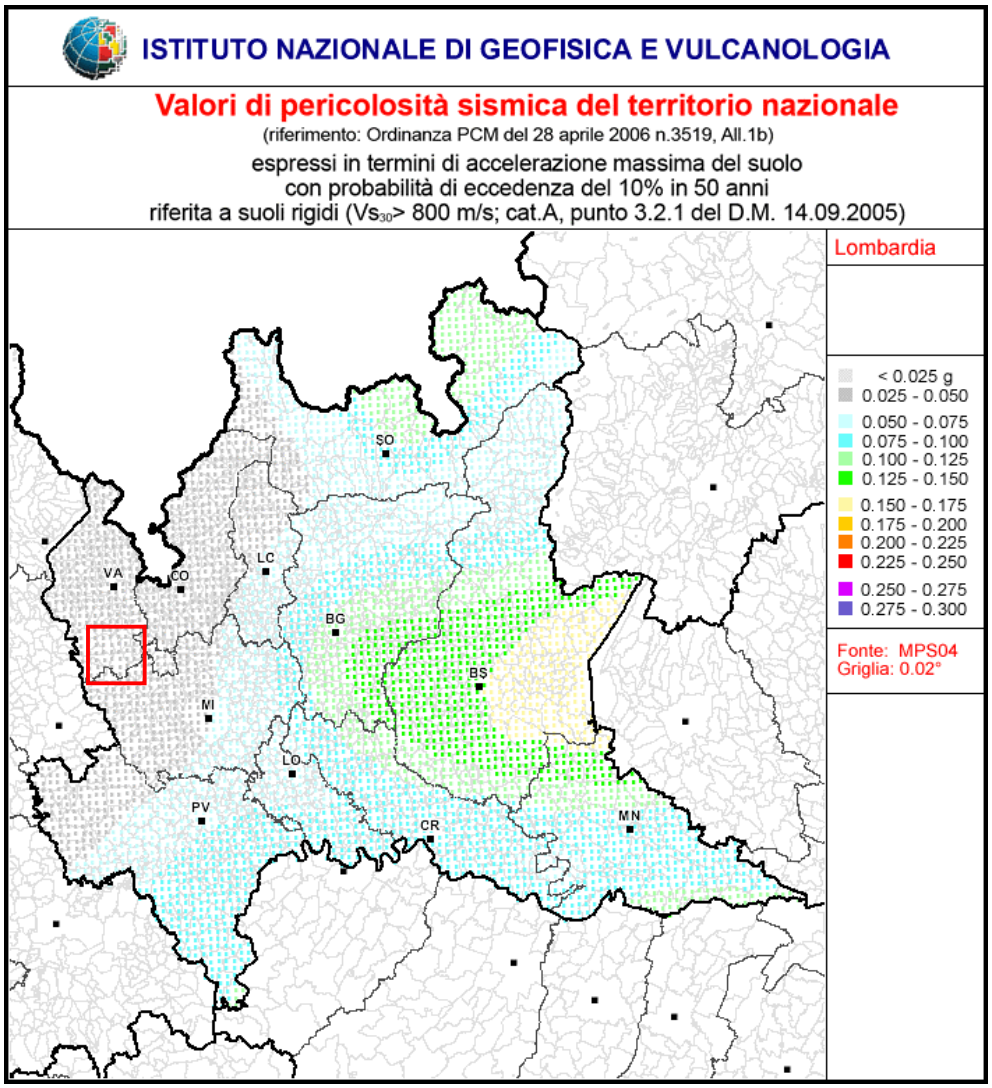

Fig. n. 9.2: *Valori di pericolosità sismica.*

9.2 ANALISI DELLA SISMICITÀ STORICA

Per la caratterizzazione della pericolosità sismica del territorio comunale si è proceduto all'analisi della distribuzione spazio-temporale dei terremoti avvenuti; a tal fine sono stati consultati i cataloghi sismici ed i documenti redatti dall'Istituto Nazione di Geofisica e Vulcanologia (INGV); in particolare:

- Catalogo DOM4.1 [Monachesi e Stucchi, 1997];
- Catalogo NT4.1 e NT4.1.1 [Camassi e Stucchi, 1996, 1992];
- Catalogo dei forti terremoti italiani CFTI1 e CFTI2 [Boschi et al, 1997; Boschi et al., 2000];
- Catalogo parametrico dei terremoti italiani CPTI11 [A. Rovida, R. Camassi, P. Gasperini e M. Stucchi, 2011];
- DBMI11 il database macrosismico utilizzato per la compilazione di CPTI11 [Locati, R. Camassi e M. Stucchi, 2011];
- Redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dall'Ordinanza PCM 3274 del 20 marzo 2003. Rapporto conclusivo per il Dipartimento di Protezione Civile [Gruppo di Lavoro, 2004].

Sulla base della zonazione sismogenetica elaborata dall'INGV (zonazione ZS9) il territorio comunale non ricade all'interno di nessuna zona sismogenetica (*Fig. n. 9.3*): non sono quindi presenti nelle vicinanze strutture geologiche in grado di generare terremoti ("faglie capaci").

L'analisi dei cataloghi sismici ha evidenziato che il comparto in esame è caratterizzato da eventi sismici piuttosto rari e di intensità massima rilevata nell'ordine del VI grado della scala Mercalli (*Fig. n. 9.4*); tali eventi sono riferibili a località epicentrali lontane, appartenenti al settore orientale della provincia di Bergamo, al Veronese, al Bresciano ed alla zona dell'Appennino Emiliano.

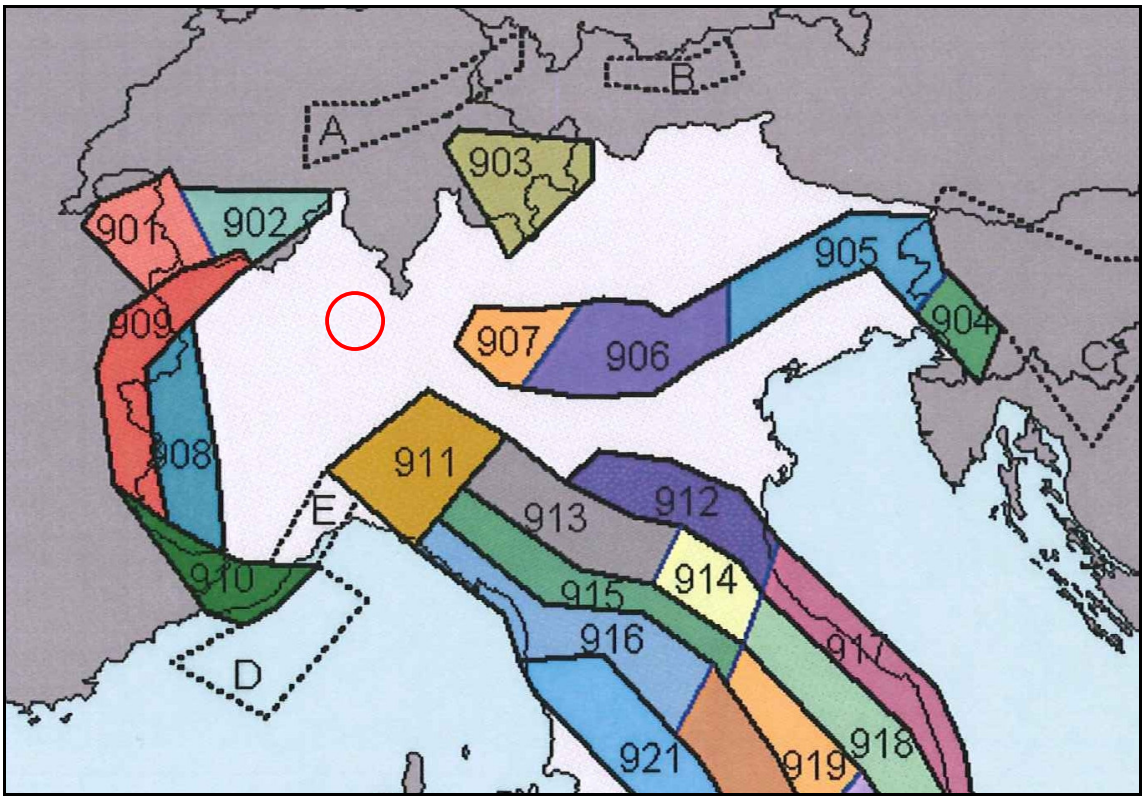

Fig. n. 9.3 – *Estratto della zonazione sismogenetica ZS9.*

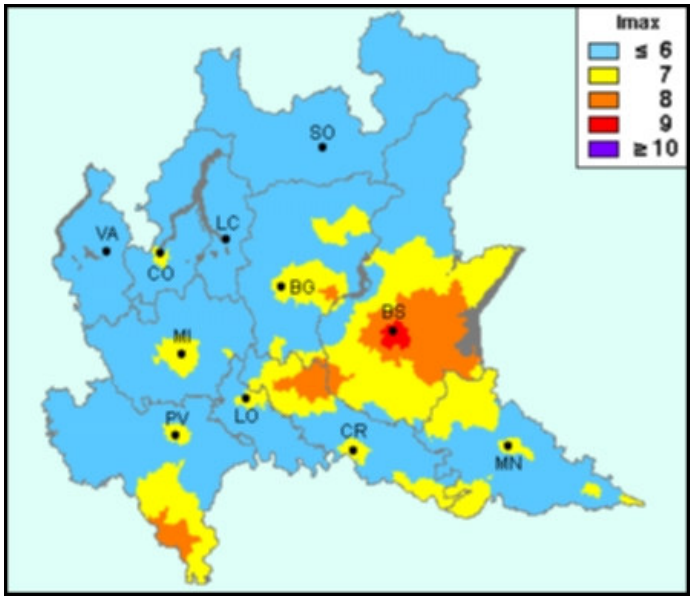

Fig. n. 9.4 – *Carta della massima intensità macrosismica attesa in Lombardia (Molinet et al., 1996).*

Nella seguente tabella si riporta a titolo esemplificativo i risultati ottenuti dalla ricerca effettuata nel catalogo DBMI11 relativa alle

osservazioni macrosismiche per il Comune di Gallarate (*Tab. n. 9.1*), il più vicino riportato nel database considerato.

Effects	Earthquake occurred:				
Is	**Anno Me Gi Ora Min**	**Area epicentrale**	**Np**	**Ix**	**Mw**
4	1887 02 23 05:21:50	Liguria occidentale	1516		6.97 ±0.15
F	1891 06 07 01:06:14	Valle d'Illasi	403	8-9	5.86 ±0.06
6	1901 10 30 14:49:58	Salò	190	8	5.70 ±0.10
4-5	1913 12 07 01:28	NOVI LIGURE	56	5	4.70 ±0.20
5	1914 10 27 09:22:36	Garfagnana	618	7	5.76 ±0.09
4	1918 01 13 12:00	Milanese	25	4-5	4.80 ±0.21
3	1960 03 23 23:08:49	Vallese	178		5.00 ±0.20
3	1983 11 09 16:29:52	Parmense	850	6-7	5.06 ±0.09

Tab. n. 9.1 – *Storia sismica di Gallarate (INGV - DBMI11).*

Tali aspetti sono confermati dall'analisi della distribuzione della sismicità recente: in figura n. 9.5 si riportano le localizzazioni epicentrali degli eventi registrati dalla rete Sismica Nazionale tra il 1981 ed il 2006 (Catalogo della sismicità italiana C.S. 1.1). Anche in questo caso si evidenzia l'assenza di terremoti di una certa entità localizzati in prossimità del territorio di Arcisate, dimostrando come l'area sia caratterizzata da una bassa potenzialità sismica il cui aspetto principale risulta legato agli effetti risentiti, prodotti da terremoti di energia elevata (ML>5) avvenuti in aree epicentrali lontane del territorio in esame. Tale aspetto, infine, è evidenziato anche dall'analisi di disaggregazione della pericolosità sismica che mette in luce come il contributo maggiore alla pericolosità sia legato ad eventi sismici di magnitudo compresa tra 4,5 e 5,5 e distanze epicentrali superiori a 60-80 km (*Fig. n. 9.6*).

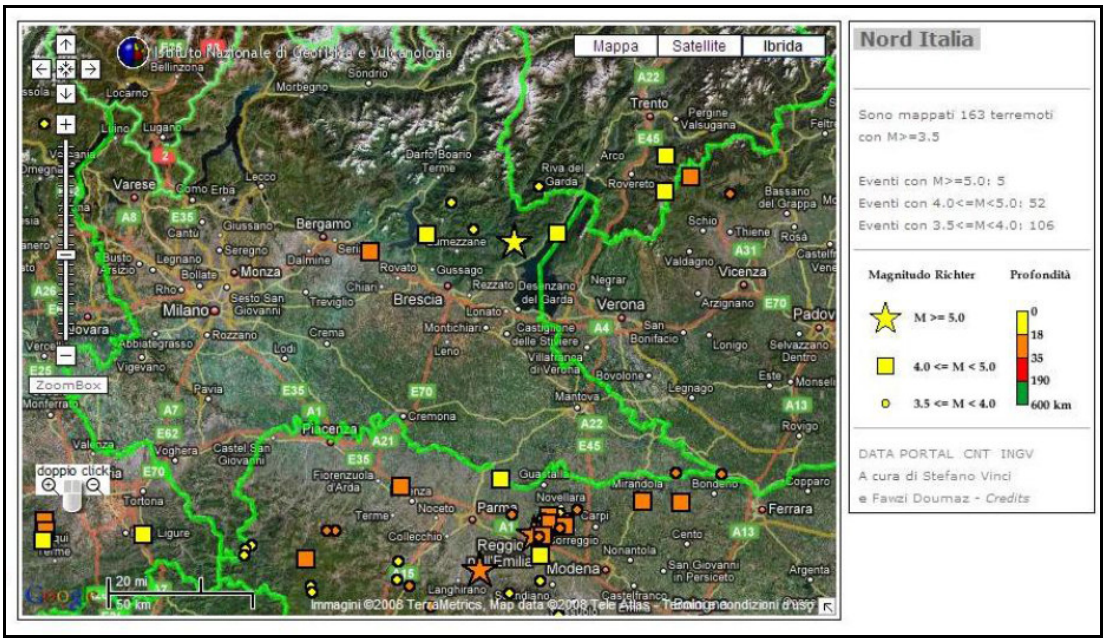

Fig. n. 9.5 – *Ubicazione dei terremoti recenti (Catalogo della sismicità italiana C.S. 1.1).*

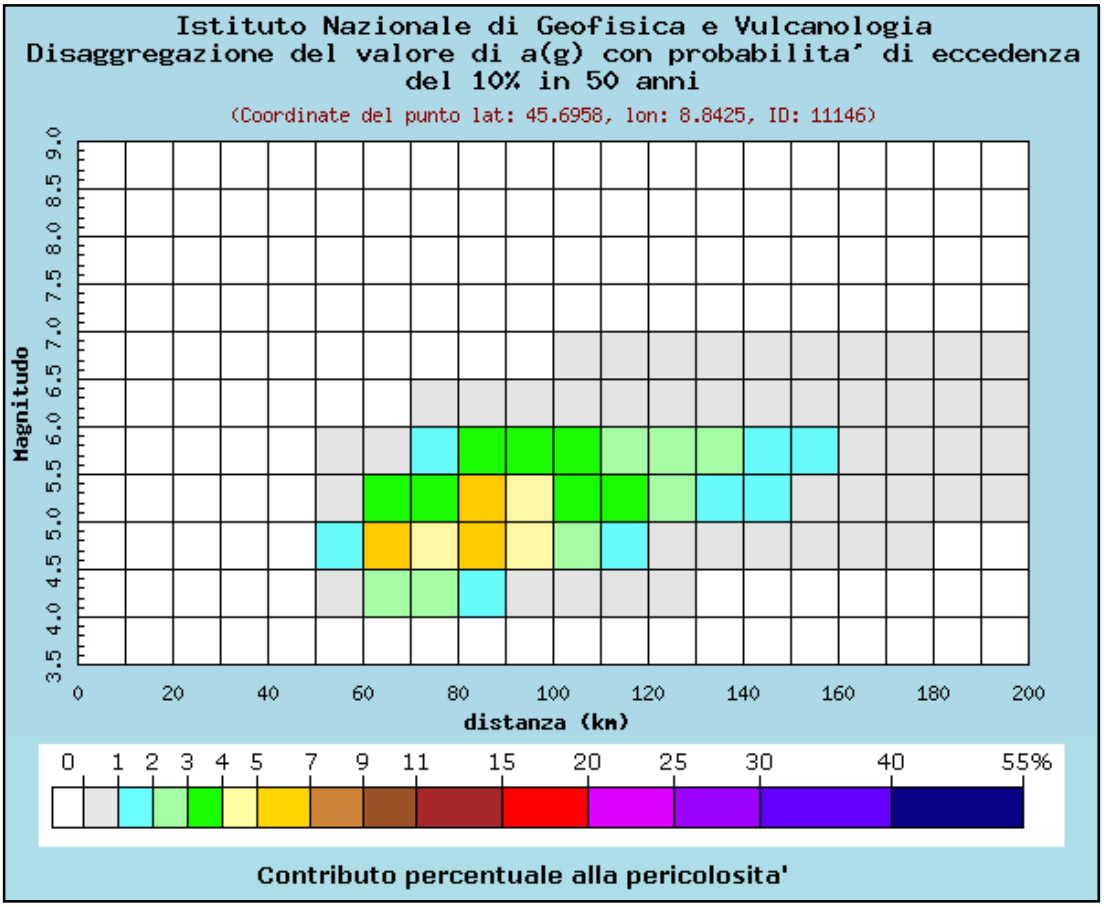

Fig. n. 3.6 – *Disaggregazione della pericolosità sismica (INGV-S1).*

9.3 PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE

Le particolari condizioni geologiche e geomorfologiche di una zona (condizioni locali) possono influenzare, in occasione di eventi sismici, la pericolosità sismica di base producendo effetti diversi che devono essere considerati nella valutazione generale della pericolosità sismica dell'area.

Tali effetti vengono distinti in funzione del comportamento dinamico dei materiali coinvolti; pertanto gli studi finalizzati al riconoscimento delle aree potenzialmente pericolose dal punto di vista sismico sono basati, in primo luogo, sull'identificazione della categoria di terreno presente in una determinata area.

In funzione, quindi, delle caratteristiche del terreno presente, si distinguono due grandi gruppi di effetti locali: quelli di sito o di amplificazione sismica locale e quelli dovuti ad instabilità.

Effetti di sito o di amplificazione sismica locale: interessano tutti i terreni che mostrano un comportamento stabile nei confronti delle sollecitazioni sismiche attese; tali effetti sono rappresentati dall'insieme delle modifiche in ampiezza, durata e contenuto in frequenza che un moto sismico (terremoto di riferimento), relativo ad una formazione rocciosa di base (bedrock), può subire, durante l'attraversamento degli strati di terreno sovrastanti il bedrock, a causa dell'interazione delle onde sismiche con le particolari condizioni locali.

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

- *effetti di amplificazione topografica*: si verificano quando le condizioni locali sono rappresentate da morfologie superficiali più o meno articolate e da irregolarità topografiche in generale; tali condizioni favoriscono la focalizzazione delle onde sismiche in prossimità della cresta del rilievo a seguito di fenomeni di riflessione sulla superficie libera e di interazione fra il campo d'onda incidente e quello diffratto; se

l'irregolarità topografica è rappresentata da substrato roccioso (bedrock) si verifica un puro effetto di amplificazione topografica, mentre nel caso di rilievi costituiti da materiali non rocciosi l'effetto amplificatorio è la risultante dell'interazione (difficilmente separabile) tra l'effetto topografico e quello litologico di seguito descritto;

- *effetti di amplificazione litologica*: si verificano quando le condizioni locali sono rappresentate da morfologie sepolte (bacini sedimentari, chiusure laterali, corpi lenticolari, eteropie ed interdigitazioni, gradini di faglia ecc.) e da particolari profili stratigrafici costituiti da litologie con determinate proprietà meccaniche; tali condizioni possono generare esaltazione locale delle azioni sismiche trasmesse dal terreno, fenomeni di risonanza fra onda sismica incidente e modi di vibrare del terreno e fenomeni di doppia risonanza fra periodo fondamentale del moto sismico incidente e modi di vibrare del terreno e della sovrastruttura.

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

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

Nel caso di *aree interessate da particolari strutture geologiche sepolte e/o affioranti in superficie tipo contatti stratigrafici o*

tettonici quali faglie sismogenetiche si possono verificare movimenti relativi verticali ed orizzontali tra diversi settori areali che conducono a scorrimenti e cedimenti differenziali interessanti le sovrastrutture.

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

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

9.4 ANALISI DELLA SISMICITÀ DEL TERRITORIO

L'analisi della sismicità locale è stata condotta secondo la metodologia presentata nell'Allegato 5 della D.G.R. n. 9/2616 del 30-11-2011. La metodologia utilizzata si fonda sull'analisi di indagini dirette e prove sperimentali effettuate su alcune aree campione della Regione Lombardia, i cui risultati sono contenuti in uno "Studio–Pilota" redatto dal Politecnico di Milano – Dip. di Ingegneria Strutturale, reso disponibile sul SIT regionale.

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

1^ livello: riconoscimento delle aree passibili di amplificazione sismica sulla base sia di osservazioni geologiche (cartografia di inquadramento), sia di dati esistenti.

Questo livello, obbligatorio per tutti i Comuni, prevede la redazione della Carta della pericolosità sismica locale, nella quale

deve essere riportata la perimetrazione areale delle diverse situazioni tipo, riportate nella Tabella 1 dell'Allegato 5, in grado di determinare gli effetti sismici locali (aree a pericolosità sismica locale - PSL).

2^ livello: caratterizzazione semi-quantitativa degli effetti di amplificazione attesi nelle aree perimetrate nella carta di pericolosità sismica locale, che fornisce la stima della risposta sismica dei terreni in termini di valore di Fattore di Amplificazione (Fa). L'applicazione del 2^ livello consente l'individuazione delle aree in cui la normativa nazionale risulta insufficiente a salvaguardare dagli effetti di amplificazione sismica locale (Fa calcolato superiore a Fa di soglia comunali forniti dal Politecnico di Milano). Per queste aree si dovrà procedere alle indagini ed agli approfondimenti di 3^ livello o, in alternativa, utilizzare lo spettro di norma caratteristico della categoria di suolo superiore (anziché lo spettro della categoria di suolo B si utilizzerà quello della categoria di suolo C; nel caso in cui la soglia non fosse ancora sufficiente si utilizzerà lo spettro della categoria di suolo D; anziché lo spettro della categoria di suolo C si utilizzerà quello della categoria di suolo D; anziché lo spettro della categoria di suolo E si utilizzerà quello della categoria di suolo D). Il secondo livello è obbligatorio, per i Comuni ricadenti nelle zone sismiche 2 e 3, nelle aree PSL, individuate attraverso il 1^ livello, suscettibili di amplificazioni sismiche morfologiche e litologiche (zone Z3 e Z4 della Tabella 1 dell'Allegato 5) e interferenti con l'urbanizzato e/o con le aree di espansione urbanistica. Per i Comuni ricadenti in zona sismica 4 tale livello deve essere applicato, nelle aree PSL Z3 e Z4, nel caso di costruzioni strategiche e rilevanti ai sensi della D.G.R. n. 14964/2003; ferma restando la facoltà dei Comuni di estenderlo anche alle altre categorie di edifici.

3^ livello: definizione degli effetti di amplificazioni tramite indagini e analisi più approfondite. Tale livello si applica in fase progettuale nei seguenti casi:

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

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

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

In particolare nell'ambito dei diversi livelli di approfondimento previsti dall'allegato 5 alla citata D.G.R., tenuto conto:

- della classificazione del territorio comunale di Cairate in Zona Sismica 4 ai sensi della OPCM n. 3274 del 20/03/2003 "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. 07/11/2003 n. 7/14964 "Disposizioni preliminari per l'attuazione della OPCM n. 3274 del 20/03/2003"
- del D.M. 14/09/2005 "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.

9.5 CARTA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE (PSL)

La carta della pericolosità sismica locale (*Tav. n. 6*) rappresenta il risultato dell'analisi di 1^ livello che consiste in un approccio di tipo qualitativo, propedeutico ai successivi livelli di approfondimento; si tratta di un metodo empirico che trova le basi nella continua e sistematica osservazione diretta degli effetti prodotti dai terremoti.

Il metodo permette l'individuazione delle zone ove i diversi effetti prodotti dall'azione sismica sono, con buona attendibilità, prevedibili, sulla base di osservazioni geologiche e sulla raccolta dei dati disponibili per una determinata area, quali la cartografia topografica di dettaglio, la cartografia geologica e dei dissesti (dati esistenti già inseriti nella cartografia di analisi e inquadramento).

Nella Carta della pericolosità sismica locale viene riportata la perimetrazione areale delle diverse situazioni tipo (*Tab. n. 9.2*) in grado di determinare gli effetti sismici locali, con riferimento alla *Tabella 1* di cui all'Allegato 5 alla D.G.R. n. 8/1566/05.

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

Tab. n. 9.2 *– Scenari di pericolosità sismica locale (con asterisco gli scenari individuati per il territorio di Cairate).*

In particolare nel territorio comunale di Cairate, sulla base delle precedenti analisi geologiche e geomorfologiche, sono state riconosciute le seguenti aree di pericolosità sismica locale (PSL):

Z1b) Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti: si tratta dell'area di frana lungo via Barlam caratterizzata da colate detritiche e crolli di massi dalle pareti rocciose conglomeratiche.

Z1c) Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana: in questa unità sono poste tutte le aree di scarpata lungo l'incisione del Fiume Olona e i versanti dei rilievi collinari il località Peveranza e Bolladello. Si tratta di aree che per caratteristiche litologiche ed acclività risultano suscettibili di movimenti franosi.

***Z3a) Zona di ciglio*:** con elemento lineare sono riportate nella tavola allegata tutti gli orli di scarpata con altezza superiore a 10 m e inclinazione maggiore di 10° sull'orizzontale; si tratta degli orli di terrazzo del Fiume Olona e di alcune scarpate di erosione incise dai torrenti minori nel settore del pianalto occidentale (T.te Rile, etc.).

Z3b) Zona di cresta e/o cocuzzolo: si tratta di alcune zone del pianalto occidentale evidenziate con un elemento lineare.

Tutta la porzione di territorio compresa tra il ciglio di scarpata o la linea di cresta e la base del pendio è soggetta, in misura differente, ai fenomeni di amplificazione sismica. L'estensione dell'area di influenza delle linee di scarpata è determinata in funzione dell'altezza della scarpata stessa in accordo alle indicazioni di cui all'All. 5 alla D.G.R. n. 9/2616/11, 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 m ≤ H ≤ 20 m	10° ≤ α ≤ 90°	A_i = H
20 m ≤ H ≤ 40 m		A_i = 3/4 H
H > 40 m		A_i = 2/3 H

Tab. n. 9.3 *– Determinazione dell'area di influenza.*

Z4a) Zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali: in questa zona è compresa gran parte del territorio comunale, caratterizzato dalla presenza di depositi fluvioglaciali ghiaioso sabbiosi, localmente anche cementati.

Z4c) Zona morenica: comprende il settore dei rilievi collinari nord-occidentali nel quale si riconoscono blande morfologie allungate Nord-Sud riconducibili a dossi morenici; dal punto di vista litologico il settore è costituito da spesse coltri loessiche limo-argillose anche colluviate, che ricoprono depositi ghiaiosi marcatamente alterati immersi in matrice limoso argillosa.

All'interno delle aree definite come suscettibili di amplificazione sismica ed in prossimità delle linee di ciglio e di cresta, per le opere e gli edifici strategici e rilevanti, così come definiti nel D.D.U.O. 21/11/2003 n. 19904 (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), devono essere sviluppati anche i livelli di approfondimento 2^ e 3^ per la definizione quantitativa degli effetti di amplificazione sismica attesi secondo le procedure previste dall'allegato 5 della D.G.R. n. 9/2616. In appendice n. 4 è riportata l'analisi di 2° livello relativa agli interventi strategici e rilevanti previsti dal Piano di Governo del Territorio.

10 VINCOLI

La carta dei vincoli (*Tav. n. 8)* è stata redatta su tutto il territorio comunale alla scala 1:5.000; vi sono rappresentate le limitazioni d'uso del territorio derivanti da normative e piani sovraordinati in vigore di contenuto prettamente geologico con particolare riferimento a:

- Vincoli derivanti dalla pianificazione di bacino ai sensi della L. 183/89;
- Vincoli di polizia idraulica ai sensi della d.g.r. 25 gennaio 2002, n. 7/7868 e successive modificazioni;
- Aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile;
- Geositi.

10.1 VINCOLI DERIVANTI DALLA PIANIFICAZIONE DI BACINO AI SENSI DELLA L. 183/89

Sul territorio comunale di Cairate sono presenti vincoli derivanti dal Piano di Assetto Idrogeologico del bacino del Fiume Po rappresentati dalle Fasce Fluviali (*Tav. n. 7*).

Fascia di deflusso della piena (Fascia A):

La Fascia A si trova lungo il Fiume Olona, il T.te Tenore ed il T.te Rile.

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

Nella Fascia A sono vietate (art. 29 comma 2):

a) le attività di trasformazione dello stato dei luoghi, che modifichino l'assetto morfologico, idraulico, infrastrutturale, edilizio, fatte salve le prescrizioni dei successivi articoli;

b) la realizzazione di nuovi impianti di smaltimento e di recupero dei rifiuti, l'ampliamento degli stessi impianti esistenti, nonché l'esercizio delle operazioni di smaltimento e recupero dei rifiuti, così come definiti dal D.Lgs. 5 febbraio 1997, n. 22, fatto salvo quanto previsto al successivo comma 3, let. l);

c) la realizzazione di nuovi impianti di trattamento delle acque reflue, nonché l'ampliamento degli impianti esistenti di trattamento delle acque reflue, fatto salvo quanto previsto al successivo comma 3, let. m);

d) le coltivazioni erbacee non permanenti e arboree, fatta eccezione per gli interventi di bioingegneria forestale e gli impianti di rinaturazione con specie autoctone, per una ampiezza di almeno 10 m dal ciglio di sponda, al fine di assicurare il mantenimento o il ripristino di una fascia continua di vegetazione spontanea lungo le sponde dell'alveo inciso, avente funzione di stabilizzazione delle sponde e riduzione della velocità della corrente; le Regioni provvederanno a disciplinare tale divieto nell'ambito degli interventi di trasformazione e gestione del suolo e del soprassuolo, ai sensi dell'art. 41 del D.Lgs. 11 maggio 1999, n. 152 e successive modifiche e integrazioni, ferme restando le disposizioni di cui al Capo VII del R.D. 25 luglio 1904, n. 523;

e) la realizzazione di complessi ricettivi all'aperto;

f) il deposito a cielo aperto, ancorché provvisorio, di materiali di qualsiasi genere.

Sono per contro consentiti (art. 29 comma 3):

a) i cambi colturali, che potranno interessare esclusivamente aree attualmente coltivate;

b) gli interventi volti alla ricostituzione degli equilibri naturali alterati e alla eliminazione, per quanto possibile, dei fattori incompatibili di interferenza antropica;

c) le occupazioni temporanee se non riducono la capacità di portata dell'alveo, realizzate in modo da non arrecare danno o da risultare di pregiudizio per la pubblica incolumità in caso di piena;

d) i prelievi manuali di ciottoli, senza taglio di vegetazione, per quantitativi non superiori a 150 m^3 annui;

e) la realizzazione di accessi per natanti alle cave di estrazione ubicate in golena, per il trasporto all'impianto di trasformazione, purché inserite in programmi individuati nell'ambito dei Piani di settore;

f) i depositi temporanei conseguenti e connessi ad attività estrattiva autorizzata ed agli impianti di trattamento del materiale estratto e presente nel luogo di produzione da realizzare secondo le modalità prescritte dal dispositivo di autorizzazione;

g) il miglioramento fondiario limitato alle infrastrutture rurali compatibili con l'assetto della fascia;

h) il deposito temporaneo a cielo aperto di materiali che per le loro caratteristiche non si identificano come rifiuti, finalizzato ad interventi di recupero ambientale comportanti il ritombamento di cave;

i) il deposito temporaneo di rifiuti come definito all'art. 6, comma 1, let. m), del D.Lgs. 5 febbraio 1997, n. 22;

l) l'esercizio delle operazioni di smaltimento e recupero dei rifiuti già autorizzate ai sensi del D.Lgs. 5 febbraio 1997, n. 22 (o per le quali sia stata presentata comunicazione di inizio attività, nel rispetto delle norme tecniche e dei requisiti specificati all'art. 31 dello stesso D.Lgs. 22/1997) alla data di entrata in vigore del Piano, limitatamente alla durata dell'autorizzazione stessa. Tale autorizzazione può essere rinnovata fino ad esaurimento della capacità residua derivante dalla autorizzazione originaria per le discariche e fino al termine della vita tecnica per gli impianti a tecnologia complessa, previo studio di compatibilità validato dall'Autorità competente. Alla scadenza devono essere effettuate le

operazioni di messa in sicurezza e ripristino del sito, così come definite all'art. 6 del suddetto decreto legislativo;

m) l'adeguamento degli impianti esistenti di trattamento delle acque reflue alle normative vigenti, anche a mezzo di eventuali ampliamenti funzionali.

Per esigenze di carattere idraulico connesse a situazioni di rischio, l'Autorità idraulica preposta può in ogni momento effettuare o autorizzare tagli di controllo della vegetazione spontanea eventualmente presente nella Fascia A (art. 29 comma 4).

Gli interventi consentiti debbono assicurare il mantenimento o il miglioramento delle condizioni di drenaggio superficiale dell'area, l'assenza di interferenze negative con il regime delle falde freatiche presenti e con la sicurezza delle opere di difesa esistenti (art. 29 comma 5).

Fascia di esondazione (Fascia B)

La Fascia B è presente lungo il Fiume Olona in corrispondenza del confine settentrionale e nel tratto a valle dell'ex cartiera;

Nella Fascia B (art. 30 NdA PAI) il Piano persegue l'obiettivo di mantenere e migliorare le condizioni di funzionalità idraulica ai fini principali dell'invaso e della laminazione delle piene, unitamente alla conservazione e al miglioramento delle caratteristiche naturali e ambientali.

Nella Fascia B sono vietati (art. 30 comma 2):

a) 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;

b) la realizzazione di nuovi impianti di smaltimento e di recupero dei rifiuti, l'ampliamento degli stessi impianti esistenti, nonché l'esercizio delle operazioni di smaltimento e recupero dei rifiuti,

così come definiti dal D.Lgs. 5 febbario 1997, n. 22, fatto salvo quanto previsto al precedente art. 29, comma 3, let. l);

c) in presenza di argini, interventi e strutture che tendano a orientare la corrente verso il rilevato e scavi o abbassamenti del piano di campagna che possano compromettere la stabilità delle fondazioni dell'argine.

Sono per contro consentiti, oltre agli interventi di cui al precedente comma 3 dell'art. 29:

a) gli interventi di sistemazione idraulica quali argini o casse di espansione e ogni altra misura idraulica atta ad incidere sulle dinamiche fluviali, solo se compatibili con l'assetto di progetto dell'alveo derivante dalla delimitazione della fascia;

b) gli impianti di trattamento d'acque reflue, qualora sia dimostrata l'impossibilità della loro localizzazione al di fuori delle fasce, nonché gli ampliamenti e messa in sicurezza di quelli esistenti; i relativi interventi sono soggetti a parere di compatibilità dell'Autorità di bacino ai sensi e per gli effetti del successivo art. 38, espresso anche sulla base di quanto previsto all'art. 38 bis;

c) la realizzazione di complessi ricettivi all'aperto, previo studio di compatibilità dell'intervento con lo stato di dissesto esistente; d) l'accumulo temporaneo di letame per uso agronomico e la realizzazione di contenitori per il trattamento e/o stoccaggio degli effluenti zootecnici, ferme restando le disposizioni all'art. 38 del D.Lgs. 152/1999 e successive modifiche e integrazioni;

e) il completamento degli esistenti impianti di smaltimento e recupero dei rifiuti a tecnologia complessa, quand'esso risultasse indispensabile per il raggiungimento dell'autonomia degli ambiti territoriali ottimali così come individuati dalla pianificazione regionale e provinciale; i relativi interventi sono soggetti a parere di compatibilità dell'Autorità di bacino ai sensi e per gli effetti del successivo art. 38, espresso anche sulla base di quanto previsto all'art. 38 bis.

Gli interventi consentiti debbono assicurare il mantenimento o il miglioramento delle condizioni di drenaggio superficiale dell'area, l'assenza di interferenze negative con il regime delle falde freatiche presenti e con la sicurezza delle opere di difesa esistenti (art. 30 comma 4).

Nei territori di fascia A e B valgono inoltre le seguenti disposizioni:

art. 38 (Interventi per la realizzazione di opere pubbliche o di interesse pubblico) - Fatto salvo quanto previsto agli artt. 29 e 30 delle NdA PAI, all'interno delle Fasce A e B è consentita la realizzazione di opere pubbliche o di interesse pubblico, riferite a servizi essenziali non altrimenti localizzabili, a condizione che non modifichino i fenomeni idraulici naturali e le caratteristiche di particolare rilevanza naturale dell'ecosistema fluviale che possono aver luogo nelle fasce, che non costituiscano significativo ostacolo al deflusso e non limitino in modo significativo la capacità di invaso, e che non concorrano ad incrementare il carico insediativo. A tal fine i progetti devono essere corredati da uno studio di compatibilità, che documenti l'assenza dei suddetti fenomeni e delle eventuali modifiche alle suddette caratteristiche, da sottoporre all'Autorità competente, così come individuata dalla direttiva di cui la capoverso successivo, per l'espressione di parere rispetto la pianificazione di bacino.

L'Autorità di bacino emana ed aggiorna direttive concernenti i criteri, gli indirizzi e le prescrizioni tecniche relative alla predisposizione degli studi di compatibilità e alla individuazione degli interventi a maggiore criticità in termini d'impatto sull'assetto della rete idrografica. Per questi ultimi il parere sarà espresso dalla stessa Autorità di bacino.

Le nuove opere di attraversamento, stradale o ferroviario, e comunque delle infrastrutture a rete, 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.

art. 38bis (Impianti di trattamento delle acque reflue, di gestione dei rifiuti e di approvvigionamento idropotabile) - L'Autorità di bacino definisce, con apposite direttive, le prescrizioni e gli indirizzi per la riduzione del rischio idraulico a cui sono soggetti gli impianti di trattamento delle acque reflue, le operazioni di smaltimento e recupero dei rifiuti e gli impianti di approvvigionamento idropotabile ubicati nelle fasce fluviali A e B.

I proprietari e i soggetti gestori di impianti esistenti di trattamento delle acque reflue, di potenzialità superiore a 2000 abitanti equivalenti, nonchè di impianti di smaltimento e recupero dei rifiuti e di impianti di approvvigionamento idropotabile, ubicati nelle fasce fluviali A e B predispongono, entro un anno dalla data di pubblicazione dell'atto di approvazione del Piano, una verifica del rischio idraulico a cui sono soggetti i suddetti impianti ed operazioni, sulla base delle direttive dell'Autorità di bacino. Gli stessi proprietari e soggetti gestori, in relazione ai risultati della verifica menzionata, individuano e progettano gli eventuali interventi di adeguamento necessari, sulla base delle richiamate direttive.

art. 38Ter (Impianti a rischio di incidenti rilevanti e impianti con materiali radioattivi) - L'Autorità di bacino definisce, con apposita direttiva, le prescrizioni e gli indirizzi per la riduzione del rischio idraulico e idrogeologico a cui sono soggetti gli stabilimenti, gli impianti e i depositi sottoposti alle disposizioni del D.Lgs. 17 marzo 1995 n. 230, così come modificato ed integrato dal D. Lgs. 26 maggio 2000 n. 241, e del D. Lgs. 17 agosto 1999 n. 334, qualora ubicati nelle fasce fluviali.

I proprietari e i soggetti gestori degli stabilimenti, degli impianti e dei depositi, predispongono, entro un anno dalla data di pubblicazione dell'atto di approvazione del Piano, una verifica del rischio idraulico e idrogeologico a cui sono soggetti i suddetti

stabilimenti, impianti e depositi, sulla base della direttiva dell'Autorità di bacino. La verifica viene inviata al Ministero dell'Ambiente, al Ministero dell'Industria, al Dipartimento della Protezione Civile, all'Autorità di bacino, alle Regioni, alle Province, alle Prefetture e ai Comuni. Gli stessi proprietari e soggetti gestori, in relazione ai risultati della verifica menzionata, individuano e progettano gli eventuali interventi di adeguamento necessari, sulla base della richiamata direttiva.

art. 39 (Interventi urbanistici e indirizzi alla pianificazione urbanistica) – 1) I territori delle Fasce A e B sono soggetti ai seguenti speciali vincoli e alle limitazioni che seguono, che divengono contenuto vincolante dell'adeguamento degli strumenti urbanistici comunali, per le ragioni di difesa del suolo e di tutela idrogeologica perseguite dal PAI:

a) le aree non edificate ed esterne al perimetro del centro edificato dei comuni, così come definito dalla successiva lett. c), sono destinate a vincolo speciale di tutela fluviale ai sensi dell'art. 5, comma 2, lett. a) della L. 17 agosto 1942, n. 1150;

b) alle aree esterne ai centri edificati, così come definiti alla seguente lettera c), si applicano le norme delle Fasce A e B, di cui ai successivi punti 3 e 4;

c) per centro edificato, ai fini dell'applicazione delle presenti Norme, si intende quello di cui all'art. 18 della L. 22 ottobre 1971, n. 865, ovvero le aree che al momento dell'approvazione del presente Piano siano edificate con continuità, compresi i lotti interclusi ed escluse le aree libere di frangia. Laddove sia necessario procedere alla delimitazione del centro edificato ovvero al suo aggiornamento, l'Amministrazione comunale procede all'approvazione del relativo perimetro.

2) All'interno dei centri edificati, così come definiti dal precedente punto 1, lett. c), si applicano le norme degli strumenti urbanistici generali vigenti; qualora all'interno dei centri edificati 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, qualora necessario, a modificare lo strumento urbanistico al fine di minimizzare tali condizioni di rischio.

3) Nei territori della Fascia A, sono esclusivamente consentite le opere relative a interventi di demolizione senza ricostruzione, manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo, come definiti all'art. 31, lett. a), b), c) della L. 5 agosto 1978, n. 457, senza aumento di superficie o volume, senza cambiamenti di destinazione d'uso che comportino aumento del carico insediativo e con interventi volti a mitigare la vulnerabilità dell'edificio.

4) Nei territori della Fascia B, sono inoltre esclusivamente consentite:

a) opere di nuova edificazione, di ampliamento e di ristrutturazione edilizia, comportanti anche aumento di superficie o volume, interessanti edifici per attività agricole e residenze rurali connesse alla conduzione aziendale, purché le superfici abitabili siano realizzate a quote compatibili con la piena di riferimento, previa rinuncia da parte del soggetto interessato al risarcimento in caso di danno o in presenza di copertura assicurativa;

b) interventi di ristrutturazione edilizia, comportanti anche sopraelevazione degli edifici con aumento di superficie o volume, non superiori a quelli potenzialmente allagabili, con contestuale dismissione d'uso di queste ultime e a condizione che gli stessi non aumentino il livello di rischio e non comportino significativo ostacolo o riduzione apprezzabile della capacità di invaso delle aree stesse, previa rinuncia da parte del soggetto interessato al risarcimento in caso di danno o in presenza di copertura assicurativa;

c) interventi di adeguamento igienico - funzionale degli edifici esistenti, ove necessario, per il rispetto della

legislazione in vigore anche in materia di sicurezza del lavoro connessi ad esigenze delle attività e degli usi in atto;

d) opere attinenti l'esercizio della navigazione e della portualità, commerciale e da diporto, qualora previsti nell'ambito del piano di settore, anche ai sensi dell'art. 20 delle Norme di Attuazione PAI.

5) La realizzazione di opere pubbliche o di interesse pubblico che possano limitare la capacità di invaso delle fasce fluviali, è soggetta ai procedimenti di cui all'art. 38 delle Norme di Attuazione PAI.

6) Fatto salvo quanto specificatamente disciplinato dalle precedenti Norme, i Comuni, in sede di adeguamento dei rispettivi strumenti urbanistici per renderli coerenti con le previsioni del PAI, nei termini previsti all'art. 27, comma 2, devono rispettare i seguenti indirizzi:

a) evitare nella Fascia A e contenere, nella Fascia B la localizzazione di opere pubbliche o di interesse pubblico destinate ad una fruizione collettiva;

b) favorire l'integrazione delle Fasce A e B nel contesto territoriale e ambientale, ricercando la massima coerenza possibile tra l'assetto delle aree urbanizzate e le aree comprese nella fascia;

c) favorire nelle fasce A e B, aree di primaria funzione idraulica e di tutela naturalistico-ambientale, il recupero, il miglioramento ambientale e naturale delle forme fluviali e morfologiche residue, ricercando la massima coerenza tra la destinazione naturalistica e l'assetto agricolo e forestale (ove presente) delle stesse.

7) Sono fatti salvi gli interventi già abilitati (o per i quali sia già stata presentata denuncia di inizio di attività ai sensi dell'art. 4, comma 7, del D.L. 5 ottobre 1993, n. 398, così come convertito in L. 4 dicembre 1993, n. 493 e successive modifiche) rispetto ai quali i relativi lavori siano già stati iniziati al momento di entrata in

vigore del presente Piano e vengano completati entro il termine di tre anni dalla data di inizio.

8) Sono fatte salve in ogni caso le disposizioni e gli atti amministrativi ai sensi delle leggi 9 luglio 1908, n. 445 e 2 febbraio 1974, n. 64, nonché quelli di cui al D.Lgs. 29 ottobre 1999 n. 490 e dell'art. 82 del D.P.R. 24 luglio 1977, n. 616 e successive modifiche e integrazioni.

9) Per le aree inserite all'interno dei territori protetti nazionali o regionali, definiti ai sensi della L. 6 dicembre 1991, n. 394 e successive modifiche e integrazioni e/o da specifiche leggi regionali in materia, gli Enti di gestione, in sede di formazione e adozione di strumenti di pianificazione d'area e territoriale o di loro varianti di adeguamento, sono tenuti, nell'ambito di un'intesa con l'Autorità di bacino, a conformare le loro previsioni alle delimitazioni e alle relative prescrizioni del presente Piano, specificatamente finalizzate alla messa in sicurezza dei territori.

art. 41 (Compatibilità delle attività estrattive) - Fatto salvo, qualora più restrittivo, quanto previsto dalle vigenti leggi di tutela, nei territori delle Fasce A e B le attività estrattive sono ammesse se individuate nell'ambito dei piani di settore o degli equivalenti documenti di programmazione redatti ai sensi delle leggi regionali. Restano comunque escluse dalla possibilità di attività estrattive le aree del demanio fluviale.

I piani di settore o gli equivalenti documenti di programmazione redatti ai sensi delle leggi regionali devono garantire che gli interventi estrattivi rispondano alle prescrizioni e ai criteri di compatibilità fissati nel presente PAI. In particolare deve essere assicurata l'assenza di interazioni negative con l'assetto delle opere idrauliche di difesa e con il regime delle falde freatiche presenti. I piani di settore o gli equivalenti documenti di programmazione redatti ai sensi delle leggi regionali devono inoltre verificare la compatibilità delle programmate attività estrattive sotto il profilo della convenienza di interesse pubblico comparata con riferimento

ad altre possibili aree di approvvigionamento alternative, site nel territorio regionale o provinciale, aventi minore impatto ambientale. I medesimi strumenti devono definire le modalità di ripristino delle aree estrattive e di manutenzione e gestione delle stesse, in coerenza con le finalità e gli effetti del PAI, a conclusione dell'attività. I piani di settore delle attività estrattive o gli equivalenti documenti di programmazione redatti ai sensi delle leggi regionali, vigenti alla data di approvazione del PAI, devono essere adeguati alle norme del Piano medesimo.

Gli interventi estrattivi non possono portare a modificazioni indotte direttamente o indirettamente sulla morfologia dell'alveo attivo, devono mantenere o migliorare le condizioni idrauliche e ambientali della fascia fluviale.

I piani di settore o gli equivalenti documenti di programmazione redatti ai sensi delle leggi regionali devono essere corredati da uno studio di compatibilità idraulico-ambientale, relativamente alle previsioni ricadenti nelle Fasce A e B, e comunicati all'atto dell'adozione all'Autorità idraulica competente e all'Autorità di bacino che esprime un parere di compatibilità con la pianificazione di bacino.

In mancanza degli strumenti di pianificazione di settore, o degli equivalenti documenti di programmazione redatti ai sensi delle leggi regionali, e in via transitoria, per un periodo massimo di due anni dall'approvazione del PAI, è consentito procedere a eventuali ampliamenti delle attività estrattive esistenti, per garantire la continuità del soddisfacimento dei fabbisogni a livello locale, previa verifica della coerenza dei progetti con le finalità del presente Piano.

Nei territori delle Fasce A, B e C sono consentiti spostamenti degli impianti di trattamento dei materiali di coltivazione, nell'ambito dell'area autorizzata all'esercizio dell'attività di cava, limitatamente al periodo di coltivazione della cava stessa.

Ai fini delle esigenze di attuazione e aggiornamento del PAI, le Regioni attuano e mantengono aggiornato un catasto delle attività estrattive ricadenti nelle fasce fluviali con funzioni di monitoraggio e controllo. Per le cave ubicate all'interno delle fasce fluviali il monitoraggio deve segnalare eventuali interazioni sulla dinamica dell'alveo, specifici fenomeni eventualmente connessi al manifestarsi di piene che abbiano interessato l'area di cava e le interazioni sulle componenti ambientali.

Area di inondazione per piena catastrofica (Fascia C)

La Fascia C delimita le aree interessate da piena catastrofica lungo il Fiume Olona e lungo il T.te Tenore a valle dalla località di Peveranza.

Nella Fascia C (art. 31 NdA PAI) il Piano persegue l'obiettivo di integrare il livello di sicurezza alle popolazioni, mediante la predisposizione prioritaria da parte degli Enti competenti ai sensi della L. 24 febbraio 1992, n. 225 e quindi da parte delle Regioni o delle Province, di Programmi di previsione e prevenzione, tenuto conto delle ipotesi di rischio derivanti dalle indicazioni del presente Piano.

In relazione all'art. 13 della L. 24 febbraio 1992, n. 225, è affidato alle Province, sulla base delle competenze ad esse attribuite dagli artt. 14 e 15 della L. 8 giugno 1990, n. 142, di assicurare lo svolgimento dei compiti relativi alla rilevazione, alla raccolta e alla elaborazione dei dati interessanti la protezione civile, nonché alla realizzazione dei Programmi di previsione e prevenzione sopra menzionati. Gli organi tecnici dell'Autorità di bacino e delle Regioni si pongono come struttura di servizio nell'ambito delle proprie competenze, a favore delle Province interessate per le finalità ora menzionate. Le Regioni e le Province, nell'ambito delle rispettive competenze, curano ogni opportuno raccordo con i Comuni interessati per territorio per la stesura dei

piani comunali di protezione civile, con riferimento all'art. 15 della L. 24 febbraio 1992, n. 225.

Compete agli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica, regolamentare le attività consentite, i limiti e i divieti per i territori ricadenti in fascia C.

Limite di progetto tra la Fascia B e la Fascia C

E' posto:

- lungo il Fiume Olona in corrispondenza del tratto che attraversa l'area dimessa dell'ex cartiera;
- lungo il T.te Tenore per tutto il tratto a monte dell'attraversamento di via Torino (Loc. Peveranza);
- lungo tutto il corso del T.te Rile.

Nei territori della Fascia C delimitati con segno grafico indicato come "limite di progetto tra la Fascia B e la Fascia C" nelle tavole grafiche (art. 31 comma 5), per i quali non siano in vigore misure di salvaguardia ai sensi dell'art. 17, comma 6, della L. 183/1989, i Comuni competenti, in sede di adeguamento degli strumenti urbanistici, entro il termine fissato dal suddetto art. 17, comma 6, ed anche sulla base degli indirizzi emanati dalle Regioni ai sensi del medesimo art. 17, comma 6, 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 presenti Norme relative alla Fascia B, nel rispetto di quanto previsto dall'art. 1, comma 1, let. b), del D.L. n. 279/2000 convertito, con modificazioni, in L. 365/2000.

In aggiornamento del quadro del dissesto presente nel SIT regionale (Carta inventario dei Fenomeni franosi della Regione Lombardia) è stato proposto un elemento valutato in base a rilievi di terreno e studi di dettaglio; si tratta della frana lungo via Barlam, classificata, secondo la legenda uniformata PAI, come frana quiescente (*Tav. n. 7*).

Aree di frana quiescente (Fq): è stata compresa entro questa categoria la frana lungo via Barlam: si tratta di un fenomeno complesso rappresentato da colate di detrito e crolli di blocchi.

Nelle aree Fq, oltre agli interventi previsti per le aree di frana attiva, sono consentiti (art. 9, comma 3 delle Norme di Attuazione del PAI)

- gli interventi di manutenzione straordinaria, di restauro e di risanamento conservativo, così come definiti alle lettere b) e c) dell'art. 27, comma 1 della L.R. 12/05, senza aumenti di superficie e volume;
- gli interventi di ampliamento degli edifici esistenti per adeguamento igienico funzionale;
- gli interventi di ampliamento e ristrutturazione di edifici esistenti, nonché di nuova costruzione, purchè consentiti dallo strumento urbanistico adeguato al presente Piano ai sensi e per gli effetti dell'art. 18, fatto salvo quanto disposto dalle linee successive;
- la realizzazione di nuovi impianti di trattamento delle acque reflue e l'ampliamento di quelli esistenti, previo studio di compatibilità dell'opera con lo stato di dissesto esistente validato dall'Autorità competente; sono comunque escluse la realizzazione di nuovi impianti di smaltimento e recupero dei rifiuti, l'ampliamento degli stessi impianti esistenti, l'esercizio delle operazioni di smaltimento e recupero dei rifiuti, così come definiti dal D. Lgs. 5 febbraio 1997, n. 22. E' consentito l'esercizio delle operazioni di smaltimento e recupero dei rifiuti già autorizzate ai sensi dello stesso D.Lgs. 22/1997 (o per le quali sia stata presentata comunicazione di inizio attività, nel rispetto delle norme tecniche e dei requisiti specificati all'art. 31 del D.Lgs. 22/1997) alla data di entrata in vigore del Piano, limitatamente alla durata dell'autorizzazione stessa. Tale autorizzazione può essere

rinnovata fino ad esaurimento della capacità residua derivante dalla autorizzazione originaria per le discariche e fino al termine della vita tecnica per gli impianti a tecnologia complessa, previo studio di compatibilità validato dall'Autorità competente. Alla scadenza devono essere effettuate le operazioni di messa in sicurezza e ripristino del sito, così come definite all'art. 6 del suddetto decreto legislativo.

10.2 VINCOLI DI POLIZIA IDRAULICA

Sono riportate le fasce di rispetto dei corsi d'acqua comunali, ai sensi della D.G.R. 25 gennaio 2002 n. 7/7868 e successive modificazioni, così come perimetrate nell'apposito studio promosso dal Comune. Fino all'espressione favorevole della Sede Territoriale Regionale competente, e fino al recepimento del predetto studio mediante variante urbanistica, sulle acque pubbliche, così come definite dalla Legge 5 gennaio 1994 n. 36 e relativo regolamento, valgono le disposizioni di cui al Regio Decreto 25 luglio 1904 n. 523, ed in particolare al divieto di edificazione ad una distanza inferiore a 10 m.

Fascia di rispetto

Per tutti i corsi d'acqua la perimetrazione della fascia ha seguito un criterio geometrico, con estensione minima di m 10 dal ciglio spondale.

Al fine di garantire una corretta accessibilità alle aree, oltre ad evitare ostruzioni alle possibili aree di divagazione dei corsi d'acqua, nonché una gestione razionale del territorio e della risorsa idrica, si definiscono le attività vietate o realizzabili previa verifica ed autorizzazione comunale.

a.1) *Sono lavori ed attività vietate*

- Lo scavo, il riporto, la trasformazione morfologica delle aree

- Le piantagioni di alberi, siepi ed arbusti; lo sradicamento di piante e ceppaie oltre a qualsiasi attività agricola.
- La costruzione di muri anche non sporgenti dal piano campagna.
- La realizzazione di pescaie e chiuse.
- La posa di tralicci, pali, teleferiche, a carattere permanente.
- La realizzazione di impianti di smaltimento rifiuti, discariche e cave.
- Sono ammesse le recinzioni su paletti e reti a distanza inferiore a 4 metri dal piede esterno dell'argine fermo restando il divieto assoluto da 0 a 4 metri.
- Qualunque intervento che possa essere di danno alle sponde e/o alle opere di difesa esistenti.

a.2) *Interventi ammessi previa valutazione di compatibilità e successiva autorizzazione da parte dell'Amministrazione Comunale.*

Sono lavori ed attività ammessi:

- Interventi di regimazione idraulica con o senza occupazione di suolo demaniale, finalizzati ad interventi di protezione, difesa e manutenzione del corso d'acqua.
- Ripristino terrazzamenti e strutture di stabilizzazione territoriale esistenti e realizzazione di nuove opere di difesa e consolidamento, realizzate anche da privati, purché supportati da studio e verifica di compatibilità che documenti l'effettiva necessità e l'assenza di interferenze negative sull'assetto idrologico-idraulico e idrogeologico.
- Scarichi nei corsi d'acqua, realizzati nel rispetto della vigente normativa ovvero nei limiti di portata previsti dal D.Lgs 11 maggio 1999 n. 152 e DGR n. 7/7868 del 25/01/2002, previa valutazione della capacità del corpo idrico a smaltire le portate scaricate.

- Infrastrutture di pubblico interesse se non altrimenti localizzabili.

a.3) *Interventi relativi ad edifici strutture ed infrastrutture esistenti*

- La previsione degli interventi edilizi per quanto riguarda gli aspetti geologici dovrà far riferimento alla D.G.R. del 28/05/2008 n° 8/7374.
- Sono possibili interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria.

10.3 AREE DI SALVAGUARDIA DELLE CAPTAZIONI AD USO IDROPOTABILE

Sono riportate le aree di tutela assoluta e di rispetto, ai sensi del D.Lgs. 258/2000, art. 5, dei pozzi che ricadono sul territorio comunale.

L'***area di tutela assoluta*** (art. 94 comma 3 D.Lgs. 152/2006) è costituita dall'area immediatamente circostante la captazione: essa deve avere una estensione di almeno dieci metri di raggio dal punto di captazione, deve essere adeguatamente protetta (recinzioni; sistemi di allontanamento delle acque meteoriche; impermeabilizzazione del terreno superficiale; difesa da esondazioni di corpi idrici superficiali) e adibita esclusivamente ad opere di captazione o presa e ad infrastrutture di servizio.

L'***area di rispetto*** è rappresentata dalla porzione di territorio circostante la zona di tutela assoluta; nel caso dei pozzi del Comune di Cairate, è stata perimetrata con il criterio temporale (isocrona a 60 gg) approvata dall'ATO con autorizzazione del 08-01-2009 (Prot. N. 39).

Quest'area deve essere sottoposta a vincoli e destinazioni d'uso tali da tutelare qualitativamente e quantitativamente la risorsa idrica captata (art. 94 comma 4 D.Lgs. 152/2006). In particolare

nella zona di rispetto sono vietati l'insediamento dei seguenti centri di pericolo e lo svolgimento delle seguenti attività:

a. dispersione di fanghi ed acque reflue, anche se depurati;
b. accumulo di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi;
c. spandimento di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi, salvo che l'impiego di tali sostanze sia effettuato sulla base delle indicazioni di uno specifico piano di utilizzazione che tenga conto della natura dei suoli, delle colture compatibili, delle tecniche agronomiche impiegate e della vulnerabilità delle risorse idriche;
d. 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 della estrazione ed alla protezione delle caratteristiche quali-quantitative della risorsa idrica;
h. gestione di rifiuti;
i. stoccaggio di prodotti ovvero sostanze chimiche pericolose e sostanze radioattive;
l. centri di raccolta, demolizione e rottamazione di autoveicoli;
m. pozzi perdenti;
n. pascolo e stabulazione di bestiame che ecceda i 170 chilogrammi per ettaro di azoto presente negli effluenti, al netto delle perdite di stoccaggio e distribuzione. E' comunque vietata la stabulazione di bestiame nella zona di rispetto ristretta.

Per gli insediamenti o le attività di cui ai punti precedenti, 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.

All'interno delle zone di rispetto le seguenti strutture od attività:

a) fognature;
b) edilizia residenziale e relative opere di urbanizzazione;
c) opere viarie, ferroviarie ed in genere infrastrutture di servizio;
d) le pratiche agronomiche e i contenuti dei piani di utilizzazione di cui alla lettera c) del comma 5.

sono disciplinate dalla D.G.R. 10 aprile 2003, n. 7/12693: "Direttive per la disciplina delle attività all'interno delle aree di rispetto, art. 21, comma 6, del D.Lgs. 152/99 e successive modificazioni".

In particolare al fine di proteggere le risorse idriche captate il Comune dovrebbe favorire, nel proprio strumento di pianificazione, la destinazione della zona di rispetto dei pozzi a "verde pubblico", ad area agricola o ad usi residenziali a bassa densità abitativa.

Nella cartografia dei vincoli sono inoltre incluse le perimetrazioni delle zone di rispetto di pozzi situati in Comuni limitrofi che ricadono però all'interno del territorio comunale; si tratta nel dettaglio dei seguenti pozzi:

- pozzo "Cadorna" a servizio dell'acquedotto del Comune di Fagnano Olona, perimetrato con criterio geometrico;
- pozzo "Folletta" a servizio dell'acquedotto del Comune di Lonate Ceppino, perimetrato con criterio geometrico;
- pozzo "Briscitt" a servizio dell'acquedotto del Comune di Castelseprio, perimetrato con criterio geometrico;

11 SINTESI

11.1 INTRODUZIONE

La carta di sintesi (*Tav n. 9*), redatta in scala 1:5.000, rappresenta il risultato della precedente fase di analisi, permettendo la visualizzazione degli elementi più significativi emersi dallo studio.

Tale documento, in conformità alle specifiche tecniche di cui alle direttive regionali in attuazione della L.R. 12/05 e alle linee guida metodologiche ed alle indicazioni classificative ivi contenute è stato elaborato attraverso la sovrapposizione dei singoli tematismi considerati, che sono parsi i più idonei per descrivere compiutamente le caratteristiche del territorio comunale. Gli elementi geo-ambientali riportati nella cartografia di dettaglio sono stati raggruppati secondo tematiche simili tenendo conto dei fattori prevalenti, sia in senso qualitativo sia quantitativo, al fine di fornire un quadro sintetico dello stato del territorio.

La carta di sintesi riporta una zonizzazione del territorio comunale, che consente di visualizzare la pericolosità geologica intrinseca dei vari settori e di tradurla in termini d'idoneità all'utilizzazione urbanistica. All'interno della direttiva vengono elencate tutte le possibili classi entro cui porre le aree sensibili.

Per rendere più agevole la lettura, le categorie riportate nella delibera sono state suddivise in classi e numerate progressivamente.

A)	AREE PERICOLOSE DAL PUNTO DI VISTA DELL'INSTABILITÀ DEI VERSANTI	Classe di fattibilità
A.1	Aree soggette a crolli di massi (distacco e accumulo)	4
A.2	Aree interessate da distacco e rotolamento di blocchi provenienti da depositi superficiali	4
A.3	Aree di frana attiva (scivolamenti, colate ed espansioni laterali)	4
A.4	Aree in frana quiescente (scivolamenti, colate ed espansioni laterali)	4
A.5	Aree a franosità superficiale attiva diffusa (scivolamenti, soliflusso)	4
A.6	Aree a pericolosità potenziale per grandi frane complesse	4
A.7	Aree in erosione accelerata (calanchi, ruscellamento in depositi superficiali o rocce deboli)	4
A.8	Aree interessate da trasporto in massa e flussi di detrito su conoide	4*
A.9	Aree a pericolosità potenziale per crolli a causa della presenza di pareti in roccia fratturata e stimata o calcolata area di influenza	4
A.10	Aree a pericolosità potenziale legata a orientazione sfavorevole della stratificazione in roccia debole e stimata o calcolata area di influenza	3
A.11	Aree a pericolosità potenziale legata a possibilità di innesco di colate in detrito e terreno valutate o calcolate in base alla pendenza e alle caratteristiche geotecniche dei terreni	3
A.12	Aree di percorsi potenziali di colate di detrito e terreno	4*
A.13	Aree a pericolosità potenziale legate alla presenza di terreni a granulometria fine (limi e argille) su pendii inclinati, comprensive delle aree di possibile accumulo	3
A.14	Aree interessate da valanghe già avvenute	4
A.15	Aree a probabile localizzazione di valanghe potenziali	4
A.16	Aree protette da interventi di difesa efficaci ed efficienti	3
A.17	Aree estrattive attive o dimesse non ancora recuperate, comprendendo una fascia di rispetto da valutare in base alle condizioni di stabilità dell'area	3
A. …	Altro	

B)	AREE VULNERABILI DAL PUNTO DI VISTA IDROGEOLOGICO	Classe di fattibilità
B.1	Aree ad elevata vulnerabilità degli acquiferi definite nell'ambito dello studio o nei piani di tutela di cui al D-Lgs 258/2000	3
B.2	Aree con emergenze idriche diffuse (fontanili, sorgenti)	4
B.3	Aree a bassa soggiacenza della falda o con presenza di falde sospese	3
B.4	Aree interessate da carsismo profondo con presenza di inghiottitoi e doline	4
B.5	Aree interessate da intensa fratturazione (faglie, famiglie di fratture, etc.)	
B. …	Altro	

C)	AREE VULNERABILI DAL PUNTO DI VISTA IDRAULICO	Classe di fattibilità
C.1	Aree ripetutamente allagate in occasione di precedenti eventi alluvionali o frequentemente inondabili (indicativamente con tempi di ritorno inferiori a 20 – 50 anni), con significativi valori di velocità e/o altezze d'acqua o con consistenti fenomeni di trasporto solido	4
C.2	Aree allagate in occasione di eventi meteorici eccezionali o allagabili con minore frequenza (indicativamente tempi di ritorno superiori a 100 anni) e/o con modesti valori di velocità ed altezze d'acqua tali da non pregiudicare l'incolumità delle persone, la funzionalità di edifici e infrastrutture e lo svolgimento di attività economiche	3
C.3	Aree potenzialmente inondabili individuate con criteri geomorfologici tenendo conto delle criticità derivanti da punti di debolezze delle strutture di contenimento quali tratti di sponde in erosione, punti di possibile tracimazione, sovralluvionamenti, sezioni di deflusso insufficienti anche a causa della presenza di depositi di materiale vario in alveo o in sua prossimità, etc.	4
C.4	Aree già allagate in occasione di precedenti eventi alluvionali nelle quali non siano state realizzate opere di difesa e quando non è possibile definire un tempo di ritorno	4
C.5	Aree soggette ad esondazione lacuale	3
C.6	Aree protette da interventi di difesa dalle esondazioni	3

	efficaci ed efficienti, delle quali sia stato verificato il corretto dimensionamento secondo i criteri di cui all'allegato 3 (con portate solido-liquide aventi tempo di ritorno almeno centennale)	
C.7	Aree interessabili da fenomeni di erosione fluviale e non idoneamente protette da interventi di difesa	4
C.8	Aree adiacenti a corsi d'acqua da mantenere a disposizione per consentire l'accessibilità per interventi di manutenzione e per la realizzazione di opere di difesa	4
C.9	Aree potenzialmente interessate da flussi di detrito in corrispondenza dei conoidi pedemontani di raccordo collina - pianura	3
C. ..	Altro	

D)	**AREE CHE PRESENTANO SCADENTI CARATTERISTICHE GEOTECNICHE**	**Classe di fattibilità**
D.1	Aree di possibile ristagno, torbose e paludose	3
D.2	Aree prevalentemente limo-argillose con limitata capacità portante (riportare gli spessori)	3
D.3	Aree con consistenti disomogeneità tessiturali verticali e laterali (indicare le ampiezze)	3
D.4	Aree con riporti di materiale, aree colmate	3
D. …	Altro	

*Classi di ingresso di fattibilità che non possono essere variate

Le aree che non rientrano in nessuna delle classi di sintesi in tabella sono state inserite in una *classe F* (*aree senza particolari fenomeni geologici e geomorfologici*), caratterizzata per la non rilevante presenza di fenomeni geologici e geomorfologici. A questa categoria di sintesi, suddivisa in due classi in funzione dell'acclività, vengono poi attribuite una classe di fattibilità 2 (*Fattibilità con modeste limitazioni*) e 1 (*Fattibilità senza particolari limitazioni*).

11.2 AMBITI DI PERICOLOSITÀ E VULNERABILITÀ RINVENUTI SUL TERRITORIO COMUNALE

Qui di seguito sono elencate le classi effettivamente rinvenibili sul territorio del Comune di Cairate:

- ***A: aree pericolose dal punto di vista dell'instabilità dei versanti:***
  - *A.4: Aree di frana quiescente.*
  - *A.5: Aree a franosità superficiale attiva diffusa.*
  - *A.11: Aree a pericolosità potenziale legata a possibilità di innesco di colate in detrito e terreno.*
  - *A.16: Altre aree: area di tutela assoluta per naturale arretramento dell'orlo di scarpata.*

- ***B: aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico:***
  - *B.1: Aree ad alta vulnerabilità dell'acquifero superficiale.*

- ***C: aree vulnerabili dal punto di vista idraulico:***
  - *C.1: Aree frequentemente inondabili.*
  - *C.2: Aree allagabili con minor frequenza.*
  - *C.7: Aree interessabili da fenomeni di erosione fluviale.*

- ***D: aree che presentano scadenti caratteristiche geotecniche:***
  - *D.2: Aree prevalentemente limo-argillose con limitata capacità portante (2-10 m di spessore).*

- ***F: Aree senza particolari fenomeni geologici e geomorfologici:***
  - *F.1: Aree moderatamente acclivi interessate da limitati fenomeni di dilavamento*

- *F.2: Aree pianeggianti con fenomeni geologici ed idrogeologici non rilevanti*

Le varie classi sono descritte di seguito indicando le tipologie di dissesto che le interessano con riferimenti geografici per la loro individuazione nelle cartografie tematiche relative (*Tav. n. 9)*.

11.3 DESCRIZIONE DEGLI ELEMENTI DI SINTESI

A) Aree pericolose dal punto di vista dell'instabilità dei versanti

Le aree appartenenti a questa tipologia comprendono sia i settori interessati da fenomeni di instabilità in atto (delimitabili in base ad evidenze di terreno e/o ad informazioni storiche) sia quelli potenzialmente instabili.

A.4: AREE DI FRANA QUIESCENTE

Si tratta dell'area in frana lungo via Barlam; l'area è soggetta a periodici scivolamenti di detrito e crolli, specialmente in occasione di eventi meteorici intensi; è stata perimetrata sia l'area direttamente coinvolta dai fenomeni di dissesto, sia il suo intorno potenzialmente interessato dagli stessi fenomeni e dal loro allargamento.

A.5: AREE A FRANOSITÀ SUPERFICIALE ATTIVA DIFFUSA (SOLIFLUSSO)

Appartengono a questa classe i versanti della valle del Fiume Olona, per i quali è stata stimata una pericolosità medio alta (H3 – H4 – H5). A causa delle loro caratteristiche litologiche e della marcata acclività queste aree sono diffusamente interessate da movimenti superficiali della copertura eluvio colluviale, che comportano una lenta evoluzione del versante stesso; localmente possono verificarsi anche piccoli crolli di blocchi rocciosi provenienti

dalle pareti conglomeratiche del Ceppo e colate detritiche lungo gli assi di drenaggio preferenziale.

A.11: AREE A PERICOLOSITÀ POTENZIALE LEGATA A POSSIBILITÀ DI INNESCO DI COLATE IN DETRITO E TERRENO

Rientrano in questa categoria i versanti collinari del settore nord occidentale, con particolare riguardo alle principali incisioni vallive che tagliano il pianalto a tergo delle frazioni di Peveranza e Bolladello. In questo settore l'acclività e la presenza di coperture formate da depositi sciolti, creano una situazione di potenziale pericolo, specialmente in caso di eventi meteorologici eccezionali o in caso di interventi antropici destabilizzanti, con possibilità di innesco di movimenti franosi o di lenta evoluzione, per soliflusso, del versante.

A.16: ALTRE AREE: AREA DI TUTELA ASSOLUTA PER NATURALE ARRETRAMENTO DELL'ORLO DI SCARPATA

Appartengono a questa categoria le zone adiacenti all'orlo della scarpata de Fiume Olona sino ad una distanza di 10 m come tutela da processi di arretramento dell'orlo del terrazzo.

B) Aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico

Ricadono in questa classe di sintesi quelle aree con caratteristiche connesse alla presenza di acquiferi che possono essere captati o meno, vulnerabili o protetti, emergenti o sotterranei.

In questo contesto sono state delimitate delle aree di protezione atte a salvaguardare gli acquiferi sfruttati:

B.1: AREE AD ALTA VULNERABILITÀ DELL'ACQUIFERO SUPERFICIALE

L'area così classificata comprende il fondovalle del Fiume Olona; la vulnerabilità dell'acquifero è data dalla bassa soggiacenza della

falda superficiale (3 ÷ 10 metri) e dalle caratteristiche della copertura e del non saturo (suoli a tessitura medio grossolana, assenza di orizzonti impermeabili). Questo acquifero, attraversato da numerosi pozzi, non è utilizzato a scopo idropotabile.

C) Aree vulnerabili dal punto di vista idraulico

C.1: AREE FREQUENTEMENTE INONDABILI

Sono state inserite in tale categoria di sintesi quelle aree che, in base alle risultanze degli studi idraulici di dettaglio del Fiume Olona e del T.te Tenore, sono interessate da fenomeni di esondazione con tempi di ritorno fino a 50 anni e con pericolosità alta, caratterizzate da significativi valori di altezza d'acqua e velocità della corrente che determinano condizioni di rischio elevato.

In questa categoria vengono anche comprese tutte le aree perimetrate dal PAI come Fascia A lungo il T.te Rile, il T.te Tenore ed il Fiume Olona.

C.2: AREE ALLAGABILI CON MINOR FREQUENZA

Questa categoria di sintesi è stata suddivisa in due sottogruppi:

- ***C.2a***: comprende le aree che in base alle risultanze degli studi idraulici di dettaglio del Fiume Olona e del T.te Tenore sono interessate da fenomeni di esondazione con tempi di ritorno fino a 200 anni e caratterizzate da pericolosità media e bassa, con valori di velocità e altezza dell'acqua tali da non pregiudicare l'incolumità delle persone, la funzionalità di edifici e infrastrutture e lo svolgimento di attività economiche;
- ***C.2b***: in questa categoria ricadono le aree che, sempre in base ai risultati degli studi idraulici di dettaglio, sono caratterizzate dalle classi di rischio R0 (Rischio residuo) ed R1, oppure comprese entro la Fascia C per le quali non sono state evidenziate condizioni di rischio.

C.7: AREE INTERESSABILI DA FENOMENI DI EROSIONE FLUVIALE

Queste aree sono localizzate in corrispondenza di piccoli torrenti a carattere temporaneo lungo i quali si possono realizzare, in occasione di eventi pluviometrici intensi, fenomeni di erosione con piccoli smottamenti delle sponde, fenomeni di esondazione e trasporto in massa.

L'area perimetrata coincide con la fascia di più stretta pertinenza di questi corsi d'acqua, direttamente interessata dai fenomeni sopra descritti.

D) Aree che presentano scadenti caratteristiche geotecniche

D.2: AREE PREVALENTEMENTE LIMO-ARGILLOSE CON LIMITATA CAPACITÀ PORTANTE.

In questa classe si possono identificare le aree dei rilievi collinari del pianalto Nord-occidentale a tergo di Peveranza e Bolladello che, a causa di consistenti spessori di depositi limo-argillosi (coperture loessiche), presentano caratteristiche geotecniche scadenti. Sono inoltre comprese le aree di scarpata del Fiume Olona e di alcune modeste rotture di pendenza ad Est di Peveranza e Bolladello, anche se caratterizzate da spessori più modesti.

F) Aree senza particolari fenomeni geologici e geomorfologici

Si tratta di quei settori del territorio comunale dove non sono stati riscontrati fenomeni di carattere geologico e geomorfologico particolarmente incidenti. Sono state distinte due categorie in funzione dell'acclività media:

F.1: AREE MODERATAMENTE ACCLIVI INTERESSATE DA LIMITATI FENOMENI DI DILAVAMENTO

Sono state delimitate le aree che presentano pendenze basse (fino a 15°). Queste aree non mostrano particolari fenomeni di instabilità (si segnalano solo fenomeni di ruscellamento diffuso). Queste zone vanno comunque trattate con cautela per la loro morfologia che potrebbe dare adito a dissesti, specialmente in caso di eventi meteorologici eccezionali o in caso di interventi antropici destabilizzanti. Si tratta di alcuni settori collinari e di una porzione della scarpata del Fiume Olona.

F.2: AREE PIANEGGIANTI CON FENOMENI GEOLOGICI ED IDROGEOLOGICI NON RILEVANTI

Rientrano in questa categoria di sintesi quelle aree pianeggianti che non mostrano particolari fenomeni d'instabilità potenziali o in atto. Caratterizzano la parte centrale del territorio comunale di Cairate, sulla quale sorge il centro abitato.

12 FATTIBILITÀ GEOLOGICA

Il territorio comunale è stato suddiviso in quattro classi di fattibilità geologica in base a valutazioni incrociate dei fattori di maggior incidenza sulle modificazioni del territorio e dell'ambiente (riportati nelle carte tematiche) e rappresenta la diretta conseguenza della carta di sintesi, dalla quale sono state ricavate le tematiche e le proposte di perimetrazione.

Tali classi sono:

- *classe di fattibilità senza particolari limitazioni* (1)*;*
- *classe di fattibilità con modeste limitazioni (2);*
- *classe di fattibilità con consistenti limitazioni* (3)*;*
- *classe di fattibilità con gravi limitazioni* (4)*.*

Vengono inoltre fornite, *per ogni classe di fattibilità*, indicazioni generali in riferimento alle *cautele* e alle *indagini* necessarie, da *effettuarsi preventivamente all'intervento edificatorio e non in fase esecutiva.*

Si fa inoltre presente che per le porzioni di territorio dove esistono diverse normative d'uso, in relazione a vari fattori di pericolosità sovrapposti, vigono le norme più restrittive.

Per le aree ricadenti all'interno delle fasce fluviali PAI bisognerà attenersi a quanto indicato nelle Norme attuative previste dal Progetto di Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) – (Interventi sulla rete idrografica e sui versanti, Legge 18 Maggio 1989, n. 183, art. 17, comma 6-ter), in particolare art. 1, commi 5 e 6, art. 29, comma 2, art. 30, comma 2, art. 31, commi 3 e 4, art. 38, art. 38bis, art. 39, commi dall'1 al 6 e art. 41.

12.1 PREMESSA

Gli elementi riportati sulla cartografia di sintesi incidono sulla determinazione della *"pericolosità geologica".*

Per ogni classe di fattibilità vengono descritte le tematiche prevalenti e vengono posti in evidenza le indagini e gli studi da effettuare per un'adeguata definizione dei fenomeni ai fini edificatori.

Nelle classi a gravi limitazioni sono evidenziati gli interventi necessari alla riduzione del rischio geologico connesso a specifiche problematiche.

12.2 FATTIBILITÀ SENZA PARTICOLARI LIMITAZIONI (CLASSE 1)

La classe comprende quelle aree che non presentano particolari limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso.

Per tali zone dovranno comunque essere rispettate le prescrizioni dettate dal *D.M. 14.01.2008 "Norme tecniche per le costruzioni"*, verificando a scala locale la presenza di eventuali elementi di pericolosità.

Ricade in questa classe la seguente unità di sintesi:

<u>1-F: AREE A DEBOLE VULNERABILITÀ GEOLOGICA</u>

- *F.2: Aree pianeggianti con fenomeni geologici ed idrogeologici non rilevanti*

12.3 FATTIBILITÀ CON MODESTE LIMITAZIONI (CLASSE 2)

La classe comprende le zone nelle quali sono state riscontrate modeste limitazioni alla modifica delle destinazioni d'uso dei terreni. Sono tuttavia indicate le specifiche costruttive degli interventi edificatori e gli eventuali approfondimenti per la mitigazione del rischio.

Ricadono in questa classe le aree comprese nelle seguenti tipologie di pericolosità, con le relative unità di sintesi:

2-F: AREE A DEBOLE VULNERABILITÀ GEOLOGICA

- *F.1: Aree moderatamente acclivi interessate da limitati fenomeni di dilavamento*

Gli interventi che implicano modifiche alla destinazione d'uso e/o la realizzazione di opere di nuova edificazione, pur non essendo stati individuati fenomeni geologici e geomorfologici di rilievo, devono prevedere uno *studio geologico di approfondimento* che valuti oltre alle caratteristiche litologiche dell'area anche la presenza di fenomeni geomorfologici attivi e il grado di stabilità naturale del pendio, al fine di stabilire le reali condizioni di pericolosità e gli eventuali accorgimenti per garantire le necessarie condizioni di sicurezza del versante e dell'opera in progetto; particolare attenzione dovrà essere posta alle modalità di smaltimento delle acque meteoriche ed al rapporto tra opera e versante in relazione al possibile verificarsi di instabilità dei terreni oggetto di modifica morfologica.

In linea generale non dovranno essere previsti interventi che favoriscano lo scorrimento non controllato delle acque con susseguente erosione lungo il versante e che impediscano l'assorbimento naturale nel sottosuolo.

Si dovrà inoltre porre attenzione alla profondità di riscontro di eventuali acquiferi superficiali e alle modalità di smaltimento delle acque.

2-C: AREE VULNERABILI DAL PUNTO DI VISTA IDRAULICO

- *C.2b: Aree allagabili con minor frequenza*

Nelle aree caratterizzate da livelli di rischio R0 ed R1, l'effetto potenziale del passaggio dell'onda di piena può concretizzarsi nella formazione di un battente idrico di limitate proporzioni, e con

velocità prossima a 0,0 m/s. Inoltre, la stessa probabilità di occorrenza dell'evento di piena può essere considerata remota, essendo caratterizzata da tempi di ritorno di norma superiori ai 200 anni. In queste condizioni, il danno atteso può essere considerato complessivamente modesto e legato principalmente al possibile allagamento degli ambienti posti al di sotto del piano campagna.

L'attività edilizia non sarà soggetta a limitazioni particolari, ma dovranno essere valutati nel dettaglio, tramite apposito *studio geologico*, le interazioni tra le caratteristiche geologiche del sito e le condizioni di pericolosità idraulica al fine di indicare gli eventuali accorgimenti progettuali per una adeguata protezione delle opere, con particolare attenzione agli ambienti interrati.

Per quanto riguarda l'esercizio di attività produttive a carattere artigianale e/o industriale, si ritiene in ogni caso opportuna l'espressione di un giudizio di compatibilità dell'attività esercitata con le condizioni di rischio idraulico esistenti.

Si ricorda inoltre che le aree ricadenti entro il limite esterno di Fascia C sono soggette all'applicazione dell'art. 31 delle N.d.A. del PAI.

12.4 FATTIBILITÀ CON CONSISTENTI LIMITAZIONI (CLASSE 3)

La classe comprende le zone nelle quali sono state riscontrate consistenti limitazioni alla modifica delle destinazioni d'uso dei terreni per le condizioni di pericolosità/vulnerabilità individuate.

L'utilizzo di queste aree sarà subordinato alla realizzazione di indagini supplementari al fine di accertare la compatibilità degli interventi con le situazioni di dissesto in atto o potenziali e individuare di conseguenza le prescrizioni di dettaglio per procedere o meno all'edificazione.

Le aree a consistenti limitazioni sono contraddistinte dalle seguenti tipologie di pericolosità e dalle relative unità di sintesi:

3-A AREE PERICOLOSE DAL PUNTO DI VISTA DELL'INSTABILITÀ DEI VERSANTI

- *A.11: Aree a pericolosità potenziale legata a possibilità di innesco di colate in detrito e terreno;*
- *A.16: Altre aree: aree di tutela assoluta per naturale arretramento dell'orlo di scarpata*

All'interno di queste aree dovranno essere previsti indirizzi urbanistici volti alla limitazione del carico insediativo sul territorio (piccola edilizia residenziale e/o produttiva): si tratta infatti di aree che possono potenzialmente dare luogo a fenomeni di dissesto, specialmente in caso di incontrollata modifica dell'assetto morfologico.

Nella classe A.11 ogni nuova opera edificatoria andrà supportata da una specifica *relazione geologica* che definisca nel dettaglio, attraverso rilievi e prove in sito e/o di laboratorio, le locali caratteristiche stratigrafiche, i processi geomorfologici agenti e le proprietà dei materiali in modo da valutare puntualmente le condizioni di stabilità naturale e in relazione all'opera da realizzarsi. Particolari attenzioni dovranno inoltre essere poste al controllo delle acque superficiali, al fine di evitare fenomeni di ruscellamento incontrollato che potrebbero condurre al deterioramento delle condizioni di stabilità delle aree limitrofe.

3-B AREE VULNERABILI DAL PUNTO DI VISTA IDROGEOLOGICO

- *B.1: Aree ad alta vulnerabilità dell'acquifero superficiale.*

Le aree comprese nella classe di sintesi B.1, sono aree idonee all'urbanizzazione, nelle quali dovranno però essere rispettate alcune cautele, sia dal punto di vista ambientale, per la tutela delle caratteristiche chimico fisiche delle acque di falda, sia dal punto di vista tecnico per le eventuali interazioni tra falda e strutture di fondazione. Per la realizzazione di interventi in aree ricadenti in queste classi di sintesi è necessaria una *relazione idrogeologica* per

definire le caratteristiche locali della falda, la posizione, le oscillazioni, le interazioni con l'opera in progetto, nonché la sua vulnerabilità all'inquinamento.

Gli interventi edificatori dovranno inoltre considerare, attraverso adeguati studi, l'interazione con la circolazione idrica sotterranea e lo smaltimento delle acque meteoriche e reflue.

Inoltre ogni intervento deve assicurare e garantire il mantenimento e/o il miglioramento delle caratteristiche chimico fisiche delle acque di falda. Sarà quindi necessario accertare la compatibilità dell'intervento con lo stato locale di potenziale vulnerabilità dell'acquifero e fornire apposite prescrizioni sulle modalità di attuazione degli interventi stessi.

Dovranno essere previste, per gli insediamenti esistenti, opere di mitigazione del rischio quali *l'allacciamento alla rete fognaria delle porzioni urbane non ancora servite, il censimento e l'eventuale bonifica dei pozzi perdenti*.

I nuovi insediamenti civili ed industriali *dovranno prevedere il recapito delle acque nere in fognatura*. Per gli insediamenti isolati, privi di fognatura comunale, è ammesso lo scarico in corpo idrico superficiale e nel suolo/sottosuolo solo con utilizzo di idoneo sistema di trattamento delle acque reflue quali ad esempio pozzetti degrassatori, vasche imhoff, fosse settiche etc. (D.G.R. 05/04/06 n. 8/2318 "*Norme Tecniche Regionali in materia di trattamento degli scarichi di acque reflue in attuazione dell'art. 3, comma 1 del Regolamento Reg. 2006, n. 3*") e autorizzazione degli Enti competenti.

Si consiglia di limitare in questa area la realizzazione intensiva di opere di edilizia produttiva, di grossi impianti industriali, o di attività potenzialmente inquinanti quali industrie chimiche o che utilizzano prodotti chimici nelle loro produzioni, distributori di carburante, autorimesse. Nel caso in cui venga realizzata una di queste attività, dovranno essere previste opportune opere per la limitazione della diffusione degli inquinanti (impermeabilizzazioni,

vasche di raccolta ecc.); questi interventi sono auspicabili anche per gli impianti industriali già esistenti.

3-C AREE VULNERABILI DAL PUNTO DI VISTA IDRAULICO

➢ *C.2 a: Aree allagabili con minor frequenza;*

Si tratta di aree idonee all'utilizzazione urbanistica a condizione che, per le nuove edificazioni, vengano realizzati interventi tecnici a protezione dalle acque di inondazione.

Dovranno essere chiaramente indicate, mediante uno specifico *studio di compatibilità idraulica*, le quote di inondabilità del lotto edificabile in relazione alla piena di riferimento e le possibili interazione tra l'intervento ed il deflusso delle acque di piena, indicando le metodologie per la messa in sicurezza delle opere previste. Devono essere eseguite inoltre specifiche e puntuali indagini atte ad accertare le caratteristiche geotecniche dei terreni di imposta delle fondazioni (D.M. 14.01.2008 "*Norme Tecniche per le costruzioni*").

In particolare tutti gli interventi, dalle nuove opere alla ristrutturazione, dovranno essere conformi ai seguenti aspetti prescrittivi:

- realizzazione delle superfici abitabili, delle aree sede dei processi industriali, degli impianti tecnologici e dei depositi di materiali sopraelevati rispetto al livello della piena di riferimento (almeno centennale), evitando in particolare la realizzazione di piani interrati.
- posizionamento degli ingressi in modo che non siano perpendicolari al flusso principale della corrente.
- orientazione delle strutture in progetto in modo da limitare la presenza di lunghe strutture trasversali alla corrente principale e da evitare la creazione di canali di scorrimento a forte velocità.
- favorire il deflusso e l'assorbimento delle acque di esondazione.

- realizzazione di opere di drenaggio per evitare le sottopressioni idrostatiche nei terreni di fondazione.
- realizzazione di opere di difesa per evitare fenomeni di erosione delle fondazioni superficiali.
- per le strutture esistenti si consiglia la realizzazione di aperture a tenuta stagna.

Le aree C.2a comprese entro la Fascia B del PAI sono soggette alle limitazioni di cui all'art. 30 oltrechè agli art. 32, 38, 38bis, 39 e 41 delle NdA del PAI.

3-D AREE CHE PRESENTANO SCADENTI CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

- *D.2: Aree prevalentemente limo-argillose con limitata capacità portante.*

Per le aree ricadenti nella classe D.2, si dovrà procedere, in caso di interventi urbanistici (opere edificatorie, di ristrutturazione ed ampliamento, infrastrutturali, etc.) ad *indagini geognostico-geotecniche e geomorfologiche* di dettaglio, in base a quanto previsto dal *D.M. 14.01.2008*, per l'individuazione dei *parametri geotecnici/geomeccanici* fondamentali con le opportune *verifiche di portanza* corredate, per le aree su pendio, da una *verifica di stabilità del versante*. Tale studio dovrà inoltre prendere in considerazione gli aspetti idrologici, idrogeologici e geomorfologici (scorrimento acque superficiali e sotterranee, fenomeni geomorfologici attivi).

12.5 FATTIBILITÀ CON GRAVI LIMITAZIONI (CLASSE 4)

L'alta pericolosità/vulnerabilità comporta gravi limitazioni per la modifica delle destinazioni d'uso delle aree. Dovrà essere esclusa qualsiasi nuova edificazione, se non opere tese al consolidamento o alla sistemazione idrogeologica e geomorfologica per la messa in sicurezza dei siti.

Dovranno essere predisposti idonei piani di protezione civile ed inoltre dovrà essere valutata la necessità di predisporre sistemi di monitoraggio geologico che permettano di tenere sotto controllo l'evoluzione dei fenomeni in atto.

Per gli edifici esistenti saranno consentiti 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.

In funzione della e/o delle tipologie di rischio che determinano la pericolosità/vulnerabilità idrogeologica individuate dalle unità di sintesi dovranno essere valutate puntualmente *le infrastrutture d'interesse pubblico non altrimenti localizzabili*.

A tal fine, alle istanze per l'approvazione da parte dell'autorità comunale, dovrà essere allegata apposita *relazione geologica e geotecnica-geomeccanica* che dimostri la compatibilità degli interventi previsti con la situazione di grave rischio idrogeologico presente.

Le aree a gravi limitazioni sono contraddistinte dalle seguenti tipologie di pericolosità e dalle relative unità di sintesi:

4-A AREE PERICOLOSE DAL PUNTO DI VISTA DELL'INSTABILITÀ DEI VERSANTI

- *A.4: Aree di frana quiescente.*
- *A.5: Aree a franosità superficiale attiva diffusa (soliflusso).*

Per la sistemazione delle aree in cui si sono verificati fenomeni di instabilità (A.4) o per tutte quelle aree degradate o potenzialmente

evolvibili in processi franosi (A.5), è auspicabile la realizzazione di opere di difesa privilegiando l'utilizzo di interventi con tecniche di ingegneria naturalistica.

La progettazione degli interventi dovrà prevedere la realizzazione di rilievi di dettaglio per la valutazione della dinamica geomorfologica agente sul pendio, indagini (prove in sito e/o di laboratorio) per la caratterizzazione stratigrafica dei terreni, per la valutazione delle loro caratteristiche meccaniche, al fine di valutare le condizioni di stabilità.

L'area di frana quiescente (A.4) è inoltre soggetta ai vincoli delle NdA del PAI, art. 9 comma 3.

4-C PERICOLOSITÀ PER VULNERABILITÀ IDRAULICA

- *C.1: Aree frequentemente inondabili.*
- *C.7: Aree interessabili da fenomeni di erosione fluviale.*

Saranno possibili ed auspicabili opere di difesa dall'erosione spondale, arginale ed in alveo e di regimazione dei flussi idrici, con particolare attenzione nelle aree antropizzate ai manufatti che attualmente interferiscono negativamente con il deflusso delle acque.

Tali interventi dovranno essere progettati e realizzati anche in funzione della salvaguardia e della promozione della qualità dell'ambiente.

La progettazione degli interventi deve essere supportata da uno studio geologico che definisca in particolare le caratteristiche dinamiche dell'alveo e da uno studio idrologico ed idraulico che stimi le portate di piena e le altezze del livello idrico in corrispondenza di sezioni di interesse, per una più accurata scelta delle tipologie di intervento ed un loro corretto dimensionamento.

Quando l'intervento prevede la costruzione di opere, è necessario adottare metodi di realizzazione tali da non compromettere in modo irreversibile le funzioni biologiche dell'ecosistema in cui vengono inserite ed arrecare il minimo danno possibile alle comunità

vegetali ed animali presenti, rispettando contestualmente i valori paesaggistici dell'ambiente fluviale e vallivo.

Le tipologie utilizzate per la realizzazione delle opere devono corrispondere ai criteri di basso impatto ambientale; è pertanto raccomandato, ove possibile, l'utilizzo di tecniche di ingegneria naturalistica quali: inerbimento, messa a dimora di specie arbustive o arboree, gradonate con talee e/o piantine, cordonate, viminata o graticciata, fascinata, copertura diffusa con astoni, grata in legname con talee, palizzata in legname con talee, palificata in legname con talee, muro di sostegno in pietrame rinverdito, gabbioni con talee, drenaggi con fascinate, briglie in legname e pietrame, terre rinforzate, reti o tessuti, etc. (Quaderno regionale delle opere tipo).

Le aree C.1 comprese entro la Fascia A del PAI sono soggette alle limitazioni di cui all'art. 29 delle NdA del PAI oltrechè agli art. 32, 38, 38bis, 39 e 41.

Per quanto riguarda le aree frequentemente inondabili lungo il Fiume Olona si sottolinea che sono in corso di realizzazione importanti opere di regimazione ("*Diga di Gurone*") che una volta ultimate e collaudate porteranno ad un notevole diminuzione delle portate di piena e conseguentemente ad una significativa riduzione delle aree a rischio. Si consiglia quindi un aggiornamento dello studio idraulico e la ridefinizione delle classi di fattibilità geologica lungo l'asse della Valle Olona.

BIBLIOGRAFIA

- **A.A.T.O.** (2007): *Studio idrogeologico e idrochimico della Provincia di Varese a supporto delle scelte di gestione delle risorse idropotabili – Polo Scientifico Tecnologico Lombardo*.
- **A.A.V.V.** (1993): *Proposta di legenda geomorfologica ad indirizzo applicativo*.
- **Bertotti G**. (1991): *Early mesozoic and alpine shortening in the Western Alps: the geology of the area between Lugano and Menaggio (Lombardy, Northern Italy)* – Mem. Sc. Geol. Univ. di Padova, XLIII, 17-123.
- **Carrara, D'Elia, Semenza** (1983): *Classificazione delle tipologie di fenomeni di versante*.
- **Castany G**. (1985): *Idrogeologia.*
- **Dott. Geol Lolla M.** (1998): *Studio idrogeologico e idrochimico per la valutazione delle risorse idriche comunali – 1ª fase.*
- **Dott. Geol Lolla M.** (1999): *Studio idrogeologico e idrochimico per la valutazione delle risorse idriche comunali – 2ª fase.*
- **Provinciale di Varese** (1985): *Carta litologica e geomorfologica del territorio provinciale di Varese in scala 1:10.000*.
- **Provinciale di Varese** (2007): *Studio idrogeologico della Provincia di Varese – Politecnico di Milano*.
- **Provinciale di Varese** (2007): *Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Varese*.
- **Regione Lombardia** (2006): *Programma di Tutela e uso delle acque*.
- **Società Geologica Italiana** (1990): *Alpi e Prealpi lombarde – Guide geologiche regionali.*
- **Zuccoli L.**, (1997): *Geologia dell'Alta Pianura Lombarda tra i pianalti di Castelseprio e Tradate-Appiano Gentile*. Tesi di dottorato di ricerca. Università degli Studi di Milano.