

**COMUNE DI LENNA**  
**PROVINCIA DI BERGAMO**

**STUDIO GEOLOGICO DEL TERRITORIO COMUNALE**

**ADEGUAMENTO AI SENSI DELLA L.R. 12/05**

**RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA**

<b>Committente: COMUNE DI LENNA</b>			<b>Codice Progetto: 10_06_237</b>		
<b>I Tecnici: dr. M. SPADA – dr. G.M. ORLANDI</b>			<b>Data: SETTEMBRE 2013</b>		
Data:	Revisione:	Descrizione:	Redatto:	Controllato:	Approvato:
			<i>Studio Associato di Geologia Spada di Spada M., Orlandi G.M., Bianchi S. Via Donizetti n° 17 – Ranica (BG) Tel: 035/516090 – fax: 035/513738 – e_mail: <a href="mailto:info@studiogeospada.it">info@studiogeospada.it</a></i>		

## INDICE

<b>1.0 PREMESSE.....</b>	<b>3</b>
<b>2.0 CRONISTORIA DELLO STUDIO GEOLOGICO VIGENTE ED AGGIORNAMENTI PROPOSTI CON IL PRESENTE LAVORO.....</b>	<b>5</b>
<b>3.0 INFORMATIZZAZIONE DATI E TRASPOSIZIONE SUL NUOVO AEROFOTOGRAMMETRICO .....</b>	<b>9</b>
<b>4.0 ANALISI DELLA PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE.....</b>	<b>11</b>
4.1 Procedure Regionali per la zonazione sismica del territorio comunale.....	12
4.2 Analisi di pericolosità sismica di 1° livello.....	13
4.3 Considerazioni conclusive.....	19
<b>5.0 CARTA DEI VINCOLI .....</b>	<b>20</b>
<b>6.0 CARTA DI SINTESI.....</b>	<b>30</b>
<b>7.0 CARTA DI FATTIBILITA' GEOLOGICA PER LE AZIONI DI PIANO .....</b>	<b>46</b>
7.1 Classificazione di fattibilità geologica.....	52
<b>8.0 CARTA DEL DISSESTO CON LEGENDA UNIFORMATA P.A.I.....</b>	<b>61</b>
<b>9.0 CRITICITA' ED INDICAZIONI PER LA DIFESA DEL SUOLO.....</b>	<b>63</b>
<b>10.0 CONSIDERAZIONI GENERALI.....</b>	<b>68</b>
<b>11.0 DOCUMENTAZIONE DI PIANO VIGENTE.....</b>	<b>70</b>
<b>ALLEGATI.....</b>	<b>71</b>

## **1.0 PREMESSE**

Il presente documento, redatto su incarico del Comune di Lenna, ha lo scopo di illustrare il lavoro svolto per predisporre l'adeguamento dello studio geologico vigente ai sensi delle nuove normative (L.R. 12/05 e successive delibere applicative).

Il Comune di Lenna è dotato di studio geologico del territorio Comunale ai sensi della L.R. 41/97 redatto dallo Studio geologico-geotecnico Padano – a firma dr. geol. Fabrizio Finotelli, tra il gennaio ed il giugno 2000.

Successivamente il Comune ha ottemperato a quanto previsto dalla D.G.R. 7365 del 11/12/01 in relazione sia all'aggiornamento del quadro del dissesto del P.A.I. che relativamente agli approfondimenti di carattere idraulico sulle fasce fluviali del fiume Brembo (territori retrostanti la fascia B di progetto) con una serie di studi ed approfondimenti redatti dagli Scriventi tra il novembre 2002 ed il settembre 2003 (vedi paragrafo seguente).

Il Comune di Lenna rientra quindi tra i Comuni che hanno regolarmente completato l'iter di cui all'art. 18 della N.d.A. del PAI, come da tabella 2 – allegato 13 – della d.g.r. 8/7374 del 28/05/2008.

A seguito dell'entrata in vigore della L.R. 12/05 si sono modificati in Regione Lombardia molti aspetti in materia urbanistica ed ambientale, compresi anche alcuni aspetti inerenti gli studi geologici di supporto alla pianificazione comunale.

Il Comune ha attualmente in corso la predisposizione del nuovo Piano di Governo del Territorio e quindi è tenuto, per legge, a prevedere l'adeguamento anche dello studio geologico vigente secondo i dettami della L.R. 12/05 e succ. delibere applicative.

In particolare la D.G.R. n° 8/7374 del 28/05/2008 (che ha sostituito la d.g.r. n° 8/1566 del 22/12/05 a seguito dell'entrata in vigore del nuovo testo unico delle costruzioni), fornisce i nuovi criteri attuativi per la componente geologica, idrogeologica e sismica a supporto dei PGT.

Per quanto riguarda il Comune di Lenna, nonostante il piano geologico risalga al 2000, integrato nel 2002, lo stesso comprende già la maggior parte delle novità introdotte dalla delibera di cui sopra, quali per es.: estensione della carta di sintesi / fattibilità a tutto il territorio Comunale, aggiornamento della vincolistica del PAI, ecc.

A seguito di una prima fase di lavoro di controllo, verifica e revisione del piano vigente, si è ritenuto, in accordo con l'Amministrazione Comunale, di mantenerlo valido in tutte le sue fasi di inquadramento e di analisi.

L'unico aspetto completamente nuovo è quello relativo alla COMPONENTE SISMICA, con le procedure inerenti la valutazione della pericolosità sismica locale del territorio Comunale, che sono il principale oggetto del presente lavoro.

La disponibilità di un nuovo aerofotogrammetrico, aggiornato ed a scala adeguata, ha consentito di effettuare delle analisi aggiornate sugli aspetti morfologici del territorio e di procedere ai doverosi adeguamenti delle classi di fattibilità.

*Il piano geologico completo, adeguato ai sensi della L.R. 12/05, è costituito dalla seguente documentazione:*

- *Tavole dalla 1 alla 5 dello studio del 2000 dello Studio geologico-geotecnico Padano, con allegati e relazione illustrativa*

- *Studi di approfondimento del PAI redatti nel 2002-2003 dagli Scriventi, sia per il quadro dei dissesti che per lo studio idraulico delle aree in fascia fluviale C, retrostanti il limite della fascia B di progetto*
- *Carta della pericolosità sismica locale, carta dei vincoli, carta di sintesi, carta di fattibilità geologica (su aerofotogrammetrico e su CTR), con relazione illustrativa e norme geologiche di piano, predisposti con il presente adeguamento.*

Tutti i dati sono stati informatizzati con software di tipo GIS (arc-view) in base agli standard Regionali.

## **2.0 CRONISTORIA DELLO STUDIO GEOLOGICO VIGENTE ED AGGIORNAMENTI PROPOSTI CON IL PRESENTE LAVORO**

Prima di procedere con l'illustrazione del presente lavoro si reputa necessario ripercorrere brevemente l'iter nel tempo dello studio geologico del territorio Comunale vigente, con alcuni chiarimenti in merito agli approfondimenti effettuati con particolare riferimento alle problematiche PAI (dissesti e fasce fluviali).

Il Comune di Lenna, in quanto Comune ricompreso nella legge Valtellina, era stato inserito nell'elenco dei comuni tenuti in via prioritaria alla predisposizione dello studio geologico comunale, con l'entrata in vigore della L.R. 41/97. Tale studio venne redatto dallo Studio geologico-geotecnico Padano – a firma dr. geol. Fabrizio Finotelli nel gennaio 2000; successivamente è stato modificato nel giugno dello stesso anno per adeguarlo al parere della Regione Lombardia – Servizio Geologico – del 21/04/2000 prot. Z1.2000.0010450.

Nel dicembre 2001 con Delibera n° 30 il Comune di Lenna approvò la variante n° 1 al PRG, relativa ad una riclassificazione di alcuni terreni in località Fenili. Tale variante era comprensiva anche di una proposta di modifica parziale della carta di fattibilità geologica, sulla base di uno specifico studio di dettaglio a firma prof. Vercesi. La variante ricevette il parere favorevole della Regione Lombardia con Deliberazione VII/14151 del 08/08/2003, con alcune prescrizioni relativamente all'aspetto geologico. Le modifiche apportate dalla variante, con le indicazioni della Regione Lombardia, hanno costituito variante a tutti gli effetti allo studio geologico e sono quindi state integralmente recepite nel presente aggiornamento.

In seguito all'entrata in vigore del P.A.I. il Comune di Lenna venne inserito nell'allegato B – elenco B2 - nella D.G.R. 7365 del 11/12/01 (comune parzialmente non esonerato) e come tale tenuto ad effettuare una serie di approfondimenti per il raggiungimento della condizione di esonero ai sensi dell'art. 18 delle N.d.A. del PAI stesso.

Gli approfondimenti vennero affidati agli Scriventi e furono relativi a due aspetti:

- verifica ed aggiornamento del quadro del dissesto del PAI
- verifica delle condizioni di rischio idraulico nei territori in fascia C, retrostanti la fascia B di progetto, relativamente alla fasce fluviali del Brembo.

Nel novembre 2002 furono predisposti gli Studi integrativi per il raggiungimento della condizione di esonero dal PAI e di proposta di modifica del quadro del dissesto del territorio, studi che ricevettero la presa d'atto della Regione Lombardia (D.G. Territorio ed Urbanistica – del 10/01/2003 prot. Z1.2003.2486).

**STUDIO ASSOCIATO DI GEOLOGIA SPADA**  
di Spada Mario, Orlandi Gian Marco e Bianchi Susanna

Tali studi hanno comportato una parziale modifica della carta di fattibilità originaria, con relative norme, relativamente al conoide il loc. Ortighera nonché la redazione di una carta del quadro del dissesto PAI aggiornata, per la proposta di modifiche alla Regione ed all'Autorità di Bacino.

Di seguito venne anche redatto dagli Scriventi, con la collaborazione dell'ing. Luca Rudelli, lo studio idraulico di dettaglio del fiume Brembo per la verifica delle condizioni di rischio idraulico nei territori in fascia C retrostante la fascia B di progetto del PAI; tale studio ottenne la presa d'atto regionale in data 2 ottobre 2009 con lettera prot. Z1.2003.0041389.

Lo studio, a seguito di un'analisi ed una modellazione idraulica di dettaglio, proponeva l'adozione di una normativa specifica per i territori retrostanti la fascia B di progetto (area industriale di Lenna): normativa che è stata puntualizzata dalla classe di fattibilità 3 – sottoclasse 3a1.

Il Comune procedette poi alla variante urbanistica per l'adozione degli studi integrativi/modificativi di cui sopra, concludendo così l'iter PAI 5.3 e rendendo efficiente e vigente il nuovo quadro del dissesto aggiornato.

Recentemente il Comune di Lenna ha anche provveduto alla predisposizione dello studio per la definizione del reticolo idrico minore e delle fasce di rispetto, con relativa normativa, ai sensi della DGR VII/7868 del 25/01/2002 e succ. modifiche ed integrazioni.

Lo studio è stato predisposto nel 2009 dalla dr.ssa Stefania Cabassi ed ha ottenuto il parere tecnico obbligatorio favorevole dello STER di Bergamo.

Il piano del reticolo idrico minore rappresenta lo studio di massimo dettaglio per l'aspetto specifico e come tale è stato recepito integralmente nel presente lavoro, soprattutto per quanto riguarda gli aspetti vincolistici, relativi alle fasce di rispetto dei singoli corsi d'acqua.

Una ulteriore modifica ha riguardato un terreno nella porzione nord del territorio Comunale, al confine con Valnegra e Moio de Calvi, di proprietà della Casa di Riposo Don Palla. Il terreno nello studio geologico del 2000 era inserito in classe di fattibilità 4, per problemi di stabilità del versante. Nel maggio 2011 la Proprietà ha commissionato al dr. Invernici uno studio di dettaglio per valutare la possibilità di messa in sicurezza dell'area, con conseguente declassamento. Lo studio ha individuato una serie di opere (riprofilatura, chiodature, reti, funi, disgaggi, ecc.) in grado di apportare un significativo miglioramento delle condizioni di stabilità del sito, tali da comportare una riduzione del livello di rischio. Gli interventi sono stati realizzati all'inizio del 2012, su progetto dell'ing. Frassoni e dell'arch. Milesi e sotto la D.L. degli stessi Professionisti. Le opere sono state collaudate alla fine del 2012 (C.R.E. in data 20/09/2012). Al termine di tale iter, stante la realizzazione ed il collaudo delle opere previste dallo studio del dr. Invernici, si è quindi ritenuto, dopo ulteriori verifiche in sito, di procedere al declassamento dell'area in classe di fattibilità geologica 3, come proposto dallo stesso studio di dettaglio.

*Come già anticipato nel par. 1.0, a seguito delle verifiche effettuate ed in accordo con il Comune di Lenna, si è deciso di mantenere validi tutti i documenti di analisi dello studio geologico del 2000, e di integrarli, in modo univoco e definitivo, con i documenti successivi sopra citati.*

La disponibilità di un nuovo aerofotogrammetrico consente anche l'informatizzazione dei nuovi documenti, come richiesto dalla Regione, secondo le modalità e con i limiti dettagliati al paragrafo seguente.

*Gli approfondimenti e gli aggiornamenti tecnici specialistici prodotti dagli Scriventi sono quindi relativi solamente a quegli aspetti di carattere geologico ed idrogeologico che sono modificati successivamente alla stesura del piano del 2000 e che non risultano trattati dai successivi approfondimenti (dissesti, opere di difesa del suolo, nuovi elementi conoscitivi del sottosuolo, ecc.).*

Le carte dei vincoli, di sintesi e di fattibilità sono quindi state aggiornate in merito agli aspetti specifici, in base ai nuovi dati acquisiti ed ai sopralluoghi effettuati.

### **3.0 INFORMATIZZAZIONE DATI E TRASPOSIZIONE SUL NUOVO AEROFOTOGRAMMETRICO**

Il Comune di Lenna, per la redazione del nuovo Piano di Governo del Territorio, ha fatto predisporre nel luglio 2009 da una Ditta specializzata l'aggiornamento dell'aerofotogrammetrico Comunale, alla scala 1:5.000 per tutto il territorio, con dettagli sui centri abitati alla scala 1:2.000.

Tale aerofotogrammetrico è in formato digitale (.dwg per autocad), compatibile con le nuove direttive del SIT della Regione Lombardia e georeferenziato in coordinate Gauss-Boaga.

Il primo passo del lavoro è stato quello dell'informatizzazione e della trasposizione di tutti i dati precedenti, in formato cartaceo e grafico (.pdf, dgw per autocad, .cdr per corel

draw, shape solo per la carta PAI ma su CTR) sul nuovo aerofotogrammetrico comunale.

Per l'informatizzazione del piano è stato utilizzato un sistema GIS, nello specifico Arc-View, in modo da poter avere:

- dati totalmente georeferenziati;
- dati compatibili con il SIT della Regione Lombardia (shape files) e strutturati secondo il modello fisico richiesto;
- possibilità di associare un database relazionale ai singoli dati inseriti.

L'informatizzazione sul nuovo aerofotogrammetrico ha comportato anche una verifica della situazione morfologica di dettaglio, in modo da seguire con coerenza quegli elementi che avevano costituito i limiti della classi di fattibilità dello studio precedente (pendenza, estensione elementi morfologici, ecc.) nel caso in cui la nuova restituzione fotogrammetrica ne avesse modificato lo sviluppo e/o la geometria.

Il lavoro effettuato non è quindi di semplice trasposizione, ma è stato anche eseguito uno sforzo per adeguare, laddove fosse necessario, i limiti ai relativi riscontri morfologici, con gli eventuali contenuti adeguamenti ed adattamenti alla scala di dettaglio disponibile.

La carta utilizzata prevede isoipse a distanza di 5 metri per tutto il territorio, con infittimento delle curve di livello a 2 metri nei centri abitati; la scala di stampa è 1:5.000 per tutti gli elaborati e 1:2.000 per la carta di fattibilità geologica.

#### **4.0 ANALISI DELLA PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE**

La Regione Lombardia con D.G.R. n° 8/7374 del 28/05/2008 ha emanato i nuovi “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”.

La delibera ha sostituito la precedente d.g.r. n° 8/1566 del 22/12/05 a seguito dell’entrata in vigore del nuovo testo unico delle costruzioni (approvazione del d.m. 14/01/2008) ed ha comportato una serie di importanti modifiche sull’aspetto sismico, con forti ricadute nelle procedure di microzonazione sismica a livello Comunale.

Il precedente riferimento in materia in Regione Lombardia, ai tempi della L.R. 41/97 (ora abrogata dalla L.R. 12/05), era lo studio dal titolo “Determinazione del rischio sismico in Lombardia - 1996”, inserito come uno dei testi di riferimento nelle precedenti direttive regionali per la redazione dello studio geologico a supporto dei piani regolatori generali.

La nuova metodologia deriva da uno studio pilota effettuato dal Politecnico di Milano per conto della stessa Regione Lombardia su alcune aree campione, dalle cui risultanze sono poi state derivate le norme e le indicazioni per tutti i Comuni.

La procedura messa a punto fa riferimento ad una sismicità di base caratterizzata da un periodo di ritorno di 475 anni (probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni) e può essere implementata considerando altri periodi di ritorno.

Il Comune di Lenna antecedentemente al 2003, non era classificato come comune “sismico”; le successive revisioni operate dalla recente O.P.C.M. 3274, hanno

classificato il territorio comunale come Zona Sismica 4, quella con il grado di sismicità minore previsto dalla normativa.

Le risultanze dello studio sismico del territorio comunale sono riassunte nella “Carta della pericolosità sismica locale”, che costituisce parte integrante dello studio geologico adeguato ai sensi della L.R. 12/05.

#### ***4.1 Procedure Regionali per la zonazione sismica del territorio comunale***

Lo studio la per zonazione sismica del territorio comunale, così come indicato nell’Allegato 5 della D.G.R. n° 8/7374 del 28/05/2008, prevede tre livelli di approfondimento con grado di dettaglio in ordine crescente.

Le procedure da seguire ed i livelli di approfondimento da adottare sono riportati, in funzione della Zona sismica di appartenenza e della fase progettuale, nella seguente tabella:

	<b>Livelli di approfondimento e fasi di applicazione</b>		
	<b>1° livello fase pianificatoria</b>	<b>2° livello fase pianificatoria</b>	<b>3° livello fase progettuale</b>
<b>Zona sismica 2 - 3</b>	Obbligatorio	Nelle zone PSL Z3 e Z4 se interferenti con urbanizzato ed urbanizzabile, ad esclusione delle aree già inedificabili	- Nelle aree indagate con il 2° livello quando $F_a$ calcolato > valore soglia comunale - Nelle zone PSL Z1 e Z2
<b>Zona sismica 4</b>	Obbligatorio	Nelle zone PSL Z3 e Z4 solo per edifici strategici e rilevanti di nuova previsione (elenco tipologico di cui al dduo 19904/03)	- Nelle aree indagate con il 2° livello quando $F_a$ calcolato > valore soglia comunale - Nelle zone PSL Z1 e Z2 per edifici strategici e rilevanti

I primi due livelli sono obbligatori in fase di pianificazione, mentre il terzo è obbligatorio in fase di progettazione in casi specifici (quando il 2° livello dimostra

l'inadeguatezza della normativa sismica nazionale per le aree di possibile amplificazione; per aree caratterizzate da effetti di instabilità, cedimenti e/o liquefazione e contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse; per edifici di particolari caratteristiche).

Sinteticamente i livelli previsti sono di seguito illustrati:

#### 1° livello

E' una fase prettamente qualitativa, che si basa sulle considerazioni dirette degli effetti dei terremoti, è prevede l'individuazione di una serie di zone passibili di amplificazione sismica o in cui possono verificarsi problemi particolari (liquefazione, riattivazione frane, ecc.) in caso di sisma.

#### 2° livello

Si applica in base alle risultanze del livello 1 ed in relazione alla classificazione sismica del Comune e prevede un approccio semiquantitativo per valutare quali sono gli effetti di amplificazione attesi e se la normativa vigente è in grado di sopportarli.

#### 3° livello

In questo caso si tratta di procedure molto complesse da attuare in fase di progettazione quando il 2° livello verifica l'inadeguatezza della norma oppure in casi di condizioni geologiche specifiche.

#### **4.2 Analisi di pericolosità sismica di 1° livello**

In considerazione del fatto che il Comune di Lenna è in classe sismica 4 la norma prevede, in fase di pianificazione, l'obbligo del 1° livello con la redazione della carta della pericolosità sismica locale nonché l'obbligo delle analisi anche del 2° livello solo per gli scenari Z3 e Z4 e soltanto per edifici strategici rilevanti di nuova previsione.

Il 1° livello si basa su un approccio qualitativo e comporta la redazione della carta della Pericolosità Sismica Locale (PSL), direttamente derivata dai dati contenuti nelle carte di inquadramento geologico-geomorfologico del territorio comunale, integrata da un'attenta analisi con la verifica di tutti i dati di sottosuolo disponibili.

La raccolta sistematica di osservazione sui diversi effetti prodotti dai terremoti in funzione di parametri geologici, topografici e geotecnici, ha permesso di definire un numero limitato di situazioni tipo (scenari di pericolosità sismica locale) in grado di determinare gli effetti sismici locali.

Tale 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.

Tra i principali dati da utilizzare vi sono: la cartografia topografica di dettaglio, la cartografia geologica, il censimento dei dissesti, i risultati delle indagini geognostiche, geofisiche e geotecniche già svolte, che sono state oggetto di un'analisi mirata alla definizione delle condizioni locali (spessore delle coperture e condizioni stratigrafiche generali, caratteristiche di consistenza, grado di sovraconsolidazione, plasticità e proprietà geotecniche nelle condizioni naturali, ecc.).

Il 1° livello è obbligatorio per tutti i comuni ed è esteso a tutto il territorio comunale.

Nel caso specifico, in considerazione delle conoscenze del territorio e dei dati geotecnici e stratigrafici disponibili, non si è ritenuto necessario eseguire nuove indagini di carattere geotecnico e/o geofisico di approfondimento in questa fase.

Gli scenari di pericolosità sismica locale proposti dalla normativa vigente, ed i relativi effetti, sono illustrati nella tabella sottostante:

**STUDIO ASSOCIATO DI GEOLOGIA SPADA**  
di Spada Mario, Orlandi Gian Marco e Bianchi Susanna

<b>SIGLA</b>	<b>SCENARIO DI PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE</b>	<b>EFFETTI</b>
Z1a	Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi	Instabilità
Z1b	Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti	
Z1c	Zona parzialmente franosa o esposta a rischio di frana	
Z2	Zona con terreni di fondazione particolarmente scadenti (riporti poco addensati, depositi altamente compressibili, ecc.) Zona con depositi granulari fini saturi	Cedimenti e/o liquefazioni
Z3a	Zona di ciglio H > 10 m (scarpata, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica, 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 fluvioglaciali 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 (comprese coltri loessiche)	
Z4d	Zone con presenza di argille residuali e terre rosse di origine eluvio-colluviale	
Z5	Zone di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico meccaniche molto diverse	Cedimenti differenziali

Per il presente studio i principali documenti di riferimento utilizzati per l'individuazione degli scenari di pericolosità sismica locale sono stati i seguenti:

- Effetti di instabilità: carta geomorfologica e della propensione al dissesto e carta del dissesto PAI aggiornata
- Amplificazioni topografiche: CTR 1:10.000 ed aerofotogrammetrico Comunale
- Cedimenti e/o liquefazioni: carta di inquadramento geologico e litologico, carta idrogeologica
- Amplificazioni litologiche e geometriche: carta geologica e litologica
- Comportamenti differenziali: carta geologica e litologica

Il tutto è stato integrato da rilievi e verifiche dirette sul terreno e dell'analisi di tutti i dati di sottosuolo disponibili sul territorio Comunale e nel suo significativo intorno.

Di seguito si dettagliano le procedure e le metodologie adottate per la valutazione e l'individuazione dei vari fenomeni

Z1 - Effetti di instabilità

Per l'individuazione delle casistiche previste dalla normativa si è fatto riferimento al censimento dei dissesti effettuato per l'aggiornamento dello studio geologico L.R. 41/97 del 2002.

I riferimenti principali sono stati la carta del quadro del dissesto PAI aggiornata (2002-2003) e la carta geomorfologica e della propensione al dissesto. Le stesse sono state integrate con i nuovi elementi disponibili sul territorio (eventi franosi successivi all'agosto 2002, indagini e studi per interventi di difesa del suolo, ecc.).

In base agli elementi emersi sono stati attribuiti i diversi scenari di pericolosità sismica locale, come di seguito descritto.

*Z1a – Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi*

Aree di frana attiva (scivolamenti, colate, dissesti, ecc.)

Aree con fenomeni di crollo e caduta massi (aree sorgenti e zone interessate)

*Z1c – Zona potenzialmente franosa o esposta al rischio di frana*

In questa sottoclasse sono stati inclusi i depositi di versante a ghiaie e blocchi posti su pendii, rilevati nella carta geologica, in quanto potenzialmente rimobilizzabili in caso di evento sismico.

Z2 – Cedimenti e/o liquefazioni

La normativa prevede due casistiche in questa categoria: zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti (riporti poco addensati, depositi altamente compressibili, ecc.) e zone con depositi granulari fini saturi.

Nel territorio di Lenna non sono stati rinvenuti terreni della seconda tipologia mentre sono stati rilevati ed inseriti i riporti con scarti di fluorite di una vecchia discarica in sponda sinistra del fiume Brembo ed alcune aree sopraelevate artificialmente con dei riporti, perché potenzialmente interessate da fenomeni di cedimento ed assestamento dei terreni in caso di sisma.

### Z3 – Amplificazione topografica

Il territorio di Lenna è un classico territorio montano, con alternanza di creste, cocuzzoli, cime e valli.

In un territorio così articolato le potenziali condizioni di amplificazione topografica, riferibili principalmente a creste, sia appuntite che arrotondate, ed in misura più limitata a cocuzzoli e terrazzi, sono molteplici, come di seguito dettagliato.

I documenti di riferimento per le presenti analisi topografiche sono stati la cartografia Regionale alla scala 1:10.000 ed il nuovo aerofotogrammetrico Comunale.

*Z3a – Zona di ciglio  $H > 10$  m. (scarpata, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica, ecc.).*

In questa categoria rientra la porzione centrale della scarpata fluviale che separa la piana industriale di Lenna dall'abitato principale. Il tratto inserito è quello in cui il dislivello della scarpata, in base all'aerofotogrammetrico, è di altezza superiore o uguale a 10 metri. Le restanti porzioni della scarpata hanno altezza inferiore.

*Z3b – Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo*

Questo elemento morfologico è molto diffuso, trattandosi di un territorio montuoso e vi rientrano vari elementi distribuiti lungo il Comune, da nord a sud e da est ad ovest, con la sola esclusione delle aree pianeggianti e subpianeggianti di fondovalle.

Z4 – Amplificazione litologica e geometrica

La delibera Regionale prevede quattro possibili tipologie: zona di fondovalle e di pianura (Z4a), zona pedemontana di falde di detrito (Z4b), zona morenica (Z4c), zona con argille residuali (Z4d).

Nel territorio di Lenna sono state evidenziate tipologie riferibili alle prime tre tipologie, come di seguito dettagliato.

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

In questa classe tutto il fondovalle del fiume Brembo e le zone subpianeggianti circostanti, costituite da depositi alluvionali attuali, recenti ed antichi.

La fascia è molto lunga ma poco estesa e riguarda tutto il tratto a valle della confluenza del Brembo di Mezzoldo. La stessa è costituita dall'alveo attuale del fiume e dal terrazzo delle alluvioni recenti.

L'area è di contro molto estesa in sponda destra idrografica a monte della confluenza, dove comprende tutto l'abitato di Lenna dal fiume alle pareti rocciose che separano dal Comune di Piazza Brembana ed in sponda sinistra nelle zone di Cantone San Francesco e Cantone Santa Maria.

In questa area il fondovalle è composto anche dalle alluvioni antiche, più estese ed in grado di raggiungere quote anche oltre 20 metri superiori rispetto al corso attuale del fiume.

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

In questa classe rientrano praticamente tutte le zone di raccordo tra le ripide pareti montuose rocciose ed il fondovalle alluvionale; zone che sono particolarmente diffuse in sponda sinistra del fiume Brembo ed in sponda destra a valle della confluenza del Brembo di Mezzoldo.

La fascia è caratterizzata dalla presenza di depositi granulari di falda di detrito frammisti, nei pressi delle incisioni principali, a depositi di conoide detritico-alluvionale.

*Z4c – Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi.*

In questa classe rientrano quelle porzioni di territorio a blanda pendenza comprese tra la piana alluvionale e le pareti rocciose al limite con i comuni di Valnegrà e Piazza Brembana, il cui sottosuolo è costituito da depositi morenici con blocchi e ciottoli in abbondante matrice limosa.

*Z5 – Zone di contatto stratigrafico e/o tettonico con litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse*

La geologia del territorio di Lenna è molto articolata e presenta una serie di passaggi tra differenti formazioni ed anche con i depositi superficiali.

Nella maggior parte dei casi si tratta di contatti sepolti, non visibili e tra litotipi fra loro molto simili per cui non si sono ravvisate particolari situazioni riferibili a questa tipologia.

***4.3 Considerazioni conclusive***

Come sopra illustrato per il territorio comunale di Lenna sono stati individuati una serie di elementi di potenziale pericolosità sismica locale, facenti capo a varie categorie, quali Z1a, Z1c, Z2, Z3a, Z3b, Z4a, Z4b, Z4c.

Il Comune è in classe 4 per cui la normativa prevede l'applicazione del 2° livello solo nel caso in cui il PGT preveda edifici strategici e rilevanti di nuova previsione ubicati nelle zone di potenziale pericolosità.

*A seguito dei colloqui con gli Amministratori e con gli Urbanisti è emerso che nel nuovo PGT non sono inseriti edifici strategici e rilevanti, ai sensi della d.d.u.o. n° 19904 del 21/11/2003, di nuova previsione e quindi le analisi e le valutazioni sulla pericolosità sismica si sono fermate al primo livello, come previsto dalla normativa vigente.*

## **5.0 CARTA DEI VINCOLI**

La carta dei vincoli è stata redatta su tutto il territorio comunale in scala 1:5.000 ed in essa sono rappresentate le limitazioni d'uso del territorio derivanti da normative e piani sovraordinati in vigore, di contenuto prettamente geologico e/o sulla base di specifiche criticità di carattere idrogeologico riconosciute.

Nello studio del 2000, in cui le disposizioni normative sugli elementi da inserire erano differenti, tale carta mancava ed alcuni elementi vincolistici erano riportati sulle varie carte di analisi.

Mancavano, inoltre, tutti gli elementi di dissesti derivanti dalla Pianificazione di Bacino, in quanto successivi alla stesura del piano.

Per il territorio comunale di Lenna sono stati individuati i seguenti vincoli:

*Vincoli derivanti dalla pianificazione di bacino ai sensi della L. 183/89*

*Quadro del dissesto P.A.I.*

Sono state riportate le aree inserite nel quadro del dissesto derivante dall'aggiornamento effettuato dal Comune di Lenna nel 2002 ai sensi dell'art. 18 della N.d.A. del P.A.I., il cui iter si è completato positivamente.

Il quadro del dissesto comprende:

- frane attive, legate a fenomeni di scivolamento, colate dei terreni e soprattutto a fenomeni di caduta massi;
- problematiche di esondazione e dissesto morfologico, con pericolosità da media a moderata, lungo alcune vallette;
- 5 conoidi con fenomeni di trasporto in massa variamente classificati (attivi non protetti, attivi parzialmente protetti e completamente protetti);
- alcuni canali interessati da valanghe, sia perimetrate che non perimetrate, con livello di pericolosità da elevato a molto elevato

In particolare i conoidi erano stati oggetto di analisi di dettaglio e verifiche specifiche, a seguito dell'individuazione, sulla versione iniziale del PAI, di tre ampi conoidi attivi interessanti le zone di Cantone-Ortighera, Cantone Santa Maria ed al confine con Valnegrà.

Il conoide della valle Ortighera è stata oggetto di apposito studio di dettaglio per la valutazione della pericolosità, con azionamento delle sub-aree in base ai differenti livelli di pericolosità riscontrati.

Il conoide al confine con Valnegrà non è stato rinvenuto: sulla carta PAI aggiornata la zona è stata indicata una zona come conoide protetto. Lo stesso è ubicato leggermente a nord-ovest ed il limite indicato è quello riportato sulle carta inventario dei dissesti della Regione Lombardia.

Anche il conoide in loc. Cantone S. Maria non è stato ritrovato sul terreno e conseguentemente è stato stralciato; sulla carta PAI aggiornata è stata individuata, invece, una zona di frana attiva per problemi di scivolamento / colamento dei terreni superficiali.

Gli elementi del dissesto PAI originari sono disegnati su base CTR alla scala 1:10.000 mentre la carta dei vincoli è sul nuovo aerofotogrammetrico alla scala 1:5.000.

Alcuni problemi nel passaggio tra le cartografie sono dovuti alla notevole differenza del confine Comunale tra la CTR e l'aerofotogrammetrico, con la presenza di un'ampia area al confine tra Lenna e Valnegrà non inclusa nel confine della C.T.R. e quindi non presente nella carta PAI, mentre, invece, fa parte del territorio Comunale.

In questa aree è stato necessario apportare alcuni adattamenti cartografici, per adeguare gli elementi ai nuovi confini, come meglio dettagliato al paragrafo 8.0 che tratta la carta P.A.I.

#### *Fasce fluviali del fiume Brembo*

Sulla carta dei vincoli sono stati riportati i limiti delle fasce fluviali del fiume Brembo come desunti dalla tavola 077 sez. 4 "Brembo 8" delle tavole di delimitazione delle fasce fluviali del PAI.

Il tracciamento è stato effettuato sulla base della tavola sopra indicata e della successiva tavola del PAI aggiornata, redatta degli Scriventi, limitandosi a contenuti adeguamenti della fasce alla morfologia di dettaglio del nuovo aerofotogrammetrico comunale.

Le fasce interessano tutto il corso del fiume Brembo di Carona, dalla Madonna della Coltura (dove iniziano le fasce fluviali sul fiume Brembo), fino ad oltre la terminazione meridionale del territorio Comunale.

Le delimitazioni presenti sono le seguenti:

- limite tra fascia A e B: interessa la zona della piana industriale di Lenna, in sponda idrografica destra, nel tratto compreso tra la Madonna della Coltura e la confluenza del Brembo di Mezzoldo. Il limite segue la sponda dell'alveo attuale;
- limite tra la fascia B e la fascia C: in queste aree le fasce A e B sono coincidenti. Il limite interessa tutto il tratto del fiume Brembo, sia in sponda destra che sinistra e corre, per lo più, lungo gli alvei attuali del fiume, con la sola eccezione di alcuni pianori alluvionali nella zona sud del territorio (a valle di Scalvino), dove il limite si amplia ed interessa anche i terrazzi alluvionali recenti;
- limite di progetto tra la fascia B e la fascia C: il limite interessa la stessa zona del limite di fascia A e corre, indicativamente, lungo la via dell'Industria;
- limite esterno della fascia C: questo limite è presente nella zona della piana industriale e si sviluppa fino alla base del terrazzo delle alluvioni antiche; lo stesso limite borda esternamente la fascia B nel tratto di Brembo a valle della confluenza di Mezzoldo ed interessa tutta la piana alluvionale recente.

La zona ricompresa in fascia C retrostante la B di progetto (zona dalla piana industriale di Lenna a monte di via dell'Industria) è stata oggetto dello studio idraulico di dettaglio del settembre 2003, in base alle direttive Regionali.

Da tale studio è scaturita una norma specifica per la gestione di tali aree: la norma della classe 3a1 viene confermata integralmente nel presente lavoro.

#### Vincoli di polizia idraulica

La legge di polizia idraulica definisce un'area di rispetto fluviale, dalle acque pubbliche, per le edificazioni di 10 metri dalla zona di massima esondazione dei fiumi; questo vincolo è stato riconfermato dal parere n° 55 del 01/06/88 del Consiglio di Stato.

In questa fascia sono interdetti l'edificazione e gli scavi; inoltre la Legge prevede una fascia di 4 metri di interdizione assoluta a qualunque operazione lungo gli alvei.

In carta è stata evidenziata la fascia di pertinenza fluviale in cui è vietata l'edificazione, ai sensi dell'art. 96 comma f della L. 523/1904 che recita:

*Sono lavori e atti vietati in modo assoluto sulle acque pubbliche, loro alvei, sponde e difese i seguenti:*

*f) le piantagioni di alberi e siepi, le fabbriche e lo smottamento di terreno e distanza dal piede degli argini e loro accessori come sopra minore di quella stabilita dalle discipline vigenti nelle diverse località, ed in mancanza di tali discipline a distanza minore di quattro metri per le piantagioni e smottamento del terreno e di metri dieci per le fabbriche e per gli scavi.*

Per l'individuazione del reticolo idrico da sottoporre a vincolistica si è fatto riferimento allo "Studio per la definizione del reticolo idrico minore e le rispettive fasce di rispetto in osservanza della DGR VII/7868 del 25/01/2002 e della DGR VII/13950 del 01/08/2003" redatto, su incarico del Comune di Lenna, dalla dr.ssa Stefania Cabassi nel 2009.

Nella carta dei vincoli sono state riportate le fasce indicate nello studio già verificato e validato dallo STER di Bergamo e come tale vigente in quanto strumento di pianificazione di massimo dettaglio per l'aspetto specifico.

Il piano prevede delle fasce di rispetto di 10 metri per tutti i corsi individuati con la sola eccezione dei due corsi d'acqua che interessano le aree edificate della loc. L'Oro (canale Cornella – 7-01BG059) ed in loc. Cantone Santa Maria (scorrimenti 01-01-BG059 e 01-02-BG059) per cui è stata inserita una fascia ridotta di 5 metri.

All'interno delle fasce di rispetto fluviale valgono le prescrizioni ed i vincoli del regolamento di polizia idraulica dello studio sopra citato.

*Aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile*

L'approvvigionamento dell'acquedotto di Lenna è fornito totalmente da sorgenti esterne al territorio.

La quantità maggiore di acqua è fornita da una sorgente in condivisione con il Comune di Cassiglio, ubicata in quest'ultimo territorio (sorgente Gazzonera), mentre la restante parte è fornita da due sorgenti ubicate in Comune di Roncobello, nella zona tra Bordogna e Cantone Santa Maria (sorgenti Valle del Drago e Bocc).

E' allacciato al sistema anche un ulteriore tubo proveniente dall'acquedotto di Roncobello, in grado, in caso di emergenza, di riempire i bacini idrici durante la notte (a seguito di una convenzione tra le due Amministrazioni).

Le due sorgenti in Comune di Roncobello sono allacciate al serbatoio "Pioda", ubicato sulla strada pastorale che collega a Lenna, immediatamente a monte dell'abitato di Cantone Santa Maria.

Le due sorgenti sono connesse a fenomeni di emergenza delle acque sotterranee nei depositi di versante e/o di conoide alla base dei pendii rocciosi carbonatici, nei pressi della fascia tettonizzata per il passaggio della linea di faglia Valtorta – Valcanale.

Nel territorio Comunale è presente, inoltre, sempre nella loc. Cantone Santa Maria, ma a quota inferiore rispetto alle due sorgenti dell'acquedotto (nel pianoro alluvionale immediatamente sopra il fiume Brembo), la sorgente minerale "Pioda", utilizzata dalle Acque Minerali Stella Alpina s.r.l. di Moio de Calvi per l'imbottigliamento (Acqua Minerale Pioda).

Lo studio geologico L.R. 41/97 aveva ritenuto di attribuire a questa sorgente la stessa valenza di una sorgente idropotabile a scopo acquedottistico, applicando quindi la relativa normativa, con le aree di rispetto.

Nel presente studio di aggiornamento si reputa corretto mantenere tale vincolistica, a tutela del bene idrico.

La normativa di riferimento per la protezione delle acque destinate al consumo umano fa attualmente capo al D.P.R. 236 del 24 maggio 1988, attuazione della direttiva CEE n°80/778, modificato dal D.L. n. 152 del 11 maggio 1999, attuazione delle direttive CEE n° 91/271 e 91/676 e, recentemente, dal D. Lgs. 258/2000.

Le aree di salvaguardia dei punti di captazione di acque potabili, censite all'interno dello studio geologico, sono divise in:

- *zona di tutela assoluta*
- *zona di rispetto*

Di seguito viene esposta velocemente la normativa che le regola:

*Zona di tutela assoluta*

L'art.5 comma 4 del D. Lgs 258/00 prescrive:

*“La zona di tutela assoluta è costituita dall'area immediatamente circostante le captazioni o le derivazioni; essa deve avere una estensione in caso di acque sotterranee*

*e, ove possibile per le acque superficiali, di almeno dieci metri di raggio dal punto di captazione, deve essere adeguatamente protetta e adibita esclusivamente ad opere di captazione o presa e ad infrastrutture di servizio”.*

La zona di tutela assoluta è stata perimetrata con un raggio di 10 metri intorno alla captazione per la sorgente dell’acquedotto mentre per la sorgente minerale è stata fatta coincidere, come già fatto nello studio del 2000, con l’area recintata intorno alla sorgente minerale.

#### Zona di rispetto

L’art. 5 comma 5 del D. Lgs 258/2000 indica le attività vietate nell’area di rispetto:

*5. La zona di rispetto è costituita dalla porzione di territorio circostante la zona di tutela assoluta da sottoporre a vincoli di destinazione d’uso tali da tutelare qualitativamente e quantitativamente la risorsa idrica captata e può essere suddivisa in zona di rispetto ristretta e zona di rispetto allargata in relazione alla tipologia dell’opera di presa o captazione e alla situazione locale di vulnerabilità di rischio della risorsa. 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 e acque reflue, anche se depurati;*
- b) accumulo di concimi, chimici, fertilizzanti o pesticidi;*
- c) spandimento di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi, salvo che l’impiego di tali sostanze sia effettuato sulla base delle indicazioni di uno specifico piano di utilizzazione che tenga conto della natura dei suoli, delle colture compatibili, delle tecniche agronomiche impiegate e della vulnerabilità delle risorse idriche;*
- d) dispersione nel sottosuolo di acque meteoriche provenienti da piazzali e strade;*
- e) aree cimiteriali;*
- f) apertura di cave che possono essere in connessione con la falda;*
- g) apertura di pozzi ad eccezione di quelli che estraggono acque destinate al consumo umano e di quelli finalizzati alla variazione della estrazione ed alla protezione delle caratteristiche qualitative della risorsa idrica;*

- h) gestione di rifiuti;*
  - i) stoccaggio di prodotti ovvero sostanze chimiche pericolose e sostanze radioattive;*
  - j) centri di raccolta, demolizione e rottamazione di autoveicoli;*
  - k) pozzi perdenti;*
  - l) pascolo e stabulazione di bestiame che ecceda i 170 chilogrammi per ettaro di azoto presente negli effluenti, al netto delle perdite di stoccaggio e distribuzione. E' comunque vietata la stabulazione di bestiame nella zona di rispetto ristretta.*
6. *Per gli insediamenti o le attività di cui al comma 5, 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. Le regioni e le provincie autonome disciplinano, all'interno delle zone di rispetto, le seguenti strutture od attività:*
- a) fognature;*
  - b) edilizia residenziale e relative opere di urbanizzazione;*
  - c) opere varie, ferrovie ed in genere infrastrutture di servizio;*
  - d) le pratiche agronomiche e i contenuti dei piani di fertilizzazione di cui alla lettera c) del comma 5.*

La zona di rispetto è stata individuata con criterio geometrico, con un cerchio di raggio di 200 metri a monte delle sorgenti.

Al suo interno vanno rispettati i divieti sopra elencati (comma 5).

Le attività di cui al comma 6 sono state normate dalla Regione Lombardia con la D.G.R. 10/04/2003 n° 7/12693, la quale disciplina le modalità di delimitazione delle zone di rispetto e la vincolistica in merito alle seguenti attività:

- realizzazione nuove fognature
- realizzazione opere e infrastrutture di edilizia residenziale e relativa urbanizzazione
- realizzazione di infrastrutture viarie, ferroviarie ed in genere infrastrutture di servizio
- pratiche agricole

Per i dettagli si rimanda alla normativa citata.

Nella carta è stata riportata anche la perimetrazione dell'area di concessione mineraria della Stella Alpina, ridisegnata alla scala 1:2.000 sulla base del perimetro riportato nello studio geologico del 2000.

Si tratta, in sintesi, della porzione di territorio in cui la Ditta concessionaria può effettuare ricerche minerarie ed in cui si trovano tutte le fonti di approvvigionamento idrico.

In questa porzione di territorio non esiste una normativa e/o una vincolistica specifica con divieti e delimitazioni sulle attività consentite nei dintorni.

Resta comunque il fatto che nel sottosuolo è presente un bene di estrema importanza, (naturale ed economica) per cui l'area in concessione è comunque da intendersi come una zona di attenzione e di salvaguardia delle risorse idriche profonde captate a scopo minerale.

Il perimetro è stato riportato anche sulla carta di fattibilità geologica ed al problema specifico è stato dedicato un articolo delle norme geologiche di piano.

### Geositi

Le norme Regionali prevedono che la carta dei vincoli contenga anche la localizzazione dei geositi, ossia quelle aree di valore paesaggistico ed ambientale a spiccata connotazione geologica.

Il riferimento normativo è il Piano Territoriale Regionale e l'elenco più aggiornato dei geositi è contenuto nell'allegato 14 della d.g.r. 28/05/2008 n° 8/7374.

Per quanto riguarda il Comune di Lenna è segnalato un geosito di livello Regionale a valore paleontologico con denominazione "calcari nodulari Ladinici".

La localizzazione è stata effettuata sulla base delle carte B e C del Piano Paesistico Regionale, utilizzando per un maggiore dettaglio la “Carta geologica della Provincia di Bergamo – scala 1:50.000” di Jadoul et al., che individua nella zona specifica un sito di interesse paleontologico.

## **6.0 CARTA DI SINTESI**

Le indicazioni regionali prevedono per la redazione della Carta di Sintesi un’integrazione delle informazioni raccolte dagli studi preliminari ai fini della definizione di “poligoni” con diversi ambiti di pericolosità o di vulnerabilità.

La carta di sintesi è stata redatta su tutto il territorio comunale, alla scala 1:5.000, sulla base del nuovo aerofotogrammetrico, ed è tale da poter rappresentare i contenuti di seguito descritti.

La carta riassume in se, in modo dettagliato, tutti gli elementi individuati per l’intero territorio e rappresenta la sintesi delle conoscenze acquisite dagli studi precedenti, dai dati bibliografici e dai rilievi personali ed ha lo scopo di fornire un quadro chiaro dello stato del territorio. La stessa è direttamente confrontabile con la suddivisione del territorio in classi di fattibilità per le azioni di piano.

Questo elaborato cartografico fornisce una visione d’insieme delle problematiche presenti nel territorio comunale e consente di evidenziare in un unico elaborato i rischi presenti.

Sono riportate aree omogenee dal punto di vista della pericolosità / della vulnerabilità per la presenza di uno o più fenomeni di dissesto geomorfologico e idrogeologico in atto.

Ogni fenomeno è puntualmente definito e delimitato in modo univoco da un poligono, cui verrà poi associata una classe di fattibilità; nel caso in cui in una medesima area siano presenti più fenomeni si ha la sovrapposizione di più poligoni.

La sovrapposizione di più ambiti determina poligoni misti per una pericolosità determinata da più fattori limitanti, anche se ognuno dei singoli fenomeni è puntualmente definito e delimitato in modo univoco.

La carta riprende i dati della cartografie di analisi, degli studi e degli approfondimenti di dettaglio; dove tali elementi erano puntuali e/o lineari è stata effettuata una perimetrazione, riverificando i dati, individuando quelle porzioni di territorio o in cui il fenomeno era diffuso oppure quelle aree che potenzialmente possono essere interessate da una evoluzione del fenomeno stesso.

Oltre agli elementi delle carte di inquadramento sono stati inseriti anche alcuni aspetti relativi alla vincolistica geologica.

L'incrocio con questi nuovi elementi ha consentito di andare a definire puntualmente tutte le problematiche del territorio.

In particolare, in carta, i diversi elementi sono stati distinti nelle seguenti categorie generali:

- 1. Aree pericolose dal punto di vista dell' instabilità dei versanti*
- 2. Aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico*
- 3. Aree vulnerabili dal punto di vista idraulico*
- 4. Aree che presentano scadenti caratteristiche geotecniche*
- 5. Interventi in aree di dissesto o di prevenzione in aree di dissesto potenziale*

**1- Aree pericolose dal punto di vista dell' instabilità dei versanti**

*Aree soggette a crolli di massi (distacco ed accumulo)*

Si tratta, per la maggior parte, di aree caratterizzate da fenomeni gravitativi legati al crollo/ribaltamento di cunei rocciosi instabili da pareti rocciose particolarmente acclivi.

Si è ritenuto di non distinguere tra fenomeni legati al distacco da pareti rocciose e fenomeni con provenienza dei blocchi da depositi, perché, nel contesto territoriale analizzato, i fenomeni sono fra loro strettamente connessi / sovrapposti.

E' infatti frequente la casistica di rimobilizzazione dei blocchi sul detrito di falda successiva ad un distacco dalle pareti rocciose sovrastanti e conseguentemente anche le zone interessate dallo scorrimento dei blocchi e dall'arresto degli stessi sono le medesime.

Si è quindi ritenuto corretto inserire entrambe le tipologie nella stessa classificazione, anche perché sia in termini di fattibilità geologica che di possibili interventi di messa in sicurezza le problematiche sono analoghe.

I perimetri per l'individuazione delle zone di distacco, scorrimento ed arresto sono stati definiti con analisi e verifiche speditive sia cartografiche che di terreno, nonché sulla base dei dati di eventi pregressi ed in relazione alla localizzazione ed al posizionamento di barriere paramassi, reti, ecc..

I principali fenomeni sono localizzati in sponda destra del fiume Brembo, a valle della confluenza con il ramo di Mezzoldo, lungo il crinale a monte della S.P. della valle Brembana; è lungo questa fascia che è localizzata la quasi totalità delle opere di trattenuta (barriere in rete metallica e/o barriere in legno) proprio a protezione della viabilità.

Ulteriori fenomeni, anche se meno monitorati, sono presenti lungo tutta la sponda sinistra del Brembo, soprattutto ai piedi delle principali pareti rocciose.

*Aree di frana attiva (scivolamenti e colate)*

Sono cartografati alcuni fenomeni presenti nella zona dell'abitato di Lenna ed in aree circostanti. Le aree indicate presentano fenomeni di colamento dei terreni superficiali o di scivolamento della porzione superficiale della roccia particolarmente fratturata.

Si tratta di fenomeni limitati, sia numericamente che in termini di estensione areale, che sono localizzati per la quasi totalità in sponda sinistra del fiume Brembo tra la valle Buca e la valle dei Tetti, nella parte bassa del versante.

Una frana attiva di dimensioni importanti è stata rilevata in loc. Cantone San Francesco, in sponda idrografica destra del torrente Ansela, nei pressi degli impianti sportivi.

Si tratta di un'area interessata da fenomeni di tipo scivolamento / colata dei terreni, con presenza di acqua.

*Aree in erosione accelerata*

Si tratta di aree interessate da fortissimi fenomeni di erosione accelerata diffusa.

Questi fenomeni interessano sia i depositi superficiali di versante che la roccia molto fratturata e si sviluppano prevalentemente per l'azione erosiva delle acque superficiali non incanalate.

Il fenomeno è particolarmente diffuso lungo le valli che scendono dal versante settentrionale del Monte Valbona e del Monte Ortighera. In particolare in questa zona è particolarmente imponente ed il risultato è la presenza di aree erose molto ampie presso la testata del bacino e sul versante in sinistra idrografica: tali materiali alimentano le colate detritiche che si originano lungo la stessa valle.

Altri fenomeni di erosione accelerata diffusa sono stati osservati nelle porzioni mediane dei conoidi dell'Ortighera e di quelli posti al di sopra della frazione Cantone Santa Maria.

In questi casi i fenomeni sono legati al ruscellamento delle acque non incanalate, che divagano lungo il conoide, nel momento delle precipitazioni intense.

*Aree a pericolosità potenziale per possibile innesco di colate di detrito su conoide*

Sono state inserite in questa classe le 5 conoidi che interessano il territorio di Lenna e che sono state oggetto delle analisi e delle verifiche di dettaglio ai fini dell'aggiornamento della carta PAI.

Le conoidi sono state inserite distinguendo il grado di pericolosità (che è individuato dalle analisi di dettaglio ed è riportato nel PAI).

Le aree interessate sono:

- valle Ortighera – loc. Colonia e Cantone San Francesco (studio di dettaglio della pericolosità con azionamento in subaree);
- Valsecca di Roncobello – porzione dell'abitato di Cantone Santa Maria al margine del confine est del comune;
- ex canale Cornella – area al confine con Valnegrà presso la ex ferrovia;
- valle Rossa presso lo sbocco nel fiume Brembo
- valle dei Tetti (o valle Freccia) – presso lo sbocco nel fiume Brembo .

In questa classe è stata inserita anche l'area interessata dal conoide di divagazione presso la località Fenili, come individuata dallo studio geologico di dettaglio approvato con la variante 1 al PRG.

*Aree di probabile localizzazione delle valanghe*

Sono state inserite tutte le aree valanghive segnate sulla carta geomorfologica e della propensione al dissesto.

Si tratta dei siti valanghivi a contorno definito entro i quali la massa nevosa, in condizioni estreme, precipita simultaneamente ed aree entro le quali si verificano scaricamenti parziali, differenziati nel tempo e nello spazio.

Le aree sono localizzate sui principali pendii montuosi in sponda sinistra del Brembo: Monte Medile, Monte Ortighera e Monte Valbona.

Per quanto riguarda il Monte Medile le aree sono localizzate nella porzione superiore del versante, mentre decisamente più importanti e significative sono le aree valanghive lungo il Canale della Palera, che giunge fino al fiume Brembo, e lungo la valle che scende dal Monte Valbona e che giunge fino alla strada forestale che da Cantone San Francesco va verso Roncobello, immediatamente a monte della frazione di Cantone Santa Maria.

*Aree potenzialmente instabili, con condizioni fisiche e morfologiche al limite della stabilità*

In questa categoria sono state inserite tutte le aree con presenza di copertura detritica che presentano condizioni di equilibrio limite (per l'incrocio di differenti fattori e principalmente litologia, pendenza, presenza di acqua, ecc.) e/o che sono già interessate da fenomeni di creep, movimenti gravitativi parziali e comunque con indici di criticità geomorfologica.

Rientrano in questa classe ampie porzioni dei detriti di versante e di falda tra le pareti rocciose ed il Brembo, molte lenti detritiche localizzate lungo i versanti nella porzione mediana e superiore ed alcune porzioni dei conoidi sopra i Cantoni.

*Aree potenzialmente pericolose e/o vulnerabili per incrocio degli aspetti geologici e geomorfologici*

Gli elementi contenuti in questa categoria derivano dall'incrocio dell'assetto geologico-geotecnico con le pendenze e con il contesto geomorfologico.

*I limiti di pendenze riportati per categorie di seguito indicate devono ritenersi indicativi, infatti è stata applicata una certa variabilità e tolleranza ai range nella digitalizzazione in carta.*

*Questa tolleranza è servita per considerare i riscontri diretti sul terreno, le difformità osservate tra il fotogrammetrico e la morfologia reale del terreno (soprattutto in aree boscate), le possibili variazioni di caratteristiche sia del substrato che dei depositi, ed anche per creare dei poligoni coerenti, omogenei e di dimensioni corrette per la scala del piano.*

Nella distinzione si è ritenuto di inserire anche la classe con le pendenze inferiori.

In particolare all'interno di questa categoria sono state distinte tutte le seguenti sottoclassi:

*Aree ad acclività elevata - molto elevata e di criticità geomorfologica*

Sono state perimetrare tutte quelle aree che presentano pendenze dei versanti indicativamente superiori ai 45° (in roccia sana) e 35° (in terreni e roccia alterata e/o fortemente fratturata) e che possono presentare gravi problematiche in caso di trasformazione e modifica d'uso del territorio.

Nella classe possono essere state incluse anche aree con pendenze minori sia in base alle caratteristiche geologiche verificate in sito sia in base al contesto morfologico, quali aree contermini ad aree acclivi e molto acclivi, di limitata estensione e tali da appartenere al contesto di criticità geomorfologica.

Si tratta di aree con una scarsa / nulla vocazione all'utilizzo a scopi edificatori.

Data l'orografia tali aree sono concentrate prevalentemente nelle porzioni montuose del territorio Comunale.

*Aree ad acclività medio – elevata e di attenzione geomorfologica*

In questa classe sono state inserite le aree con pendenze tra 35° e 45° per il substrato roccioso e tra i 20° ed i 35° in terreno e nel substrato alterato e/o fortemente fratturato.

Si tratta di aree in cui non sono stati osservati fenomeni di dissesto ma in cui l'abbinamento pendenze medie / terreni e pendenze medio-elevate / roccia, nonché l'eterogeneità dei depositi o l'affioramento della roccia rendono alto il livello di attenzione in caso di interventi.

In questa classe sono state incluse anche aree ad acclività minore ma che per la particolare posizione topografica (creste appuntite, vicinanza a balze ed a gradini morfologici, ecc.) hanno caratteristiche tali da necessitare di un'attenzione analoga a quella che occorre per aree più acclivi. Un caso tipico sono le aree edificate, ubicate su porzioni ristrette di territorio comprese tra pendici acclivi e valli incise, che potrebbero essere interessate negativamente dalla dinamica degli elementi circostanti.

I range di pendenza sopra riportati sono indicativi e sono chiaramente stati adattati sulla base delle caratteristiche dei terreni, le condizioni geomeccaniche della roccia, la presenza di acqua, ecc. e comunque in base alle situazioni osservate in loco.

#### Aree ad acclività medio-bassa

Si tratta delle aree meno acclivi del territorio, generalmente con pendenze inferiori a 20° o, con pendenze tra 20° e 35° in caso di presenza del substrato compatto.

Tale classe è quella con le problematiche minori, ma operando comunque in un territorio collinare-montuoso è sempre necessario adottare le doverose cautele per cui a queste aree è stata attribuita la classe di fattibilità 2 “fattibilità con modeste limitazioni”..

#### 2. Aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico

Relativamente all’aspetto idrogeologico sono state distinte le criticità di seguito dettagliate.

#### Aree ad elevata vulnerabilità degli acquiferi potabili

In questa classe sono state inserite:

1. l’area di concessione mineraria della Soc. Stella Alpina
2. le zone di rispetto e di tutela assoluta della sorgente minerale Pioda.

Queste ultime aree sono sottoposte a vincolistica con diverso grado di restrizione, come previsto dal D.Lgs 258/2000.

Per maggiori dettagli si fa riferimento a quanto già dettagliato nel precedente paragrafo.

Per quanto riguarda l’area di concessione mineraria non esiste una vincolistica di legge, ma è, comunque, un elemento di forte attenzione per la corretta salvaguardia del bene acqua, sia per l’aspetto ambientale che per i forti interessi, anche di carattere

economico, legati all'attività di imbottigliamento, per cui si condividono le indicazioni dei precedenti redattori del piano.

Entrambe le categorie di cui ai punti 1 e 2 sono riferibili alla classe “*aree ad elevata vulnerabilità degli acquiferi*”, anche in assenza di studi idrogeologici di dettaglio (le perimetrazioni sono tutte su base geometrica), perché si tratta comunque di zone di massima tutela e protezione del bene idrico.

*Aree interessate da fenomeni carsici con presenza di grotte*

In carta è riportata anche una contenuta area carsica, con presenza di una grotta, in sponda sinistra della valle dei Tetti, circa a quota 870 m. s.l.m.

*Aree di emergenza della falda*

In questa categoria è stata inserita la zona della sorgente Fregera, nell'area industriale di Lenna.

In questa porzione di territorio la falda è sub-superficiale ed in alcuni punti affiora direttamente a giorno.

*Aree di bassa soggiacenza della falda – elevata vulnerabilità dell'acquifero superficiale – possibili faldine sospese*

In questa classe sono incluse tutte quelle aree contermini al fiume Brembo, con contenuto dislivello dall'alveo dello stesso, subpianeggianti, caratterizzate da un deflusso sotterraneo delle acque dai versanti che vanno ad alimentare il fiume stesso o piccole emergenze non utilizzate a scopo potabile.

Queste aree sono caratterizzate da una bassa soggiacenza della falda superiore (non adibita a scopo potabile), un'elevata vulnerabilità (per la prevalente presenza di depositi

permeabili) e la possibile presenza di faldine sospese per intercalazioni più fini all'interno delle ghiaie.

Sono aree che necessitano di attenzioni geotecniche ed idrogeologiche per il loro utilizzo.

### **3- Aree vulnerabili dal punto di vista idraulico**

#### **Aree potenzialmente inondabili lungo il fiume Brembo**

Per quanto riguarda le problematiche idrauliche a carattere esondativi, che riguardano il fiume, si è ritenuto opportuno, per non ingenerare confusione nei tecnici che si troveranno a valutare la carta, e per una maggiore coerenza e linearità nel passaggio alla carta di fattibilità, riferire la problematiche esondative alla distinzione riportata nel PAI relativamente alle fasce fluviali.

Le aree cartografate fanno quindi riferimento alle caratteristiche idrauliche e di esondabilità delle differenti fasce.

La perimetrazione della fasce lungo il Brembo arriva fino alla Madonna della Coltura; nel tratto a monte si è ritenuto comunque di individuare la zona di deflusso della piena e di esondazione in base alle caratteristiche morfologiche ed idrauliche del fiume.

*Area di deflusso della piena (fascia A) e area di deflusso + area di esondazione (fascia A+B coincidenti)*

La fascia di deflusso della piena (Fascia A del PAI), costituita dalla porzione di alveo che è sede prevalente del deflusso della corrente per la piena di riferimento con  $T_r = 200$  anni, ovvero che è costituita dall'insieme delle forme fluviali riattivabili durante gli stati di piena. Si tratta delle zone di deflusso attuali e delle aree direttamente interessate al passaggio della piena.

La fascia di esondazione (Fascia B), esterna alla precedente, è costituita dalla porzione di alveo interessata da inondazione al verificarsi della medesima piena di riferimento. Il limite di tale fascia si estende fino al punto in cui le quote naturali del terreno sono superiori ai livelli idrici corrispondenti alla piena di riferimento.

Nel territorio di Lenna le due fasce sono coincidenti su tutto il territorio con la sola eccezione della piana industriale, dove la fascia A segue il limite dell'alveo attuale / recente e delle relative sponde, mentre la fascia B risulta più arretrata.

Anche nella porzione a monte della Madonna della Coltura e fino al confine nord-est le aree di deflusso e di esondazione sono state valutate coincidenti ed è stata perimetrata un'unica fascia.

*Area di esondazione della piena di riferimento (limite esterno fascia B)*

Coma già indicato sopra la fascia B (compresa tra il limite esterno della fascia A ed il limite esterno della fascia B) è costituita dalle aree contermini all'alveo che possono essere allagate in caso di passaggio della piena di riferimento ( $T_r = 200$  anni) e si estende a tutte le aree inondabili, fino a che le quote del terreno non siano superiori alle quote di massima piena.

Nel territorio di Lenna questa fascia è presente nella piana Industriale di Lenna, nella porzione compresa tra la sponda attuale del Brembo e via dell'Industria.

A conferma di quanto indicato l'area è stata interessata da esondazione durante l'alluvione della Valtellina del 1987, con interessamento in particolare della zona del campo sportivo.

Si tratta di un'area inondata, in cui le altezze e le velocità dell'acqua sono comunque contenute, come verificato in tutti gli studi idraulici effettuati sull'area.

*Aree retrostanti la fascia B di progetto*

Il PAI indica in casi specifici, con apposito segno grafico, un "limite di progetto tra la fascia B e la fascia C".

Le aree retrostanti tale limite e fino al margine esterno della fascia C sono da considerarsi a tutti gli effetti aree di esondazione della piena (e quindi fascia B, con relativa vincolistica) fino alla realizzazione delle opere di difesa idraulica e/o alla realizzazione di uno studio idraulico di dettaglio che ne verifichi puntualmente la pericolosità e fornisca indicazioni per il loro utilizzo (normativa idraulica).

Nel comune di Lenna la zona interessata è la piana industriale, nella porzione a monte di via dell'Industria e fino al piede della scarpata morfologica che separa dall'abitato principale di Lenna.

Lo studio di cui sopra è stato redatto dagli Scriventi nel 2003 con la collaborazione dell'Ing. Rudelli ed ha ricevuto la presa d'atto della Regione Lombardia.

L'area è stata ritenuta utilizzabile previa l'adozione di alcune cautele edificatorie (in particolare sulle quote dei pavimenti e sulle protezioni dall'acqua), previa la realizzazione di un muro di altezza di almeno 1 metro per un lungo tratto lungo il lato di valle della via dell'Industria. Tale opera è stata realizzata dall'Amministrazione negli anni successivi, come individuata anche sulla carta.

*Area di esondazione per piena catastofica (fascia C)*

L'area di inondazione per piena catastofica (Fascia C), è costituita dalla porzione di territorio esterna alla precedente (Fascia B), che può essere interessata da inondazione al verificarsi di eventi di piena più gravosi di quella di riferimento (nello specifico per una piena con  $Tr = 500$  anni).

Quest'area è individuata nella porzione di fiume a valle della confluenza del ramo di Mezzoldo, sia in sponda sinistra che destra ed interessa i terrazzi delle alluvioni recenti, fino al piede del pendio, esterni alla fascia di deflusso ed alla fascia di esondazione.

*Aree adiacenti a corsi d'acqua da mantenere a disposizione per accessibilità per interventi di manutenzione e per la realizzazione di interventi di difesa idraulica*

Sono quelle aree adiacenti ai corsi d'acqua da mantenere a disposizione del corso d'acqua stesso per gli interventi di manutenzione e per la realizzazione di interventi di difesa idraulica.

Per il tracciamento di tali aree si è fatto riferimento al Piano del Reticolo Idrico Minore e si è valutato di ritenerle coincidenti con le fasce di salvaguardia ai sensi della L. 523/1904.

In tali aree valgono comunque le disposizioni del regolamento di polizia idraulica del Piano sopra citato.

*Aree potenzialmente interessate da interferenze con il reticolo minore e/o scorrimenti temporanei con possibili fenomeni di alluvionamento – sovralluvionamento – trasporto solido*

In questa categoria sono state incluse alcune aree poste nei pressi del confine con il comune di Valnegrà.

Si tratta di aree a blanda pendenza, caratterizzate dalle presenza di una serie di corsi idrici temporanei ed oggetto di modifiche antropiche, che raccordano la parte montuosa con il Brembo attraversando interamente o solo parzialmente (per dispersione e/o modifica di tracciato) la piana di Lenna.

Le aree perimetrare possono essere oggetto, in modo marginale e locale, di interferenze con tale reticolo e con fenomeni di trasporto solido.

Tali aree sono state distinte in base al grado di pericolosità (pericolosità alta o media).

#### **4- Aree che presentano scadenti caratteristiche geotecniche**

##### Aree con riporti di materiale, aree colmate

Sono state indicate alcune aree oggetto di riporto di materiale a fini edificatori e di rialzo della quota del terreno nell'area industriale di Lenna.

Si tratta di riporti con materiale in prevalenza granulare.

##### Discariche

In carta è stata individuata e perimetrata la vecchia discarica di scarti della lavorazione della fuorite, ubicata in sponda sinistra del fiume Brembo nella porzione terminale del territorio, presso la confluenza con la val Parina.

#### **5- Interventi in aree di dissesto o di prevenzione in aree di dissesto potenziale**

Durante i rilievi sono state anche individuate le principali opere di difesa del suolo e regimazione idraulica rilevate sul territorio Comunale di Lenna.

La distribuzione delle opere individua la netta prevalenza di due problematiche affrontate nel corso degli anni:

- 1- regimazione idraulica del fiume Brembo
- 2 – protezione dalla caduta massi lungo la S.P. 470 a valle della galleria

Per quanto riguarda il primo punto è da considerare che la maggior parte delle opere di difesa e protezione spondale sono successive all'evento alluvionale del 1987, in cui il fiume Brembo, nel tratto in esame, causò gravissimi danni.

La maggior concentrazione di interventi è localizzata nei pressi della confluenza dei due rami del fiume e nella porzione a valle soprattutto in sponda idrografica destra. Si tratta di tipologie varie, ma tutte afferenti alla protezione delle sponde, quali: muri in c.s., muri in sassi e cls, scogliere spondali (cementate e non), gabbionate, ecc.

Anche in sponda sinistra sono presenti opere di difesa, realizzate prevalentemente con la realizzazione della ciclovía della Valle Brembana, a protezione della stessa da fenomeni erosivi.

Le opere trasversali presenti sono, oltre alle due dighe, alcune briglie e soglie nella parte alta del territorio Comunale.

In relazione al secondo punto sono state censite numerose opere paramassi sul versante immediatamente a monte della S.P. 470, con funzione di protezione della viabilità.

Le opere sono per la quasi totalità barriere paramassi, in parte in rete metallica ed in parte in pali di legno; alcune reti in aderenza sono state posate presso la centrale idroelettrica alla confluenza dei due rami del Brembo.

Altre opere di difesa del suolo sono state rilevate sul territorio e la loro localizzazione è relativa a protezione della viabilità locale oppure alla regimazione idraulica del reticolo minore.

A tale proposito sono sicuramente da segnalare le opere realizzate con la seconda fase della Legge Valtellina:

- loc. Scelvino: opere idrauliche ed opere di ingegneria naturalistica lungo il fiume Brembo
- valle Ortighera: risagomatura dell'alveo e realizzazione di un vallo in terra armata di protezione della colonia e delle abitazioni in sponda destra

- torrente Anselva: le opere di riprofilatura idraulica nella parte bassa del torrente con realizzazione di una sezione di deflusso in sassi e cls per un breve tratto

Altri interventi sono stati rilevati lungo il reticolo idrico minore, quali vasche di decantazione, sponde in sassi e cls, briglie di trattenuta ecc.

Alcune opere di ripristino della viabilità e sistemazione idrogeologica-idraulica nella zona di Scalvino, della via dell'Oro e lungo la strada Lenna – Valnegra, sono state realizzate a seguito degli eventi alluvionali che si sono succeduti nell'ultimo decennio (ottobre-novembre 2000, maggio 2002, novembre 2002, alcuni forti temporali estivi) e finanziate con le relative ordinanze Regionali.

Le opere rilevate, per una migliore leggibilità, data la già rilevante presenza di simboli e retini nella carta di sintesi, sono state inserite in un'apposita tavola (allegato 4).

## **7.0 CARTA DI FATTIBILITA' GEOLOGICA PER LE AZIONI DI PIANO**

Tale fase è definita attraverso la redazione della “*Carta di fattibilità geologica del territorio*” e delle “*norme geologiche piano*” con le prescrizioni da adottare per ciascun ambito individuato.

La formulazione del giudizio di fattibilità geologica per le azioni di piano, è stata desunta dalla valutazione incrociata degli elementi di carattere geologico-geomorfologico, idrogeologico, idraulico e geotecnico, descritti nei capitoli precedenti, nonché dei fattori di utilizzo antropico del territorio, attuali e di previsione, prospettati dai progettisti dello strumento urbanistico.

In questa fase *propositiva* è stata infatti operata l'elaborazione delle risultanze delle indagini condotte nelle fasi precedenti, che sono finalizzate alla valutazione dell'idoneità di massima del territorio all'intervento edificatorio.

Sulla base delle valutazioni sopra esposte e delle indicazioni metodologiche contenute nella DGR n. 8/7374 del 28/05/2008, è stata allestita la "*Carta di fattibilità geologica per le azioni di piano*" su tutto il territorio Comunale sulla stessa cartografia del PGT (nuovo aerofotogrammetrico).

Tale carta risulta a tutti gli effetti parte integrante dello strumento urbanistico.

Una copia della carta di fattibilità geologica è stata predisposta su base CTR alla scala 1:10.000, come previsto dalla Direttive, per l'inserimento nel database Regionale.

Per motivi di scala e di rappresentazione grafica sulla carta su base CTR sono state distinte le classi di fattibilità senza sottoclassi e sono stati aggiunti gli elementi derivanti dall'analisi sismica.

**La carta di riferimento per il Comune è quella sull'aerofotogrammetrico comunale, poiché quella su CTR è una trasposizione semplificata della prima.**

Il lavoro è stato eseguito in conformità alle indicazioni della Regione Lombardia, che distingue quattro classi di fattibilità: da senza limitazioni a carattere geologico a limitazioni via via crescenti.

E' evidente che non tutte le aree comprese in seconda, in terza oppure in quarta classe sono affette dagli stessi problemi per cui necessitano di studi ed indagini diverse, mirate non solo in base alla realizzazione del progetto ma in funzione delle caratteristiche geologiche ed idrogeologiche della zona.

Per questo devono essere utilizzate anche tutte le altre carte (sia dello studio attuale che di quelli precedenti), in ognuna delle quali sono visualizzate le caratteristiche geologiche, idrogeologiche, geomorfologiche, geologico-tecniche del Comune, i cui caratteri salienti sono riassunti nella tavola di sintesi, anche se, per semplificare tale aspetto, anche le classi di fattibilità sono state ulteriormente suddivise in sottoclassi, in base al tipo di problematica presente.

Modalità di redazione della carta

Il riferimento basilare, per la compilazione della carta di fattibilità geologica è stato lo studio L.R. 41/97 del 2000, integrato e modificato in base agli studi ed agli approfondimenti successivi su argomenti specifici (variante 1 al PRG, dissesti del PAI, fasce fluviali PAI, reticolo idrico minore).

Ulteriori adeguamenti ed aggiornamenti sono stati effettuati per focalizzare le modifiche al territorio del 2000 ad oggi (nuovi dissesti, opere di difesa del suolo, ecc.) e le nuove disposizioni normative subentrate (per esempio nei passaggi obbligatori, secondo le direttive Regionali, dalle categorie della carta di sintesi alle classi di fattibilità minime ammissibili).

Il tutto è stato svolto cercando sempre di mantenere presente un criterio generale di gestione del territorio e di uniformità di trattazione, in base alle diverse problematiche evidenziate dalle analisi.

Negli aspetti puntuali, come sopra accennato, la carta di fattibilità è stata desunta dalla carta di sintesi, attribuendo ai diversi poligoni definiti un valore di fattibilità, in base a quanto riportato di seguito.

**STUDIO ASSOCIATO DI GEOLOGIA SPADA**  
di Spada Mario, Orlandi Gian Marco e Bianchi Susanna

Per quanto riguarda le classi di ingresso si è fatto riferimento, il più possibile, alle tabelle riportate nella DGR n. 8/7374 del 28/05/2008, creando alcune voci ad hoc in funzione delle problematiche peculiari del territorio in esame e cercando di attribuire a tali voci la classe di fattibilità in relazione alla gravità delle problematiche ed alle condizioni di rischio e vulnerabilità.

In base a tali premesse la classe di fattibilità di ingresso è stata realizzata sia in raffronto ad eventuali voci simili già presenti sia in base a valutazioni autonome sul grado di pericolosità dei fenomeni.

La tabella utilizzata per il passaggio dalla sintesi alla fattibilità è la seguente:

<b>VOCE DELLA CARTA DI SINTESI</b>	<b>Classe di fattibilità</b>
<i>Aree pericolose da punto di vista dell'instabilità dei versanti</i>	
Aree soggette a caduta massi (distacco ed accumulo)	<b>4</b>
Aree di frana attiva (scivolamenti e colate)	<b>4</b>
Aree in erosione accelerata	<b>4</b>
Aree di probabile localizzazione delle valanghe	<b>4</b>
Aree a pericolosità potenziale per possibile innesco di colate di detrito – pericolosità alta	<b>4</b>
Aree a pericolosità potenziale per possibile innesco di colate di detrito – pericolosità media	<b>3</b>
Aree a pericolosità potenziale per possibile innesco di colate di detrito – pericolosità bassa	<b>2/3</b>
Aree potenzialmente instabili, con condizioni fisiche e morfologiche al limite della stabilità	<b>4</b>
Aree potenzialmente pericolose per incrocio geologia-geomorfologia	<b>4</b>
Aree ad acclività elevata- molto elevata e di criticità geomorfologica	
Aree potenzialmente pericolose per incrocio geologia-geomorfologia	<b>3</b>

**STUDIO ASSOCIATO DI GEOLOGIA SPADA**  
di Spada Mario, Orlandi Gian Marco e Bianchi Susanna

Aree ad acclività medio - elevata e di attenzione geomorfologica	
Aree ad acclività medio bassa	<b>2</b>
<i>Aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico</i>	
Aree ad elevata vulnerabilità degli acquiferi potabili – Zone di tutela assoluta delle sorgenti potabili	<b>4</b>
Aree ad elevata vulnerabilità degli acquiferi potabili - Zone di rispetto delle sorgenti potabili	<b>3*</b>
Aree ad elevata vulnerabilità degli acquiferi potabili – Area di concessione per acque minerali	<b>3</b>
Aree interessate da presenza di fenomeni carsici	<b>4</b>
Aree di emergenza della falda	<b>4</b>
Aree di bassa soggiacenza della falda – elevata vulnerabilità dell’acquifero superficiale – possibili faldine sospese	<b>3</b>
<i>Aree vulnerabili dal punto di vista idraulico</i>	
Aree adiacenti a corsi d’acqua da mantenere a disposizione per accessibilità per interventi di manutenzione e per la realizzazione di interventi di difesa idraulica	<b>4</b>
Fasce fluviali del PAI - Area di deflusso della piena (fascia A) e area di deflusso + area di esondazione (fascia A+B coincidenti)	<b>4</b>
Fasce fluviali del PAI - Area di esondazione della piena di riferimento (fascia B)	<b>3*</b>
Fasce fluviali del PAI - Aree retrostanti la fascia B di progetto	<b>3*</b>
Fasce fluviali del PAI - Area di esondazione per piena catastrofica (fascia C)	<b>2</b>
Aree potenzialmente interessate da interferenze con il reticolo minore o con scorrimenti temporanei, con possibili fenomeni di alluvionamento / sovralluvionamento / trasporto solido – pericolosità media	<b>3</b>
Aree potenzialmente interessate da interferenze con il reticolo minore o con scorrimenti temporanei, con possibili fenomeni di	<b>4</b>

**STUDIO ASSOCIATO DI GEOLOGIA SPADA**  
di Spada Mario, Orlandi Gian Marco e Bianchi Susanna

alluvionamento / sovralluvionamento / trasporto solido – pericolosità alta	
<i>Aree che presentano scadenti caratteristiche geotecniche</i>	
Aree con riporti di materiale, aree colmate	<b>3</b>
Discariche	<b>4</b>

*3\* Per questo tipo di classi è prevista una norma specifica (derivata dal PAI, dagli studi di approfondimento e/o da normative specifiche), più restrittiva e cautelativa della classe 3 tradizionale.*

All'interno della classe, per segnalare problematiche specifiche, è stata inoltre indicata la sottoclasse, cioè il fattore ricorrente sul territorio, che determina la classe di rischio.

Per ogni sottoclasse viene inoltre fornita l'indicazione in ordine alle limitazioni e destinazioni d'uso del territorio, alle prescrizioni per gli interventi urbanistici, agli studi ed indagini da effettuare per gli approfondimenti richiesti, alle opere di mitigazione del rischio ed alle necessità di controllo dei fenomeni in atto e potenziali.

Le indicazioni sono contenute nelle Norme Geologiche di Piano e devono essere recepite nelle norme del PGT.

In sintesi, la normativa tecnica e la vincolistica da applicarsi ad ogni porzione di Carta della Fattibilità geologica classificata con la sigla complessa di Classe e Sottoclasse deriva dalla somma delle prescrizioni geologiche proprie della Classe “determinante” e della o delle Sottoclassi “concorrenti”.

Il valore di fattibilità ad un poligono è stato dato utilizzando quello più cautelativo (in caso di elementi classe 2 e 3 è stata chiaramente utilizzata la classe 3) e la sottoclasse è tesa a mettere in luce il problema principale, quello più gravoso e che necessita di maggiore attenzione.

Nel caso in cui i fenomeni concorrenti all'interno dello stesso poligono siano tra di loro interagenti e tali da aggravare la condizione di rischio e vulnerabilità, è stato applicato uno scatto di fattibilità rispetto alla classe base indicata in tabella.

Resta comunque fondamentale, da parte dei tecnici incaricati, la verifica della carta di sintesi e delle altre carte di analisi, per valutare la presenza o meno di altre problematiche, di entità e pericolosità minore, che comunque è opportuno considerare.

### ***7.1 Classificazione di fattibilità geologica***

Nel Comune di Lenna, data la natura montana e naturalmente delicata del territorio, non sono presenti aree in classe di fattibilità 1 (senza particolari limitazioni).

Il territorio è quindi suddiviso tra le classi 2 e 3 (concentrate sul fondovalle e nelle aree di raccordo con le montagne, e la classe 4, che costituisce tutta la parte montuosa, oltre alla piana di deflusso del Brembo ed alle le aree interessate da problematiche specifiche. Le sigle di Classe (2, 3, 4), e di sottoclasse (a, b, ..... ) costituiscono il riferimento univoco alla classificazione di fattibilità ed alle prescrizioni ad essa connesse.

*Di seguito si illustrano sinteticamente i vincoli delle diverse classi di fattibilità, le motivazioni di inserimento e le porzioni di territorio Comunale rispettivamente annesse come indicate nella d.g.r. 8/7374 del 28/05/08.*

**Per i dettagli sulla normativa da applicare e sulla tipologia degli approfondimenti da effettuare si rimanda alle Norme geologiche di Piano.**

Si sottolinea che gli approfondimenti di cui sopra non sostituiscono, anche se possono comprendere, le indagini previste dalle Norme Tecniche delle Costruzioni, di cui alla normativa nazionale.

**Classe 2 (colore giallo in carta): Fattibilità con modeste limitazioni.**

*In questa classe ricadono le aree nelle quali sono state rilevate modeste condizioni limitative all'uso a scopi edificatori e/o alla modifica di destinazione d'uso dei terreni, che possono essere superate mediante approfondimenti di indagine ed accorgimenti tecnico-costruttivi, senza l'esecuzione di opere di difesa.*

Si tratta di zone in cui la situazione geologica presenta un quadro leggermente problematico, ma che con l'applicazione di opportuni accorgimenti e/o con l'introduzione di contenute limitazioni possono essere utilizzate.

Tale utilizzo presuppone l'effettuazione di accertamenti geologici, per altro limitati e finalizzati al singolo progetto edilizio.

In base all'analisi delle caratteristiche del territorio di Lenna ed alle diverse problematiche sono state suddivise le seguenti sottoclassi:

*SOTTOCLASSE 2a (generica)*

In questa sottoclasse sono state ricomprese tutte le aree con pendenze blande (< 20°), indipendentemente dal tipo di substrato, prive di particolari problematiche specifiche.

In tutte queste aree non sono stati rinvenuti particolari elementi di pericolosità, ma considerata la natura montana del territorio Comunale è necessaria una doverosa attenzione per operare.

In questa sottoclasse rientra la quasi totalità dell'abitato principale di Lenna a monte del terrazzo della Madonna della Coltura e fino alla prime pendici montuose

*SOTTOCLASSE 2b (interazioni reticolo / trasporto su conoide – bassa pericolosità)*

Le aree ricadenti in questa sottoclasse di fattibilità hanno le medesime caratteristiche della sottoclasse A, cui si aggiunge una possibile interazione con il reticolo idrico minore (per es. ricomprese tra corsi d'acqua con carattere torrentizio) oppure

caratterizzate da un grado di pericolosità H1-H2 per problemi di trasporto in massa e di colate lungo conoide (classificate come Cn “aree di conoidi non recentemente riattivate o completamente protette da opere di difesa” per la presenza di interventi di salvaguardia idraulica nel PAI).

Rientrano nella sottoclasse le aree a valle della via dell’Oro ed una porzione presso il margine meridionale della piana di Cantone San Francesco.

*SOTTOCLASSE 2c (esondazione per piena catastrofica: fascia fluviale C del PAI)*

Le aree individuate sono caratterizzate da assenza di problemi geologici, idrogeologici e/o geotecnici ma sono ricomprese nella aree di inondazione per piena catastrofica – fascia C del PAI.

Nella stessa rientrano i territori pianeggianti e contermini al fiume Brembo a sud della confluenza del ramo di Mezzoldo. Si tratta di terreni non affetti da altre problematiche specifiche, localizzati sia in sponda sinistra che in sponda destra.

**Classe 3 (arancione in carta): Fattibilità con consistenti limitazioni**

La classe III comprende aree in cui sono state messe in luce con gli studi consistenti limitazioni all’utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica di destinazioni d’uso dei terreni per le condizioni di pericolosità / vulnerabilità individuate nell’area o nel suo immediato intorno.

L’utilizzo di tali aree sarà subordinato alla realizzazione di supplementi di indagine per acquisire maggiore conoscenza geologico-tecnica dell’area e del suo intorno mediante campagne geognostiche, prove in situ e di laboratorio, nonché studi tematici specifici (idrogeologici, idraulici, ambientale, ecc.).

Tutto ciò per focalizzare le corrette destinazioni d'uso, i limiti degli interventi, le eventuali opere per la sistemazione e la messa in sicurezza dei siti.

In queste aree è consigliabile un'edificazione a basso impatto geoambientale.

Per la tipologia e la consistenza dei fenomeni che li caratterizzano questi terreni possono essere ricondotti ad un utilizzo insediativo previa preventiva dettagliata valutazione e *progettazione a carattere geologico da affrontare a livello di area e non solo di singolo progetto edilizio.*

Nel territorio di Lenna in classe 3 sono state ricomprese le seguenti aree:

*SOTTOCLASSE 3a1 (territori in fascia fluviale C retrostanti la fascia B di progetto)*

In questa sottoclasse sono incluse quelle aree con problematiche di carattere idraulico / esondativo ubicate in fascia C dal PAI (fascia di esondazione per piena catastofica) ma retrostanti una fascia B di progetto.

Si tratta delle porzioni dell'area industriale di Lenna a monte di via dell'Industria.

Questa aree sono state oggetto di apposito studio idraulico nel 2003, validato dalla Regione Lombardia, e sono sottoposte ad una normativa specifica

*SOTTOCLASSE 3a2 (territori in area di esondazione della piena: fascia fluviale B)*

In questa sottoclasse sono incluse quelle aree con problematiche di carattere idraulico / esondativo ubicate in fascia B dal PAI (fascia di esondazione della piena di riferimento).

Si tratta delle porzioni dell'area industriale di Lenna comprese tra l'alveo attuale del fiume Brembo e via dell'Industria.

Questa sottoclasse è assoggettata alle specifiche norme del PAI per la fascia B, più restrittive delle normali norme di classe 3

*SOTTOCLASSE 3b (acclività medio elevata ed attenzione geomorfologica)*

Sono incluse aree potenzialmente pericolose e/o di attenzione per la valutazione incrociata delle condizioni geologiche e geomorfologiche ed in particolare:

- presenza di depositi superficiali e/o substrato roccioso alterato / fratturato su pendenze tra 20° e 35°;
- presenza di substrato roccioso compatto affiorante e/o subaffiorante con pendenze variabili tra 35° e 45°;
- aree con pendenze minori ma che per posizione topografica (creste, vicinanza a gradini morfologici, piede di scarpate) necessitano di maggiore attenzione rispetto alla classe di fattibilità 2, per possibili interferenze con fenomeni che sviluppano a monte e/o a valle;
- aree che presentano localmente pendenze superiori e/o elementi di criticità, inserite in questa sottoclasse a seguito della realizzazione e del collaudo di opere di messa in sicurezza / mitigazione del rischio.

Le aree in questa classe sono ubicate tra i cantoni San Francesco e Santa Maria ed in alcune zone di raccordo tra piana alluvionale e la zona montuosa.

*SOTTOCLASSE 3c (aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico)*

Sono incluse aree con problematiche di vulnerabilità idrogeologica e precisamente:

- aree di tutela della risorse idropotabili
- area di concessione delle acque minerali della sorgente minerale Pioda
- aree di bassa soggiacenza della falda, alta vulnerabilità e possibili faldine sospese.

Queste categorie sono state accorpate, perché tutte afferenti alla vulnerabilità idrogeologica, ma alcune sono assoggettate a specifica normativa e vincolistica, quali per es. le aree di tutela delle risorse, per le quali, indipendentemente dalla classe di

fattibilità, è comunque riportato il limite del vincolo, con un articolo specifico nelle norme geologiche di piano.

SOTTOCLASSE 3d (interazioni reticolo / trasporto su conoide –pericolosità media)

In questa sottoclasse sono incluse le seguenti aree:

- aree caratterizzate da un grado di rischio H2 / H3 per trasporto in massa e colate lungo conoide
- aree di possibile interferenza con il reticolo minore, con fenomeni di alluvionamento – sovralluvionamento e/o trasporto solido, sempre con un livello di pericolosità medio

Le porzioni inserite anche nel PAI sono assoggettate alla specifica normativa, ove più restrittiva di quella della classe 3.

Le aree in questa sottoclasse sono ubicate in varie porzioni del territorio comunale e precisamente:

- lungo le conoidi di Cantone S. Maria (confine con Roncobello), Ortighera, confine con Valnegrà, sbocco valle Rossa e sbocco valle dei Tetti
- presso le località L'Oro e Coltura.

SOTTOCLASSE 3e (riporto)

Sono incluse le aree (ubicate nell'area industriale di Lenna) rialzate artificialmente con dei rilevati in terra, per proteggerle da fenomeni di carattere esondativo del fiume Brembo

**Classe 4 (rosso in carta): Fattibilità con gravi limitazioni**

L'alta pericolosità / vulnerabilità comporta gravi limitazioni all'utilizzo a scopo edificatorio e/o alla modifica della destinazione d'uso.

In queste aree è esclusa ogni nuova edificazione, ad eccezione delle opere per il consolidamento, la messa in sicurezza e la sistemazione idrogeologica.

Per gli edifici esistenti sono ammesse esclusivamente le opere relative agli interventi di demolizione senza ricostruzione, manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo, come definiti dall'art 27 comma 1 lettere a) b) c) della L.R. 12/05, senza aumento di volume e senza aumento del carico insediativo.

Sono consentite le innovazioni necessarie per l'adeguamento alla normativa antisismica.

Eventuali infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico possono essere realizzate solo se non altrimenti localizzabili. Le stesse dovranno essere comunque puntualmente ed attentamente valutate in funzione della tipologia del dissesto e del grado di rischio che determinano l'ambito di pericolosità / vulnerabilità omogenea.

A tal fine alle istanze per l'approvazione da parte dell'Autorità Comunale deve essere allegata apposita relazione geologica e geotecnica che dimostri la compatibilità degli interventi previsti con la situazione di grave rischio idrogeologico.

Anche per facilitare tali valutazioni la classe di fattibilità è stata comunque suddivisa in sottoclassi (anche se tutte presentano rilevanti vincoli di inedificabilità).

Nello specifico, per il Comune di Lenna, sono state distinte le seguenti sottoclassi, connesse a problemi specifici ed assoggettate a limiti e vincoli ben definiti:

A. *Acclività elevata o molto elevata e criticità geomorfologica* (la porzione montuosa del territorio)

- B. *Aree di deflusso della piena (fascia fluviale A del PAI) e aree di deflusso + aree di esondazione (fascia fluviale A+B coincidenti) (la piana del fiume Brembo ed i terrazzi alluvionali recenti)*
- C. *Aree pericolose dal punto di vista dell'instabilità dei versanti (aree soggette a crolli e distacco, aree di frana attiva, aree in erosione accelerata, potenzialmente instabili e/o al limite della stabilità) (molte porzioni della zona montuosa del territorio),*
- D. *Aree di probabile localizzazione delle valanghe*
- E. *Aree con possibili interazioni con il reticolo idrico con fenomeni di alluvionamento / sovralluvionamento / trasporto detritico – aree caratterizzate da fenomeni di trasporto in massa su conoide (aree a pericolosità elevata)*
- F. *Fasce di rispetto e salvaguardia dei corsi d'acqua del Reticolo idrico Minore (aree assoggettate al relativo regolamento di polizia idraulica, redatto dalla dr.ssa Cabassi ed approvato dallo STER di Bergamo)*
- G. *Aree ad elevatissima vulnerabilità idrogeologia: aree di tutela assoluta delle sorgenti potabili – aree di emergenza della falda (sorgente minerale Pioda e zona della sorgente Fregera)*
- H. *Discarica di residui della lavorazione della fluorite*

### **Pericolosità sismica locale**

Nella carta della fattibilità sono anche riportate, con apposita simbologia, le aree di pericolosità sismica locale, che nel caso di Lenne fanno riferimento agli scenari Z1a, Z1c, Z2, Z3a, Z3b, Z4a, Z4b e Z4c.

Le zone Z1a e Z1c sono già classificate in fattibilità geologica 4 per le problematiche di dissesto.

Attualmente non è in previsione la realizzazione di edifici strategici e rilevanti (come da elenco di cui al d.d.u.o. 19904/03) nelle aree sopra indicate, per cui le verifiche nel presente piano si sono fermate al 1° livello, dato che Lenna è in classe sismica 4.

Allo stato attuale nell'intero territorio comunale si applicano le normative vigenti per la classe sismica 4, senza alcun aggravio particolare.

**Per i dettagli normativi e vincolistici e per la gestione puntuale delle diverse classi di fattibilità si rimanda alle NTA di carattere geologico.**

## **8.0 CARTA DEL DISSESTO CON LEGENDA UNIFORMATA P.A.I.**

Come già indicato in precedenza, il Comune di Lenna ha ottemperato a quanto previsto dalla D.G.R. 7365 del 11/12/01, in relazione all'aggiornamento del quadro del dissesto del P.A.I., con una serie di studi ed approfondimenti redatti dagli Scriventi nel novembre 2002, studi che ricevettero la presa d'atto della Regione Lombardia (D.G. Territorio ed Urbanistica – del 10/01/2003 prot. Z1.2003.2486).

Tali studi hanno comportato una parziale modifica della carta di fattibilità originaria, con relative norme, relativamente al conoide il loc. Ortighera nonché la redazione di una carta del quadro del dissesto PAI aggiornata, per la proposta di modifiche alla Regione ed all'Autorità di Bacino.

Il Comune di Lenna rientra quindi tra i Comuni che hanno regolarmente completato l'iter di cui all'art. 18 della N.d.A. del PAI, come da tabella 2 – allegato 13 – della d.g.r. 8/7374 del 28/05/2008.

**Al presente studio si allega una nuova carta del Quadro del dissesto PAI: si tratta di una carta che non modifica la precedente, e come tale nulla cambia rispetto all'aspetto specifico, ma adegua cartograficamente gli elementi esistenti ad un diverso confine comunale.**

La carta vigente è stata realizzata su base CTR, utilizzando per il taglio dei poligoni del dissesto il limite Comunale della stessa carta, come previsto dalle disposizioni vigenti nel 2002.

Attualmente, in fase di trasposizione degli elementi sulla carta dei vincoli sul nuovo aerofotogrammetrico comunale, è emersa una forte differenza del confine, differenza che

riguarda quasi tutto il territorio e particolarmente la zona edificata al limite con Valnegrà, presso via dell'Oro ed il Canale Cornella.

Tale area era completamente esclusa dal confine C.T.R. mentre rientra pienamente in territorio di Lenna, in base al confine sull'aerofotogrammetrico (infatti era già classificata a livello di fattibilità geologica nella carta alla scala 1:2.000 del 2000).

Anche a seguito dei colloqui intercorsi con i Funzionari Regionali si è deciso di adeguare cartograficamente queste incongruità, utilizzando il confine del nuovo aerofotogrammetrico, tagliando gli eventuali elementi sbordanti e completando i poligoni degli elementi già esistenti.

La zona con le discrepanze maggiori arealmente e di maggiore interesse per l'urbanizzazione è quella presso il confine con Valnegrà, in cui è presente, nella carta PAI aggiornata del 2002, un conoide Cn tagliato dal confine.

Questo conoide è quindi stato completato arealmente fino al nuovo confine, mantenendo la stessa classificazione ed utilizzando come riferimento il perimetro del conoide riportato sulle carte inventario dei dissesti (progetto GEOIFFI) della stessa Regione Lombardia e la parte terminale dello stesso conoide riportata nella recente carta PAI del comune di Valnegrà.

Sempre all'interno di questa zona area precedentemente non coperta dalla cartografia è stata completata la parte terminale di un vicino conoide, sempre classificato Cn, riportato nello studio di Valnegrà, compatibile con la classificazione di fattibilità geologica dell'area.

## **9.0 CRITICITA' ED INDICAZIONI PER LA DIFESA DEL SUOLO**

A seguito dell'analisi e della verifica geologica - idrogeologica del territorio del Comune di Lenna si reputa importante formulare alcune considerazioni in merito alle principali criticità evidenziate, alle necessità di intervento ed in relazione alla manutenzione ed al completamento delle opere di difesa del suolo realizzate nel tempo.

### **Fiume Brembo**

Rappresenta l'elemento di criticità principale presente nel territorio di Lenna e le problematiche sono duplici: da un lato di tipo esondativo e dall'altro di tipo erosivo / di instabilizzazione delle sponde.

Per quanto riguarda il primo problema la situazione più delicata è chiaramente quella della piana industriale di Lenna, cui sono stati dedicati vari studi di dettaglio negli anni, (di cui gli ultimi due del 2003 e del 2010 da parte degli Scriventi con l'ing. Rudelli).

Dall'analisi comparata dei livelli di piena tra il 2003 ed il 2010 emerge un generalizzato innalzamento degli stessi con ampliamento delle potenziali aree di esondazione. L'innalzamento è legato alle modifiche dello stato di fatto dell'alveo, sia per l'innalzamento del fondo che per la presenza di isolotti che riducono le sezioni di deflusso.

Queste riduzioni comportano un aumento dei livelli idrici di alcuni decimetri, con riduzione del franco di sicurezza del muro, recentemente realizzato lungo il lato di valle di via dell'Industria, ed ampliamento delle aree esondabili.

*E' fondamentale procedere il prima possibile alla manutenzione dell'alveo, con asportazione del materiale in eccesso e ricalibratura e sistemazione delle sezioni di deflusso, onde garantire la sicurezza idraulica delle aree a monte della strada e la*

*funzionalità del muro realizzato. Tale manutenzione è ancora più urgente perché lo sviluppo della vegetazione sugli isolotti facilita ulteriormente il trattenimento dei materiali ed il deposito. Le manutenzioni dovranno essere programmate con cadenza definita, perché la zona in oggetto presenta pendenze da medie a blande e quindi è soggetta a fenomeni di deposito e sovralluvionamento.*

Per quanto riguarda i problemi erosivi sarà fondamentale mantenere in efficienza tutte le difese spondali realizzate negli ultimi anni lungo il fiume (con manutenzioni ordinarie e straordinarie), verificarne l'efficacia e la funzionalità e procedere agli eventuali completamenti, in base alle criticità evidenziate.

#### **Valle Ortighera e relativo conoide**

La valle Ortighera ed il relativo conoide, incumbente sulla colonia montana e sulla frazione di Cantone San Francesco, rappresentano un altro elemento di grande attenzione per il Comune di Lenna.

Recentemente, con i fondi della seconda fase della L. 102/90, sono state realizzate alcune opere per la riduzione del rischio (vallo in terra armata di protezione della colonia e ripristino e pulizia dell'alveo). Si tratta di interventi non sufficienti a garantire la sicurezza delle aree, data la limitata disponibilità economica ma anche in considerazione delle continue mutazioni delle condizioni meteorologiche climatiche e la progressiva accentuazione dei fenomeni estremi, con picchi sempre maggiori.

E' quindi fondamentale garantire al meglio la funzionalità delle opere realizzate, con un'adeguata manutenzione delle stesse. Si tratta di interventi a costo molto ridotto ma di fondamentale importanza.

Si dovrà procedere in maniera temporizzata, con cadenza almeno annuale e comunque dopo ogni evento meteorico intenso, alla pulizia del canale principale e dei rami di fuga secondari, in modo da tenere sempre efficienti i sistemi di deflusso delle acque e della colata. Eventuali accumuli consistenti a monte del vallo di protezione della colonia dovranno essere rimossi in tempi rapidi, per garantirne al meglio la funzionalità della struttura.

E' inoltre necessario procedere con il potenziamento degli interventi, quali:

- realizzazione di una serie di opere di trattenuta e regimazione del fondo a monte dell'apice di conoide. Tali opere dovrebbero avere la duplice funzione di stabilizzazione del fondo e di accumulo di una prima porzione dei materiali detritici in afflusso;
- creazione di una vasca di accumulo e laminazione delle piene nella parte alta del conoide. Tale intervento dovrebbe consentire, nel momento dell'evento meteorico intenso, di diluire l'effetto delle acque verso valle e di accumulare il materiale trasportato;
- realizzazione di piccole opere di drenaggio e smaltimento delle acque, sia di infiltrazione che superficiali, nella parte bassa del conoide, e nella zona della piana alluvionale.

### **Torrente Anselà (loc. Cantone Santa Maria)**

Anche questo torrente è stato interessato da una serie di opere finanziate con la legge Valtellina, ma, data la limitatissima disponibilità economica sono state possibili solo piccole opere (pulizia alveo e realizzazione di un breve tratto dello stesso con sezione

rivestita in sassi e cls). Le stesse non sono risolutive delle problematiche presenti (sia di deflusso idrico che di trasporto solido).

Un progetto complessivo dovrebbe prevedere la pulizia dell'alveo dai detriti e dalle sterpaglie, la sistemazione delle sponde, la regolarizzazione del fondo, l'eventuale rifezionamento ed il ripristino e/o la nuova creazione di difese spondali, del fondo in sassi e cls e di eventuali nuove briglie di trattenuta / stabilizzazione nella parte mediana del canale.

### **Altri corsi del reticolo idrico minore (Canale Cornella)**

Il reticolo idrico minore è, nelle zone montane, una delle principali fonti di dissesti e problematiche. Nel Comune di Lenna è stato già completato ed approvato il Piano specifico (dr.ssa Cabassi – 2009) ed allo stesso si rimanda per le analisi puntuali della situazione idraulica nonché alle indicazioni per la manutenzione e la pulizia degli alvei, degli attraversamenti, ecc..

Di seguito si reputa però importante riprendere le considerazioni sul torrente Cornella.

*“Relativamente alla manutenzione del canale della Cornella si dovrebbe provvedere alla rimozione del ponticello di attraversamento che ingombra la sezione di deflusso, peraltro non più utilizzabile e garantire periodiche operazioni di manutenzione delle sponde in pietrame a secco, unitamente a operazioni di pulizia del fondo alveo attraverso la rimozione di detriti e vegetazione ostacolante il deflusso in caso di eventi di piena di significativa portata. Relativamente al tombotto di attraversamento della strada comunale, questo risulta ben dimensionato e facilmente accessibile per le operazioni di pulizia necessarie al fine di prevenire eventuali fenomeni di intasamento della tubazione di raccordo con il fiume Brembo”.*

### **Fenomeni di dissesto: caduta massi**

Il problema della caduta massi è uno dei principali fattori di pericolosità nei territori montani e Lenna non fa eccezione. Il problema è particolarmente delicato in sponda destra del fiume Brembo, sia per la struttura geologica che, soprattutto, per la maggiore urbanizzazione e la presenza della viabilità provinciale (S.P. 470 della valle Brembana) e Comunale.

A monte della viabilità sono state realizzate molte barriere paramassi, sia in rete metallica che in legno.

In considerazione del fatto che la caduta massi è una problematica molto delicata è necessario da un lato mantenere funzionanti le opere in essere, eseguendo interventi di manutenzione e prevedendo le sostituzioni necessarie e dell'altro procedere nel tempo al potenziamento delle opere, per un progressivo miglioramento delle condizioni di sicurezza.

### **Gestione del territorio**

Nei capoversi precedenti si è ritenuto importante formulare alcune considerazioni su alcune criticità e sulle necessità di intervento e manutenzione nel tempo delle opere presenti.

Resta il fatto che tutti i territori montani sono naturalmente delicati e quindi è fondamentale monitorare sempre il territorio, procedere alle piccole ma essenziali manutenzioni (pulizia alvei, gestione della vegetazione, mantenimento linee di sgrondo delle acque, ecc.), mantenere sempre alta l'attenzione e coinvolgere nel processo anche i residenti, soprattutto nelle aree marginali, che costituiscono un elemento essenziale di tutela e salvaguardia, anche idrogeologica, del territorio.

## **10.0 CONSIDERAZIONI GENERALI**

Il presente lavoro è relativo ad una revisione, con adeguamento ai dettami della L.R. 12/05, dello studio geologico vigente (redatto nel 2000 dal dr. Finotelli e con aggiornamenti PAI redatti degli Scriventi nel 2002-2003) del territorio Comunale di Lenna.

Gli aspetti integrati sono relativi a:

- Informatizzazione dei dati con software di tipo GIS (arc-view);
- Trasposizione ed adeguamento dei dati disponibili sul nuovo aerofotogrammetrico del 2009;
- Analisi morfologiche di dettaglio sulla base del nuovo aerofotogrammetrico;
- Aggiornamento dei dati sulle modifiche territoriali (dissesti, opere di difesa del suolo e messa in sicurezza realizzate, ecc.);
- Analisi della pericolosità sismica locale;
- Revisione ed aggiornamento delle seguenti carte: vincoli, sintesi e fattibilità geologica interessanti l'intero territorio Comunale
- Aggiornamento delle norme geologiche di piano.

Per quanto riguarda l'analisi della pericolosità sismica locale è stata predisposta la carta di pericolosità sismica locale su tutto il territorio: le analisi si sono fermate al primo livello in quanto il PGT non prevede nuovi edifici strategici e rilevanti ai sensi della d.d.u.o. n° 19904 del 21/11/2003 interagenti con zone Z3 e Z4.

Eventuali futuri approfondimenti (2° o 3° livello) sia in fase pianificatoria che progettuale dovranno essere realizzati in base a quanto previsto dalle normative vigenti ed ai riscontri della carta della pericolosità sismica locale.

*Con il presente lavoro vengono modificate e completamente sostituite le tavole: “carta di sintesi” e “carta di fattibilità geologica” del precedente piano, vengono aggiunte la “carta delle pericolosità sismica locale” e “la carta dei vincoli” e vengono aggiornate le norme geologiche di piano, in base alle nuove disposizioni normative sopravvenute.*

*Al presente studio è allegata anche la “carta del quadro del dissesto PAI”.*

*Non si tratta di modifiche alla carta PAI già in vigore, approvata dalla Regione Lombardia a seguito degli studi del 2002, ma di un semplice adeguamento degli elementi già esistenti al confine Comunale dell'aerofotogrammetrico, in molti punti fortemente difforme da quello della C.T.R.*

## **11.0 DOCUMENTAZIONE DI PIANO VIGENTE**

Lo studio geologico completo è composto dalla seguente documentazione tecnica:

Studio geologico L.R. 41/97 – Studio geologico-geotecnico Padano – anno 2000

- Tavola 1: Inquadramento geologico, litologico e strutturale, scala 1:10.000
- Tavola 2: Inquadramento idrogeologico, scala 1:10.000
- Tavola 3: Rischio idraulico in base a studi pregressi, scala 1:10.000
- Tavola 4: Carta del sistema idrografico e del rischio idraulico, scala 1:10.000
- Tavola 5: Carta geomorfologica e della propensione al dissesto, scala 1:10.000
- Relazione tecnica – illustrativa ed allegati

Adeguamento dello Studio geologico L.R. 41/97 al PAI – Studio Spada – ing. Rudelli

- “Studi integrativi a supporto della richiesta del raggiungimento della condizione di esonero ai sensi dell’art. 18 delle N.d.A. del PAI e proposta di modifica del quadro del dissesto del territorio” – novembre 2002
- “Fiume Brembo in comune di Lenna: Valutazioni delle condizioni di rischio idraulico e proposta di normativa tecnica per i territori di fascia c del PAI delimitati con segno grafico “limite di progetto tra la fascia B e la fascia C” – settembre 2003

Studio di adeguamento ai sensi della L.R. 12/05

- Tavola 6: Carta degli scenari di pericolosità sismica locale, scala 1:5.000
- Tavole 7: Carta dei vincoli, scala 1:5.000
- Tavole 8: Carta di sintesi, scala 1:5.000
- Tavole 9a-9e: Carta di fattibilità geologica, scala 1:2.000
- Tavola 10: Carta di fattibilità geologica su CTR, scala 1:10.000
- Tavola 11: Carta del quadro del dissesto con legenda uniformata PAI su CTR, scala 1:10.000
- Relazione tecnica illustrativa
- Allegati
- Norme geologiche di piano

## **ALLEGATI**

- Allegato n° 1: Carta geologica schematica, scala 1:10.000 (da Studio geologico-geotecnico Padano – anno 2000 - informatizzata e ridisegnata)
- Allegato n° 2: CD ROM contenente gli studi PAI del 2002-2003 e precisamente:
- *“Studi integrativi a supporto della richiesta del raggiungimento della condizione di esonero ai sensi dell’art. 18 delle N.d.A. del PAI e proposta di modifica del quadro del dissesto del territorio” – novembre 2002*
  - *“Fiume Brembo in comune di Lenna: Valutazioni delle condizioni di rischio idraulico e proposta di normativa tecnica per i territori di fascia c del PAI delimitati con segno grafico “limite di progetto tra la fascia B e la fascia C” – settembre 2003*
- Allegato n° 3: Carta con indicazione delle denominazioni del reticolo idrico minore utilizzate nel testo, scala 1:10.000
- Allegato n° 4: Carta di individuazione degli interventi in aree di dissesto o di prevenzione in aree di dissesto potenziale
- Allegato n° 5: Documentazione fotografica