COMUNE DI SERNIO

PROVINCIA DI SONDRIO

COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO

d.g.r. 8/7374 del 28 maggio 2008

TAVOLA 1	RELAZIONE GEOLOGICA GENERALE

IL SINDACO	DELIBERA C.C.
IL SEGRETARIO	DECRETO REGIONALE

PROGETTISTA DELLA COMPONENTE GEOLOGICA
Dott. Geol. Tiziana Da Prada
Ordine dei Geologi della Lombardia n. 772
Via del Capitel, 22 – 23034 GROSOTTO (SO)

DATA: luglio 2008

SOMMARIO

1. PREMESSA 4

2. METODOLOGIE DI STUDIO 4

3. CONTENUTI DELLA RELAZIONE GEOLOGICA 5

4. CONTENUTI DELLE NORME GEOLOGICHE 6

5. RICERCA BIBLIOGRAFICA E STORICA 6

6. INQUADRAMENTO TERRITORIALE 8

7. LINEAMENTI GEOLOGICI E GEOMORFOLOGICI 8

7.1. CONTESTO GEOLOGICO 8
7.2. GEOMORFOLOGIA 12
7.3. DISSESTI 14
7.4. VALANGHE 16

8. ASPETTI METEOCLIMATICI 17

8.1. PRECIPITAZIONI 17
8.2. PRECIPITAZIONI DI BREVE DURATA E FORTE INTENSITÀ 19
8.3. TEMPERATURE 20

9. ASPETTI RELATIVI AI CORSI D'ACQUA 20

9.1. FIUME ADDA 23
9.1.1. Caratteristiche del bacino 23
9.1.2. Portate e trasporto solido 23
9.1.3. Punti di criticità idraulica 23
9.2. TORRENTE VALCHIOSA 24
9.2.1. Caratteristiche del bacino 24
9.2.2. Regime afflussi-deflussi 24
9.2.3. Portate e trasporto solido 25
9.2.4. Punti di criticità idraulica 26
9.3. FOSSO DELLO STRADELLO 26
9.3.1. Caratteristiche del bacino 26
9.3.2. Regime afflussi-deflussi 26
9.3.3. Portate e trasporto solido 27
9.3.4. Punti di criticità idraulica 28
9.4. RIO RIFREDDO 28
9.4.1. Caratteristiche del bacino 28
9.4.2. Regime afflussi-deflussi 28
9.4.3. Portate e trasporto solido 29
9.4.4. Punti di criticità idraulica 30

10. ELEMENTI DI IDROGEOLOGIA 30

10.1. SORGENTI 30
10.2. FALDA FREATICA DI FONDOVALLE 30

11. OPERE IDROGEOLOGICHE ESISTENTI 31

12. CARTA DI SINTESI 32

13. CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE 34

14. QUADRO DEL DISSESTO CON LEGENDA UNIFORMATA PAI 36

15. CARTA DI FATTIBILITA' DELLE AZIONI DI PIANO 38

15.1. CLASSE 2 – FATTIBILITÀ CON MODESTE LIMITAZIONI 40
15.2. CLASSE 3 – FATTIBILITÀ CON CONSISTENTI LIMITAZIONI 40
15.3. CLASSE 4 – FATTIBILITÀ CON GRAVI LIMITAZIONI 41

16. CARTA DEI VINCOLI 43

17. NORMATIVA 44

17.1. ART. 1: GENERALITA' 44
17.2. ART. 2: DOCUMENTAZIONE GEOLOGICA PER L'ISTRUTTORIA DELLE PRATICHE 45
17.3. ART. 3: NORME TECNICHE DI FATTIBILITA' GEOLOGICA 45
17.3.1. Art. 3.1 - Zone in Classe 1: fattibilità senza particolari limitazioni 46
17.4. ART. 3.2. - ZONE IN CLASSE 2: FATTIBILITÀ CON MODESTE LIMITAZIONI 46
17.4.1. a) Nuove edificazioni 46
17.4.2. Ampliamento di edifici esistenti 47
17.4.3. Recupero del patrimonio edilizio esistente 47
17.4.4. Opere varie 47
17.5. ART. 3.3. - CLASSE 3: FATTIBILITÀ CON CONSISTENTI LIMITAZIONI 47
17.5.1. a) Nuova edificazione 48
17.5.2. Ampliamento di edifici esistenti 49
17.5.3. Recupero del patrimonio edilizio esistente 50
17.5.4. Opere varie 50
17.6. ART. 3.4. - CLASSE 4: FATTIBILITÀ CON GRAVI LIMITAZIONI 50
17.6.1. Nuove edificazioni 51
17.6.2. Edificato esistente 53
17.6.3. Opere varie 54
17.7. ART. 5: NORMATIVA PER LE ZONE DI SALVAGUARDIA DELLE RISORSE IDROPOTABILI 54
17.7.1. Art. 5.1. - Normativa delle aree di salvaguardia delle sorgenti (D.L. 258/2000) 55

1. PREMESSA

Il presente lavoro consiste nello studio della Componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57, comma 1 della l.r. 11 marzo 2005, n. 12.

Come richiesto dalla d.g.r 28 maggio 2008 – n. 8/7374, recante Aggiornamento dei "Criteri ed indirizzi per la definizione della Componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57, comma 1 della l.r. 11 marzo 2005, n. 12", si procederà all'aggiornamento dello studio geologico esistente ai sensi della suddetta direttiva relativamente:

- alla componente sismica;
- alla cartografia di sintesi e di fattibilità estesa all'intero territorio comunale;
- all'aggiornamento delle carte dei vincoli, di sintesi e di fattibilità con relativa normativa riguardo alle perimetrazioni delle fasce fluviali e delle aree a rischio idrogeologico molto elevato

Il comune di Sernio rientra infatti tra quelli che hanno a suo tempo completato l'iter di aggiornamento al PAI (d.g.r. 7/7365) e quindi gli elaborati necessari per lo studio geologico di cui alla d.g.r 28 maggio 2008 – n. 8/7374 sono limitati alle sole "Carta di Sintesi", " Carta di Fattibilità Geologica per le Azioni di Piano e Classi di Fattibilità", "Carta della pericolosità sismica locale" e "Carta dei Vincoli", nonché al "Quadro del Dissesto con legenda uniformata PAI".

2. METODOLOGIE DI STUDIO

A norma dei criteri sopra menzionati la componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio è costituita:

- dalla presente Relazione Geologica;
- dalle Norme Geologiche;
- dalla Carta di Sintesi in scala 1:10.000 su tutto il territorio comunale;
- dalla Carta di Sintesi in scala 1:2.000 dell'intero perimetro urbanizzato;
- dalla Carta di Pericolosità Sismica Locale in scala 1:10.000 su tutto il territorio comunale;

- dalla Carta di Pericolosità Sismica Locale in scala 1:2.000 dell'intero perimetro urbanizzato;
- dal Quadro del Dissesto con legenda uniformata PAI, in scala 1:10.000 su tutto il territorio comunale;
- dalla Carta di Fattibilità geologica per le Azioni di Piano in scala 1:10.000 su tutto il territorio comunale;
- dalla Carta di Fattibilità geologica per le Azioni di Piano in scala 1:2.000 dell'intero perimetro urbanizzato;
- della Carta dei Vincoli in scala 1:10.000 su tutto il territorio comunale (in contrasto con quanto previsto dalla d.g.r. 8/7374 del 28 maggio 2008, si è scelto di predisporre la presente carta alla scala 1:10.000, anziché 1:2.000, in modo da fornire un quadro completo dei vincoli riportati che ad una scala maggiore sarebbe risultato troppo dispersivo).

Per la redazione della Cartografia geologica di Piano sopra indicata sono state utilizzate le seguenti basi cartografiche:

Restituzione aereofotogrammetrica della Comunità Montana Valtellina di Tirano in scala 1:10.000: sezioni D3b1 e D2b5.

Restituzione aereofotogrammetrica della Comunità Montana Valtellina di Tirano in scala 1:2.000: sezioni D3b1c1, D3b1d1, D2b5c5,D2b5d5.

3. CONTENUTI DELLA RELAZIONE GEOLOGICA

All'interno della presente relazione sono riportati:

- ✓ gli esiti della ricerca storica;
- ✓ l'inquadramento meteoclimatico e nivologico;
- ✓ una descrizione dei corsi d'acqua naturali e artificiali;
- ✓ una descrizione dell'assetto geologico e strutturale dell'area in esame;
- ✓ una descrizione delle principali forme e processi geomorfologici;
- ✓ una descrizione dell'assetto idrogeologico dell'area;

- ✓ una descrizione degli ambiti di pericolosità omogenea come individuati cartograficamente nella carta di sintesi;
- ✓ una descrizione delle aree riconosciute come passibili di amplificazione sismica (perimetrate nella carta della pericolosità sismica locale) e dei metodi / elaborazioni utilizzati in fase di esecuzione degli studi di secondo livello, nonché dei risultati ottenuti;
- ✓ una descrizione delle opere idrauliche, di sistemazione dei versanti, ecc. con una valutazione sullo stato di conservazione delle stesse ed una valutazione dell'efficacia ed efficienza delle stesse

4. CONTENUTI DELLE NORME GEOLOGICHE

Le Norme geologiche di piano contengono la normativa d'uso della carta di fattibilità ed il richiamo della normativa derivante dalla carta dei vincoli e riportano, per ciascuna delle classi di fattibilità (o per ambiti omogenei – sottoclassi), precise indicazioni in merito alle indagini di approfondimento ed alla loro estensione, con specifico riferimento alla tipologia del fenomeno che ha determinato l'assegnazione della classe di fattibilità, alle opere di mitigazione del rischio da realizzarsi, e alle prescrizioni per le tipologie costruttive riferite agli ambiti di pericolosità omogenea.

5. RICERCA BIBLIOGRAFICA E STORICA

La ricerca bibliografica e storica, effettuata consultando le pubblicazioni esistenti e le notizie riportate dai quotidiani locali dal 1800 ad oggi ha permesso di ricostruire la seguente cronologia di eventi che hanno colpito il territorio comunale di Sernio, così come sono riportati dalla fonte considerata ("Ricerche bibliografiche per un catalogo sulle inondazioni, piene torrentizie e frane in Valtellina e Valchiavenna" a cura del Consiglio nazionale delle Ricerche – Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica nel Bacino Padano):

- ❖ 1600: prime avvisaglie della frana del Monte Masuccio;
- ❖ 1652: manifestazioni di instabilità Monte Masuccio;
- ❖ 1679 (maggio): sbarramento alveo Adda e formazione di invaso tra Mazzo e Sernio;
- ❖ 1750: evento alluvionale con formazione di un lago tra Mazzo e Sernio;

- 1807 (8 dicembre): frana dalle pendici del Monte Masuccio (frana di Sernio), sbarramento dell'Adda e formazione invaso con allagamento di Lovero;
- 1808 (16 maggio): sfondamento accumulo frana di Sernio con erosione sponde Adda;
- 1834: piena del Fiume Adda e riempimento del lago di Sernio;
- 1839 (settembre): frana Monte Masuccio (Tirano – Sernio);
- 1864: riattivazione frana di Sernio del 1807;
- 1872: tra Sernio e Lovero una frana interrompe la Strada Nazionale;
- 1882: riattivazione della frana di Sernio del 1807 e, nei mesi di settembre – ottobre dissesto nei bacini Val Chiosa e Val Rovinaccio;
- 1888: danni a Sernio a seguito dell'alluvione
- 1898: franamento dei materiali di accumulo della frana di Sernio; il Torrente Valchiosa interrompe la strada nazionale e il 15/08 un furioso temporale danneggia gli abitati in sinistra Adda fra Mazzo e Tirano;
- 1900 (25 agosto): frana Valchiosa (100.000 m^3 e 200 m di lunghezza);
- 1901 (marzo): frana dal Monte Padrio lungo la Valchiosa
- 1927: erosione al piede della frana Valchiosa;
- 1960: riattivazione frana Valchiosa (crollo)
- 1965: aggravamento del movimento franoso in Valchiosa;
- 1966: frane in Valle Verun ed in località Alpe Ghiaccia
- 1975 (9 luglio): caduta massi dall'Alpe Ghiaccia;
- 1978: franamenti superficiali sui vigneti;
- 1983: parziale riattivazione della frana di Valchiosa;
- 1985 (8 luglio): nubifragio nei territori di alcuni comuni fra i quali Sernio;
- 1987 (luglio): erosione sponda destra e sinistra Fiume Adda con frane per scalzamento, riattivazione della frana della Valchiosa, crollo e lesione muri di sostegno strada vicinale di Ere, dissesto in località Refrecc-strada delle Coste (colata di detrito lungo il Rio Rifreddo).

Come si può osservare i principali dissesti, che si sono tra l'altro riproposti periodicamente nel tempo, sono relativi alla Valchiosa (in particolare con riferimento alla località e secondariamente al Torrente) e alle pendici del Monte Masuccio.
Sono quindi queste, unitamente al Rio Rifreddo e alla frana dell'Alpe Ghiaccia, le situazioni di fragilità del territorio comunale di Sernio che verranno di seguito più dettagliatamente esaminate.

6. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Il territorio del Comune di Sernio, avente una superficie di 9.58 km^2, si sviluppa su entrambi i versanti dell'Adda con direzione NNO-SSE per una lunghezza di circa 8.5 km e larghezza variabile da 400 m (al limite Nord-occidentale) a 1.7 km (nella porzione Sud-orientale).

In destra Adda occupa un settore delle pendici meridionali del Monte Masuccio a partire dal crinale di quota 2654-2736 m s.m. sino all'alveo dell'Adda (quota 430 m s.m.).

In sinistra comprende una parte del versante settentrionale del Monte della Colma – Passo del Picco – Passo di Guspessa (quote comprese tra 2143 m s.m. e 1830 m s.m.) sino al fondovalle dell'Adda quasi interamente occupato dal conoide della Valchiosa e sul quale sorgono, oltre all'abitato di Sernio, le frazioni di Biolo, Piazza e Valchiosa.

7. LINEAMENTI GEOLOGICI E GEOMORFOLOGICI

Dal punto di vista sia geologico che geomorfologico il territorio comunale di Sernio può essere distinto in due zone, corrispondenti ai due versanti dell'Adda i quali presentano caratteristiche differenti.

7.1. Contesto geologico

Il <u>settore in sinistra Adda</u> (<u>versante del Monte della Colma – Passo di Guspessa</u>) è caratterizzato da un substrato roccioso rappresentato da litotipi prevalentemente gneissici ("Gneiss del Monte Tonale": gneiss e micascisti a due miche, in prevalenza biotitici, sillimanitici e granatiferi con lenticelle quarzoso-feldspatiche) con intercalazioni lenticolari di anfiboliti e anfiboliti gneissiche in associazione con calcari, calcari dolomitici cristallini e calcefiri.
Le stesse hanno carattere singenetico sedimentario: la loro presenza deve cioè essere messa in rapporto a locali variazioni nella composizione litologica di un originario deposito argilloso-arenaceo colpito dal metamorfismo principale delle formazione.
Altrettanto frequenti sono inoltre i filoni di pegmatiti e di gneiss aplitico-pegmatitici: rocce a tessitura da moderatamente a molto distinta con quarzo come componente prevalente seguito da

feldspato potassico, plagioclasio e muscovite, nonché granato, tormalina ed ortite come accessori. Tali iniezioni sono spesso discordanti e attraversano le intercalazioni di marmi ed anfiboliti nei quali si notano segni di trasformazioni in calcefiri; esse sono quindi da ricollegare ad un ciclo di manifestazioni magmatiche o di mobilizzazioni successivo al metamorfismo catazonale.
Tutta l'area è inoltre influenzata dalla presenza della "Linea del Tonale", discontinuità di importanza regionale che decorre in senso E-O immediatamente a Sud del territorio comunale di Sernio, tra il Monte della Colma ed il Monte Padrio.
Parallelamente alla stessa sono infatti orientate tutte le intercalazioni precedentemente descritte, mentre i contatti tra i diversi litotipi, risentendo della dislocazione tettonica, danno luogo a cataclasiti e miloniti. Si hanno quindi zone di debolezza in ammassi rocciosi, già di per se di qualità mediocre, che ne accentuano l'erodibilità e danno luogo a orli di scarpata di degradazione e/o di frana.
Il versante in sinistra Adda è infine parzialmente coperto da coltri moreniche (le quali formano le Alpi Bellotti, Meschino, Rifreddo, Valchiosa e Vallelunga), eluvio-colluviali e limitatamente da accumuli detritici quasi totalmente inattivi.

Relativamente al versante destro, il nucleo principale del Monte Masuccio è costituito da gabbri e gabbrodioriti con locali differenziazioni di facies più acide (dioriti e granodioriti anfiboliche) soprattutto nelle zone marginali del Plutone.
Il litotipo più comune è rappresentato da un gabbro anfibolico a grana grossa per la presenza di macrocristalli di feldspato e anfibolo, di colore grigio verdastro scuro, con patina di alterazione rossastra; il locale arricchimento della roccia in biotite e, subordinatamente in quarzo, unitamente ad una modificazione delle dimensioni della grana da grossolana a fine, contrassegnano il passaggio a tipi con chimismo gabbro-dioritico.
Le facies decisamente dioritiche sono diffuse soprattutto ai margini dell'ammasso; si tratta di dioriti quarzifere, anfibolico-biotitiche con frequenti differenziazioni sia di tipo acido (granodioritiche anfiboliche a grana fine) sia di tipo basico (gabbrodioriti) così come sono diffusi inclusi autigeni (scisti della Formazione della Punta di Pietra Rossa e Gneiss del Monte Tonale), parzialmente assimilati e con manifesti segni di metamorfismo termico (horfels ad andalusite o a sillimanite).
I litotipi del gabbro del Monte Masuccio affiorano alle quote superiori del versante destro della Valle dell'Adda (tra i 2300 ed i 1300 m s.m.), nella porzione Nord-occidentale del territorio comunale di Sernio.

A quote inferiori si hanno invece le rocce della formazione entro la quale il plutone si è intruso, cioè quella un tempo chiamata Formazione della Punta di Pietra Rossa ed attualmente identificata con la Formazione di Valle Grosina a causa delle affinità petrografiche e strutturali tra le due.

Si tratta comunque di una vasta gamma di litotipi che rispecchiano condizioni di diverso ambiente metamorfico con reciproci passaggi attraverso insensibili transizioni.

I tipi petrografici prevalenti sono rappresentati da micascisti muscovitico-cloritici e anfibolico-granatiferi localmente tormaliniferi, nonché gneiss minuti biotitici, talora granatiferi e anfibolici, con locali intercalazioni lenticolari sempre concordanti di quarzo e quarziti micacee grigio-chiare a muscovite prevalente e subordinata biotite cloritizzata.

In prossimità del corpo intrusivo del Monte Masuccio si hanno inoltre fenomeni di contatto quali brecce di intrusione ed horfels ad andalusite, granato e tormalina.

La giacitura media dei piani di scistosità delle rocce affioranti è infine immergente verso N e NNO con inclinazioni piuttosto accentuate.

Anche il versante destro dell'Adda è coperto da depositi sciolti, prevalentemente morenici (Prà Fontana, Alpe Ghiaccia) e detritici e secondariamente eluvio-colluviali.

I depositi di detrito sono rappresentati sia da coni che da accumuli e falde. I primi sono formati da frammenti lapidei precipitati dalle pareti rocciose o rimobilizzati dalla falde di detrito e accumulatisi al piede del versante destro della Valle dell'Adda in corrispondenza di alcune piccole incisioni. In queste si sono infatti convogliati i materiali di frana o semplicemente provenienti dal disfacimento del substrato roccioso che si sono poi accumulati con una forma a cono in prossimità del fondovalle. Sono quindi costituiti da ghiaie e sabbie con trovanti, moderatamente addensate e caratterizzate da una selezione legata alla gravità con un aumento delle dimensioni dall'alto (dove di arrestano i frammenti più piccoli) verso il basso (dove precipitano i materiali più grossi e quindi più pesanti). Anch'essi, il cui spessore è inferiore a quello dei conoidi di deiezione (al massimo poche decine di metri), possono essere ritenuti inattivi e sono infatti colonizzati da vigneti o da vegetazione spontanea.

Gli accumuli e le falde, pur con geometria diversa, presentano caratteristiche analoghe. Si tratta infatti dei materiali di frane o comunque derivanti dall'alterazione del substrato roccioso da parte degli agenti atmosferici che, a causa delle pendenze elevate delle porzioni di versante ove gli stessi si formano, precipitano lungo il versante e si raccolgono ove le inclinazioni diminuiscono leggermente. Sono quindi costituiti da frammenti lapidei sciolti o poco addensati, di dimensioni eterogenee: dai grossi blocchi alla ghiaia, con frazione fine (sabbia) assente o subordinata e comunque concentrata nelle porzioni meno superficiali dei depositi. Negli stessi si riconosce

inoltre la caratteristica selezione legata alla gravità con un aumento delle dimensioni dall'alto al basso dell'accumulo. Sono sia attivi e quindi soggetti alla continua caduta di massi sia inattivi e colonizzati da vegetazione spontanea che tende a stabilizzarli.
Anche le coltri eluvio-colluviali derivano dalla disgregazione delle rocce del substrato, ma rispetto ai precedenti depositi subiscono diverse trasformazioni ad opera delle gravità. Occupano infatti le porzioni di versante ad inclinazione poco significativa dove i materiali risultanti dall'alterazione del bed-rock rimangono in posto (eluvio) o subiscono solo un modesto rimaneggiamento ad opera delle acque superficiali (colluvio) e proteggono quindi le rocce sottostanti (sciolte e/o lapidee) dall'ulteriore disfacimento. Le loro caratteristiche dipendono da quelle della roccia di origine e, derivando da litotipi gneissici e micascistosi, sono costituiti da sabbie con limo più o meno abbondante, ghiaia e frammenti lapidei spigolosi e subarrotondati delle dimensioni dei ciottoli. Gli accumuli eluvio-colluviali, mediamente addensati, sono colonizzati da boschi, hanno una distribuzione areale significativa essendo presenti un po' su tutto il territorio comunale di Sernio, ma hanno uno spessore limitato che permette piuttosto estesamente l'affioramento del substrato roccioso.

I depositi morenici, nel territorio del Comune di Sernio si ritrovano a varie quote su entrambi i versanti dell'Adda; ricoprono i terrazzi morfologici che gradonano il pendio con le loro inclinazioni inferiori rispetto a quelle medie dello stesso e sui quali sorgono nuclei rurali o alpeggi (Alpe Ghiaccia, quota 1650-1700 m s.m. e Prà Fontana, quota 1150-1250 m s.m. sul versante destro e Alpe Monte di Cristallo, quota 800-850 m s.m.; Alpe Bellotti e Baruffino, quota 1400-1500 m s.m.; Alpe Meschino, quota 1500-1550 m s.m. e Alpe Rifreddo, 1650-1700 m s.m.). Si tratta dei materiali trasportati dai ghiacciai che un tempo occupavano la valle dell'Adda e depositati sui fianchi della stessa. Hanno spessori variabili da qualche metro a poche decine di metri, ma solitamente tali da impedire l'affioramento del substrato roccioso e sono formati da ghiaia, sabbia e trovanti caoticamente mescolati ad abbondante limo e con un discreto grado di addensamento dovuto ai successivi processi di diagenesi subiti nel tempo. Sono inoltre coperti da uno strato di suolo vegetale di almeno 30 cm e solitamente adibiti a prati o coltivi.

Il fondovalle dell'Adda è infine occupato dalle alluvioni del Fiume Adda e dai conoidi di deiezione della Valchiosa, del Fosso dello Stradello e limitatamente del Rio Rifreddo.
Data l'imponenza di questi ultimi la distribuzione dei depositi alluvionali è limitata alle immediate vicinanze del corso d'acqua. Gli stessi sono infatti rappresentati dai materiali trasportati dal Fiume Adda e deposti lungo l'alveo e sulla piana alluvionale. Si tratta di accumuli

di sabbia e ghiaia con un moderato grado di addensamento, che rappresentano le facies legate al trasporto prevalentemente torrentizio dell'Adda e che si ritrovano nell'alveo attuale, e di sabbie limose e limi argillosi che occupano l'invaso artificiale creato dallo traversa AEM presente sul corso d'acqua. Il fondovalle è quindi occupato da materiali di origine fluvio-torrentizia e lacustre interdigitati con depositi di delta di conoide, il cui spessore risulta limitato a qualche decina di metri (a causa della pendenza accentuata dei versanti e della limitata ampiezza del fondovalle).

I conoidi di deiezione si trovano invece allo sbocco dei tributari del Fiume Adda, alla sinistra dello stesso e la dimensione complessiva degli accumuli è pari a 1.5 km^2. Sono rappresentati da materiali di origine fluvio-torrentizia, erosi nel bacino di alimentazione dei corsi d'acqua laterali (la Valchiosa, il Fosso dello Stradello ed il Rio Rifreddo), presi in carico essenzialmente dalle acque di ruscellamento (e solo limitatamente da altri agenti di trasporto quali le valanghe o le colate detritico-fangose), trasportati verso valle e qui depositi con una tipica forma a ventaglio che, in corrispondenza della piana alluvionale dove si ha una riduzione delle pendenze, si allarga lateralmente rispetto all'alveo del tributario. Tali accumuli, prevalentemente costituiti da granulometrie tipiche degli ambiti fluvio-torrentizi (sabbie e ghiaie) presentano per altro variazioni di facies senza alcuna continuità laterale e/o verticale (intercalazioni lenticolari di limi) dovute alla sovrapposizione nel tempo di diversi eventi con differente energia di trasporto. Va per altro tenuto conto che quest'ultima diminuiva dall'apice al piede del conoide ed in tal senso si assiste quindi ad una riduzione delle dimensioni dei materiali che costituiscono i depositi. Lo spessore complessivo dei medesimi, il cui grado di addensamento è moderato, è inoltre dell'ordine delle decine di metri. Gli stessi possono infine essere considerati inattivi, cioè non più soggetti ai fenomeni di trasporto e deposizione che li hanno originati; sono infatti addensati e diagenizzati, nonché coperti da uno strato di suolo vegetale di almeno 50 cm che ne permette la coltivazione ed in parte colonizzati dall'abitato di Sernio e dalle sue frazioni.

7.2. Geomorfologia

La porzione del territorio comunale di Sernio in destra Adda, compresa tra il Monte Masuccio ed il fondovalle ha risentito del modellamento operato da diversi agenti morfogenetici succedutisi nel tempo, ma vi si riconoscono ancora i relitti dell'azione modellatrice sia dei ghiacciai pleistocenici, che hanno depositato morene sino a quote intorno ai 1600 m s.m. (Alpe Ghiaccia), sia da ghiacciai stadiali i cui depositi si rinvengono sino a 1050 m s.m. (Prà Fontana).

Successivamente al ritiro dei ghiacciai l'evoluzione del versante è avvenuta secondo fenomeni per lo più gravitativi, il più evidente dei quali insiste sulla porzione sud-occidentale del Comune di Sernio estendendosi da quota 1900 m s.m. sino al fondovalle dell'Adda comprendendo la località Baruffini (in comune di Tirano); gran parte dell'accumulo, da attribuire ad uno scivolamento attualmente quiescente avvenuto a seguito del rilascio del versante conseguente alla deglaciazione della valle dell'Adda, è tuttavia situato al di fuori del territorio comunale di Sernio. L'attuale stato di "inattività" e comunque l'età post-glaciale del fenomeno (paleofrana) è testimoniato dalla presenza, a quota intorno ai 2000 m (sul corpo frana), di nivomorene e accumuli detritici attivi e stabilizzati, nonché dalla corona di distacco vistosamente rimodellata da processi erosivi.
Fenomeni franosi più recenti sono imputabili allo scalzamento al piede dei versanti operato dall'Adda; in particolare alla destra del corso d'acqua a seguito dello spostamento del Fiume ad opera di conoidi di deiezione di Sernio ed in località Valchiosa.
Gli orli di scarpata in evoluzione e stabilizzati che interessano a varie quote tutto il versante hanno inoltre dato luogo ad estese falde di detrito tra le quali le più evidenti sono quelle alimentate rispettivamente dalla scarpata a SW di Alpe Ghiaccia e dalle incisioni (canaloni e/o corridoi di valanga) che si diramano dal Monte Masuccio e lungo i quali si esplicano processi di erosione incanalata.
Fenomeni di erosione diffusa sono invece presenti a monte della località Alpe Ghiaccia.

L'area del versante sinistro dell'Adda , come già accennato, ha subito, dopo il ritiro delle lingue glaciali, una morfodinamica diversa e per certi aspetti più marcata rispetto al versante opposto precedentemente descritto.
La stessa è infatti interessata da due profonde incisioni vallive, la Valchiosa ed il Fosso dello Stradello che hanno iniziato a formarsi nel tardo-glaciale per erosione regressiva e per fenomeni di frana (questi ultimi legati alla presenza di rocce intensamente tettonizzate e fratturate), favoriti da una probabile attività tettonica. In quel periodo era infatti presumibilmente attiva la Linea del Tonale, i cui indizi morfotettonici si riconoscono tuttora nell'alto bacino della Valchiosa.
Lo stesso, così come quello del Fosso dello Stradello risulta quindi delimitato da orli di scarpata, attualmente inattivi per quest'ultimo e parzialmente attivi nel primo caso.
I versanti della Valchiosa, che segue un importante lineamento tettonico, hanno infatti pendenze medie di 35°-40° e sono interessati da vari fenomeni franosi il più vistoso dei quali è la frana di Corno Rosso (quota 1300-1900 m s.m.).

I fenomeni gravitativi che hanno interessato i due bacini hanno quindi dato luogo ad imponenti conoidi che occupano quasi per intero il fondovalle del Fiume Adda; quest'ultimo ha quindi subito variazioni di percorso e restringimenti che hanno conseguentemente determinato l'erosione del versante a destra e del piede dei coni a sinistra.
Da ultimo va evidenziata, nell'estrema porzione sud-orientale del territorio comunale di Sernio (area compresa tra Motti del Laghetto e Passo di Guspessa) la presenza di morfostrutture (gradini, scarpate e contropendenze) che fanno supporre movimenti di tipo gravitativo.
Tale zona rappresenta infatti il limite Sud-orientale di una più vasta area, individuata da alcuni autori (F. Forcella et al.), compresa tra il Monte Padrio ed il Monte Varadega soggetta ad una lenta deformazione gravitativa a lungo termine che disloca ammassi rocciosi di volumi dell'ordine del km3 lungo discontinuità preesistenti, con effetti geomorfologici visibili. Si tratta di una tipologia del tipo "rock flow", cioè colamenti in roccia con deformazioni distribuite lungo una serie di grandi e piccole fratture senza che necessariamente si definisca un'unica superficie di taglio sviluppata per tutta l'estensione della zona deformata.

7.3. Dissesti

Vengono di seguito individuate, per i versanti del territorio comunale di Sernio, le aree sottoposte a dissesto idrogeologico (frane, erosioni, ecc.) con le relative aree di influenza, nonché definita la pericolosità.

I fenomeni di dissesto in atto o quiescenti sul versante sinistro dell'Adda nel territorio comunale di Sernio sono le frane lungo l'incisione valliva della Valchiosa e in corrispondenza dell'omonima località.
Quest'ultima si è originata nel 1900 quando, durante una piena dell'Adda, si verificò uno scoscendimento di una porzione dell'unghia del conoide della Valchiosa per una lunghezza di 200 m, causato dall'erosione al piede e dalla saturazione dei terreni. La frana, che provocò due vittime, subì poi successive riattivazioni nel 1926, nel 1927 (con distruzione dei lavori di sistemazione – argine lungo 200 m e alto 2.5 m in gabbioni protetto a sua volta da una scogliera alta 1.6 m - appena collaudati) e nel 1960 (ripresa del movimento franoso in seguito a piogge torrenziali ed ordinanza di sgombero delle case nelle vicinanze della frana – abitate da una quarantina di persone). Inoltre, nel 1964, in occasione della costruzione della strada Provinciale, vennero scaricati, nella parte Est della frana, circa 3.000 m^3 di materiale così come avvenne nel

1968 ("riempimento del vuoto causato dalla frana con immissione di materiale"). Nel 1977 l'ufficio del genio Civile rileva infatti come nella zona di frana "erano state scaricate eccessive quantità di materiali che avevano totalmente ricoperto le opere di difesa ed invaso metà dell'alveo del Fiume Adda".
Durante i due eventi meteorologici del 1983 e del 1987 c'è stata infine una ripresa del movimento franoso con rispettivamente crepe e cedimenti al limite del terrazzo e nuovi scoscendimenti dalla scarpata e ulteriore arretramento del bordo della stessa (con ordinanza di sgombero per le case della frazione Valchiosa).

Le frane lungo gli impluvi laterali del Torrente Valchiosa, tra le quali spicca la frana di Corno Rosso - ubicata tra i 1300 e i 1900 m s.m. – sono invece legate allo scivolamento dei depositi di copertura eluvio-colluviali e detritici sul substrato roccioso a sua volta molto fratturato ed interessato da diffusi fenomeni di crollo. Su tali dissesti non esistono opere di sistemazione e la loro area di influenza non si limita all'alto bacino della Valchiosa, ove gli stessi sono ubicati, ma si estende all'alveo del corso d'acqua sino almeno alla porzione superiore del conoide (quota 650 m s.m.) poiché le frane producono notevoli quantità di materiale detritico che accumulatosi lungo l'alveo del Torrente Valchiosa potrebbe essere rimobilizzato in occasione di eventi di piena.

Analoghe situazioni, anche se più puntuali e localizzate, si riscontrano lungo il Rio Rifreddo e su uno dei rami laterali del Fosso dello Stradello.
Mentre su quest'ultimo non è stato realizzato alcun tipo di intervento, ma il dissesto appare parzialmente stabilizzato e con un'area di influenza limitata a poche centinaia di metri dal suo intorno, sul Rio Rifreddo, in corrispondenza dell'intersezione con la strada delle coste la frana è stata sistemata con un'opera di sostegno alla testata della medesima e una serie di quattro briglie lungo il corso d'acqua che hanno stabilizzato il fenomeno la cui influenza si era estesa a tutto il Rio Rifreddo sino al conoide di deiezione con colate detritico-fangose.

Come già accennato il versante destro dell'Adda è invece interessato da una paleofrana – del Monte Masuccio - (centinaia di milioni di metri cubi) che solo in parte ricade nel territorio comunale di Sernio. Una totale riattivazione della medesima (da ritenersi per altro poco probabile) coinvolgerebbe le località Baruffini, Cologna, Valchiosa ed in parte Sernio.
La nicchia e l'accumulo di tale frana sono stati e sono tuttora interessati da parziali rimobilizzazioni, locali franamenti ed erosioni lungo gli impluvi che solcano il pendio (la cui

area di influenza è tuttavia limitata alle porzioni dello stesso più prossime ai fenomeni – indicativamente un raggio di qualche centinaio di metri), il quale è a sua volta soggetto all'attività erosiva esercitata dal Fiume Adda che ha originato alcune frane al piede .

Di queste, l'unica sul comune di Sernio (al limite con il territorio di Tirano) è attualmente protetta dall'azione di scalzamento del corso d'acqua dall'argine esistente e appare parzialmente stabilizzata. Sulla stessa non esistono comunque opere di sistemazione ed una riattivazione della medesima potrebbe convogliare in alveo materiali che andrebbero ad interferire con il regolare deflusso delle acque.

Altro fenomeno franoso in atto sul versante destro dell'Adda è infine il dissesto dell'Alpe Ghiaccia, noto almeno dal 1967, il quale si origina ad una quota di 1600 m s.m. dagli affioramenti rocciosi sottostanti il terrazzo morenico. Si osserva una tipica nicchia di distacco di colata di blocchi ("block stream") con cospicue venute d'acqua. Il ruscellamento di acque non incanalate in corrispondenza di rocce facilmente erodibili e di accumuli detritici sciolti e saturi, nonché la forte inclinazione del pendio contribuiscono ad aggravare il dissesto ed a determinare la formazione di torrente di disfacimento lungo il canalone che solca il versante lungo il quale vengono in parte convogliati i materiali.

Le aree interessate dall'eventuale evoluzione di tale dissesto sono il sottostante Prà Fontana, che potrebbe essere in parte coperto dai detriti e l'Alpe Ghiaccia la quale verrebbe coinvolta dal franamento poiché il fenomeno in esame interessa la scarpata che regge il ripiano morenico sul quale la stessa sorge.

Sull'alto versante si hanno infine crolli di massi che alimentano le estese falde di detrito e fenomeni di erosione diffusa e concentrata lungo i canaloni che incidono il pendio, alcuni dei quali sono anche percorsi da valanghe. Tali eventi, la cui zona di influenza è limitata alle porzioni superiori del versante, non interferiscono comunque con alcuna infrastruttura.

Localizzati crolli dei terrazzamenti parzialmente in abbandono sono infine da registrare sul basso versante destro dell'Adda; la loro area di influenza è circoscritta all'immediato intorno del fenomeno e la conseguenza principale è una limitata e puntuale destabilizzazione del piede del versante.

7.4. Valanghe

Le valanghe storiche che riguardano il comune di Sernio e segnalate dal Sistema Informativo Regionale Valanghe, sono, sul versante sinistro dell'Adda, una serie di cinque fenomeni che si

verificano nell'alto bacino della Valchiosa lungo l'incisione principale ed i canaloni laterali sia destro che sinistro con quota di distacco a 1800 m s.m. e di deposito a 1100 m s.m. Gli stessi hanno periodicità abituale, ma non interferiscono con alcuna infrastruttura anche se contribuiscono ad aggravare i fenomeni erosivi lungo gli impluvi della Valchiosa.

Sul versante destro sono invece segnalate due aree valanghive l'una più estesa che interessa il versante meridionale del Monte Masuccio da una quota di 2200 m s.m. sino a 1800 m s.m., l'altra localizzata lungo l'impluvio al limite settentrionale del territorio comunale; anch'esse con periodicità abituale presentano effetti analoghi a quelle della Valchiosa.

8. ASPETTI METEOCLIMATICI

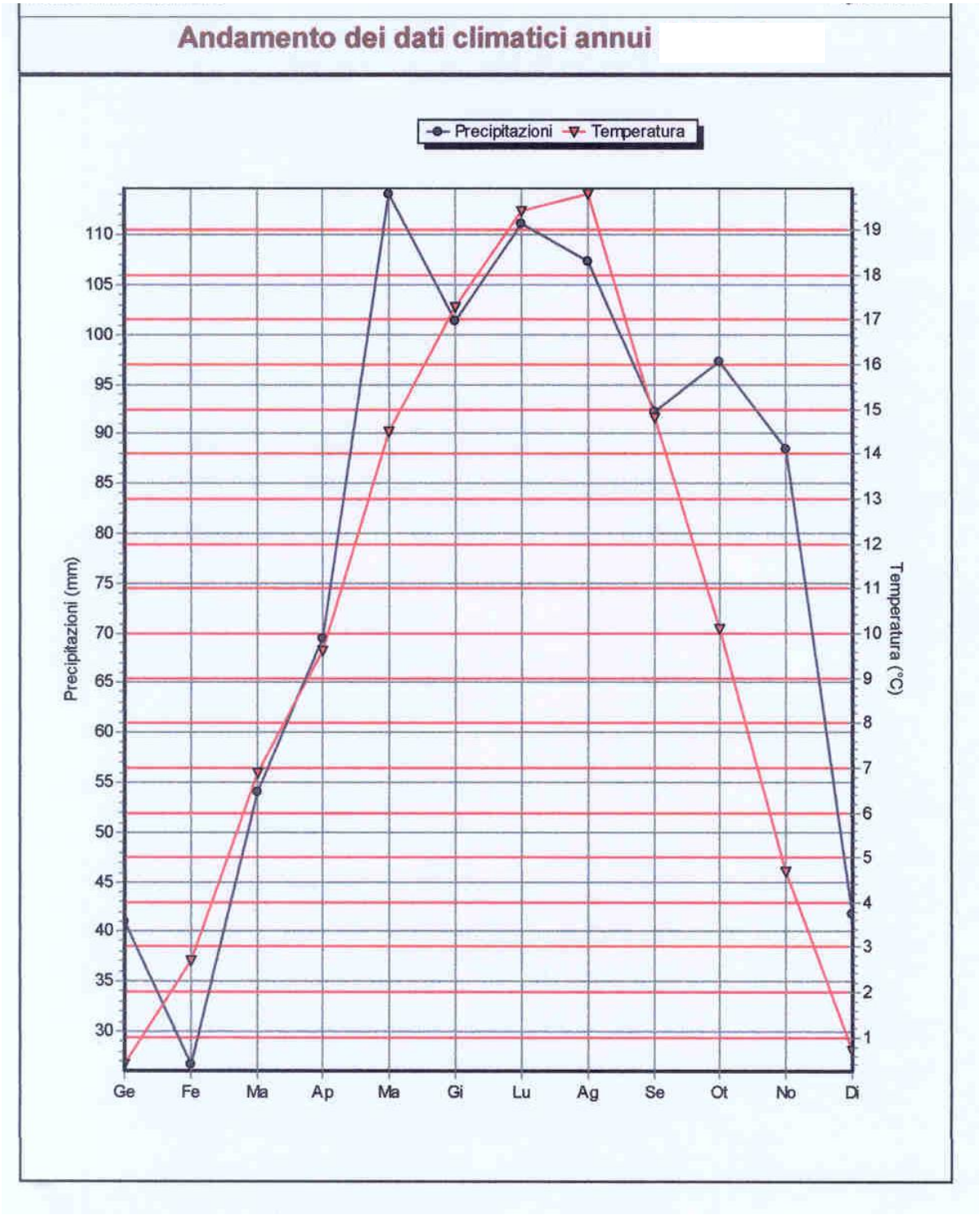
Per la caratterizzazione climatica del territorio comunale di Sernio, vengono di seguito riportati i dati, relativi a diversi periodi di tempo, sulle precipitazioni e sulle temperature della stazione di rilevamento. più vicina al territorio in esame, cioè la stazione A.E.M. dell'invaso di Sernio, i cui dati sono riportati ed utilizzati anche nel PTUA della Regione Lombardia

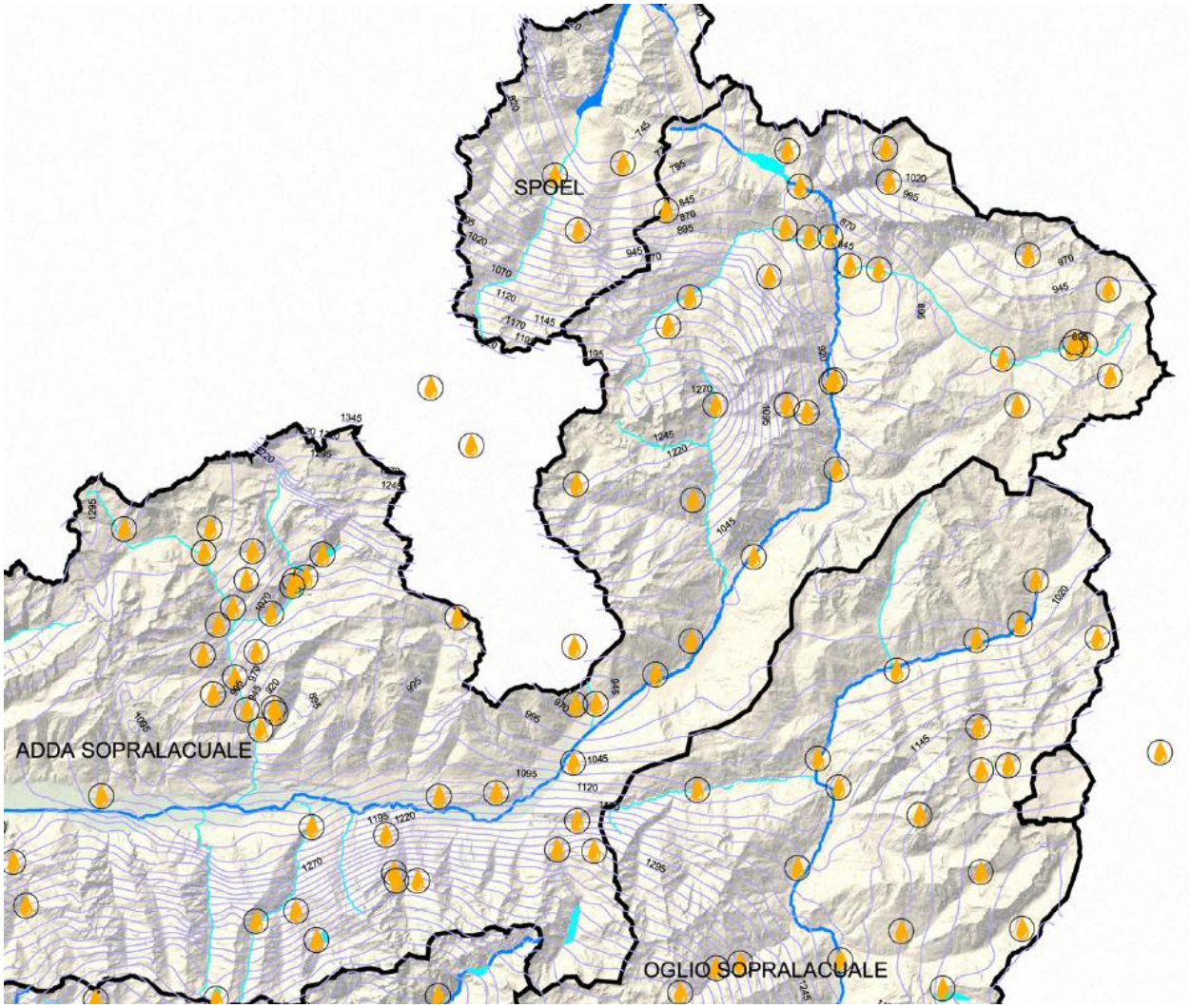
8.1. Precipitazioni

I valori delle precipitazioni medie mensili e annuali (in mm) a Sernio sono riferiti ad un quarantennio (1963-2003) e sono riassunti nel grafico e nella tabella di seguito riportati.
Come si può chiaramente osservare dai dati riportati, l'area presenta una piovosità medio-bassa, che si aggira intorno ai 900-1000 mm l'anno. Inoltre, i mesi più piovosi sono mediamente quelli estivi.

P medie	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Tot anno
	41,0	26,7	54,0	69,5	114,1	101,3	111,1	107,4	92,2	97,3	88,4	41,8	944,6

Tali dati sono confermati anche dal PTUA della Regione Lombardia, del quale si riporta stralcio della carta delle precipitazioni medie annue.


Andamento dei dati climatici annui
Precipitazioni
Temperatura
Precipitazioni (mm)
Temperatura (°C)
110
105
100
95
90
85
80
75
70
65
60
55
50
45
40
35
30
19
18
17
16
15
14
13
12
11
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
Ge
Fe
Ma
Ap
Ma
Gi
Lu
Ag
Se
Ot
No
Di



8.2. Precipitazioni di breve durata e forte intensità

Le piogge di breve durata (compresa tra 1 e 24 ore) e forte intensità per il territorio comunale in esame sono state ottenute dall'elaborazione dei dati ricavati dagli annali idrologici.

L'altezza delle precipitazioni della durata di 1 ora (con tempo di ritorno di 100 anni) è pari a 42 mm, mentre per la durata di 24 ore con lo stesso tempo di ritorno si ha un valore pari a 112,60 mm.

Per il medesimo sito i parametri della curva di possibilità pluviometrica (*a* ed *n*), relazione che lega l'altezza delle precipitazioni (h in mm) alla relativa durata (t):

$h = a * t^n$

sono uguali rispettivamente a 45,31 e 0,206 (secondo quanto riportato dalla tabella 1 della "Direttiva sulla piena di progetto" del PAI.

8.3. Temperature

I dati sulle temperature, riferite ad un periodo di 15 anni (1989-2003), sono riassunti nelle seguenti tabelle e nel grafico di pagina 17, dal quale si evince che le temperature massime so registrano in concomitanza con i periodi di massima piovosità.

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	ANNUE
T med	0,4	2,7	6,9	9,6	14,5	17,3	19,4	19,8	14,8	10,1	4,7	0,7	10,1

9. ASPETTI RELATIVI AI CORSI D'ACQUA

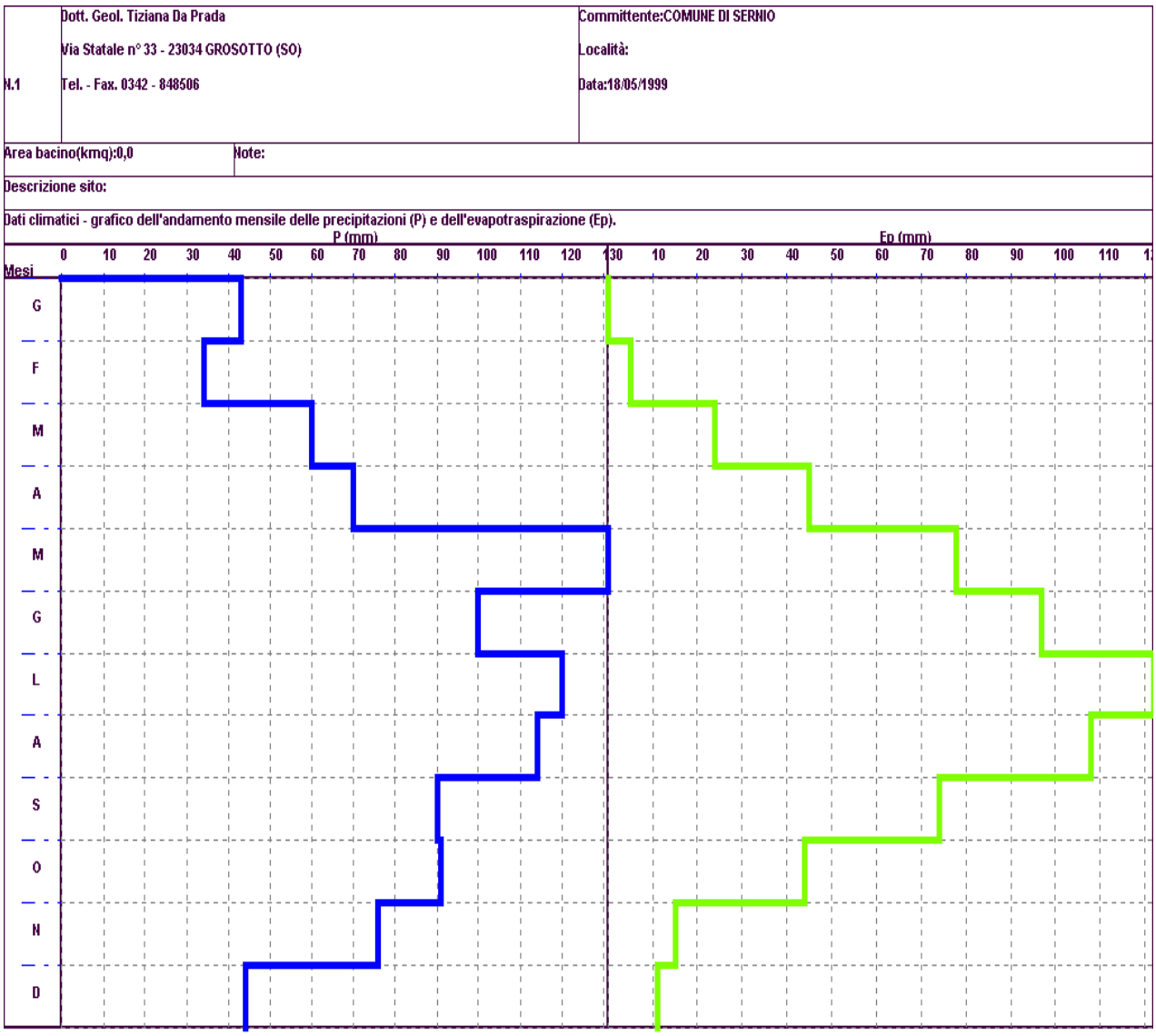
I corsi d'acqua principali del territorio comunale di Sernio, le cui caratteristiche sono di seguito riportate sono:

- il Fiume Adda, appartenente al reticolo principale – sigla SO/041;
- la Valchiosa (in sinistra Adda), appartenente in parte al reticolo principale, dallo sbocco in Adda sino a quota 980 m s.m. a monte di Alpe Valle Lunga – sigla SO/142, ed in parte al reticolo secondario, da quota 980 m s.m. sino all'origine a 2083 m s.m. – sigla SO/SR/019; ramificata in un unico tributario di sinistra (per la maggior parte del suo percorso al di fuori del territorio comunale di Sernio) che vi confluisce a 980 m s.m. e in una serie di tributari di destra:
  - la Valle Lunga (SO/SR/020) da 1718 m s.m. sino a 980 m s.m., a sua volta ramificata in destra nella Valle dei Bugli (SO/SR/021), da 1374 m s.m. sino a 998 m s.m., e in due rami (SO/SR/025 e SO/SR/026), rispettivamente da 1590 m s.m. sino a 1380 m s.m. e da 1761 m s.m. sino a 1434 m s.m., quest'ultimo che presenta una piccola biforcazione (SO/SR/027), da 1743 m s.m. sino a 1647 m s.m.
  - la Valle Pesciucca (SO/SR/029), da 1451 m s.m. a 1081 m s.m.;
  - un'asta con origine a 1541 m s.m. e confluenza a 1270 m s.m. (SO/SR/031);
  - la Valle Forcola (SO/SR/032),da 1604 m s.m. a 1286 m s.m.;

- la Valle di Corna Rossa (SO/SR/033),da 1767 m s.m. a 1320 m s.m.;
- la Valle di Valorca (SO/SR/034), da 1876 m s.m. a 1583 m s.m.;

- il Fosso dello Stradello (in sinistra Adda, ma che si disperde sul conoide prima della confluenza), appartenente al reticolo secondario (SO/SR/012), da 1321 m s.m. a 687 m s.m., a sua volta ramificato in due tributari di destra – la Valle Rovina (SO/SR/013), da 1272 m s.m. sino a 878 m s.m. (**avente un andamento reale che si discosta da quello individuato nello Studio sul reticolo idrico minore**) e un'asta da 1455 m s.m. sino a 1094 m s.m. (SO/SR/018) – e due di sinistra (SO/SR/016, da 1170 m s.m. sino a 988 m s.m. e SO/SR/017, da 1266 m s.m. a 1021 m s.m.) e dentro il bacino del quale ricadono due rami tra di essi confluenti (SO/SR/014, da 1124 m s.m. a 908 m s.m. e SO/SR/015, da 1080 m s.m. a 967 m s.m., che si disperdono sul versante prima di raggiungere il corso d'acqua recettore;
- il Rio Rifreddo (in sinistra Adda, che si origina intorno ai 1700 m s.m. – **ad una quota maggiore rispetto a quanto indicato nello Studio sul reticolo idrico minore** - e confluisce nella Roggia dei Mulini a 689 m s.m., in territorio del Comune di Lovero), appartenente al reticolo secondario (SO/SR/007), il quale presenta un unico piccolo tributario di sinistra (SO/SR/011), da 140 m s.m. a 1330 m s.m. e tre tributari di destra:
  - la Valle della Sciaresa (SO/SR/008), da 1349 m s.m. a 955 m s.m.;
  - la Valle dei Canaletti (SO/SR/009), da 1372 m s.m. a 979 m s.m.;
  - la Valle dei Lub (SO/SR/009), da 1233 m s.m. a 1000 m s.m.;
- un'incisone al limite settentrionale del territorio comunale (in parte ricadente anche al di fuori dello stesso), sul versante destro dell'Adda, ma che non raggiunge il fondovalle (SO/SR/005), da 1627 m s.m. sino a 1144 m s.m., nella quale confluisce, in destra idrografica, una piccola asta (SO/SR/006), da 1644 m.s. a 1495 m s.m.;
- la Valle delle Piazzole (o Solco), in destra Adda (SO/SR/003), da 1606 m s.m. a 569 m s.m.;
- la Val di Gatti, in sinistra Adda (SO/SR/002), da 770 m s.m. a 478 m s.m.;
- la Valle delle Vallene, sul versante destro dell'Adda, ma che non raggiunge il fondovalle (SO/SR/001), da 2093 m s.m. sino a 1123 m s.m., con una prima biforcazione a 1741 m s.m. in SO/SR/037 (che si origina a 2193 m s.m.) e una seconda a 1834 m s.m. in SO/SR/038 (che si origina a 2264 m s.m.), entrambe in destra;
- due piccole incisioni subparallele sull'alto versante destro dell'Adda, ma non raggiungono il fondovalle: SO/SR/035, da 2333 m s.m. a 2027 m s.m. e SO/SR/036, da 2221 m s.m. a 1954 m s.m.

Il bilancio idrologico di tali bacini, che stima i volumi idrici che entrano ed escono dagli stessi in un anno, è anzitutto rappresentato dal grafico seguente.



Come si può osservare i valori massimi dell'evapotraspirazione si discostano di poco dai valori massimi delle precipitazioni e ciò determina una forte riduzione del deflusso superficiale.

Per ciascuno dei corsi d'acqua più importanti verranno di seguito descritti le caratteristiche del bacino di alimentazione, il regime degli afflussi e deflussi tramite la stima del coefficiente di deflusso, valutati le portate di massima piena ed il trasporto solido, nonché fornite indicazioni dei punti di criticità idraulica (ostruzione e restringimenti dell'alveo, zone degradate da depositi di materiale vario, zone esondabili, corsi d'acqua soggetti a trasporto in massa).

Si demanda invece ai paragrafi successivi, la descrizione delle opere idrauliche esistenti e del loro stato di conservazione e funzionalità.

9.1. Fiume Adda

Attraversa da Nord-Est a Sud-Ovest il territorio comunale di Sernio per una lunghezza di 1.3 km e, sbarrato dalla traversa di proprietà A.E.M., determina un invaso che si estende a monte verso il Comune di Lovero e che ha una capacità massima di 600.000 m3.

9.1.1. Caratteristiche del bacino

Le caratteristiche del bacino del Fiume Adda con sezione di chiusura in corrispondenza del confine comunale tra Sernio e Tirano (quota 480 m s.m.) sono le seguenti:

- superficie S = 900 km2
- lunghezza dell'asta principale L = 50 km
- perimetro P = 150 km
- altezza massima (Gran Zebrù) M =3860 m s.m.
- altezza media m = 2170 m s.m.
- pendenza media dell'alveo = 0.9%
- pendenza media dei versanti = 60%

9.1.2. Portate e trasporto solido

Le portate di massima piena del Fiume Adda in corrispondenza della traversa A.E.M. di Sernio sono state stimate nell'ordine di circa 500 m3/s.
Il trasporto solido può invece essere quantificato con un ordine di grandezza pari a qualche centinaia di m^3/anno.

9.1.3. Punti di criticità idraulica

In considerazione della presenza e dell'efficienza delle opere idrauliche (di seguito descritte), l'unico punto di criticità idraulica, per altro moderata, è la sponda sinistra dell'invaso artificiale che può manifestare instabilità localizzate risentendo dei periodici cicli di svaso e invaso.

9.2. Torrente Valchiosa

Rappresenta, sul versante sinistro dell'Adda il confine comunale tra Tirano e Sernio e decorre in senso SE-NO a costituire il limite sud-occidentale di quest'ultimo.

9.2.1. Caratteristiche del bacino

Le caratteristiche del bacino della Valchiosa con sezione di chiusura alla confluenza con il Fiume Adda (quota 480 m s.m.) sono le seguenti:

- superficie S = 6.4 km^2 (totale) e s = 2.5 km^2 (per la parte che interessa il territorio comunale di Sernio - versante destro)
- lunghezza dell'asta principale L = 4.957 km
- perimetro P = 10 km
- altezza massima (Monte della Colma) M =2143 m s.m.
- altezza media m = 1311.5 m s.m.
- pendenza media dell'alveo = 32.9%
- pendenza media dei versanti = 75-80%

9.2.2. Regime afflussi-deflussi

Come accennato il regime afflussi-deflussi del bacino in esame viene descritto tramite il calcolo del coefficiente di deflusso medio annuo, cioè il rapporto tra il deflusso annuale del corso d'acqua e il volume delle precipitazioni cadute durante lo stesso periodo.

Con il metodo semplificato di Kennesey, che si basa sulla stima di tre indici parziali legati rispettivamente all'acclività del bacino (I>35%, 10%<I<35%, 3.5%<I<10%, I<3,5%), alla sua copertura vegetale (roccia nuda, pascolo, coltivo o bosco rado, bosco d'alto fusto) e alla permeabilità delle rocce affioranti (molto bassa, bassa, mediocre, buona, elevata) si è ottenuto un coefficiente pari a 0.6 (vedi riepilogo dati nella tabella alla pagina seguente).

I>35%	6	0,281
10%<I<35%	,4	0,013
3,5%<I<10%	0	0,00
I<3,5%	0	0,00
Roccia nuda	0	0,00
Pascolo	,4	0,016
Coltivo, bosco rado	,5	0,012
Bosco d'alto fusto	5,5	0,043
Molto bassa(K<10^-7 cm/s)	0	0,00
Bassa(10^-7<K<10^-5 cm/s)	0	0,00
Mediocre(10^-5<K<10^-3 cm/s)	6,4	0,20
Buona(10^-3<K<10^-1 cm/s)	0	0,00
Elevata(K>10^-1 cm/s)	0	0,00

9.2.3. Portate e trasporto solido

I valori della portate normali del corso d'acqua sono anzitutto sensibilmente diversi considerando la porzione a monte del conoide e quella dall'apice di quest'ultimo alla confluenza in Adda.

Ciò sia per il prelievo di acqua a scopo irriguo sia per infiltrazioni negli accumuli di depositi sciolti permeabili che occupano l'alveo della Valchiosa. Basti pensare che mentre sino all'apice del conoide la portata normalmente osservabile è pari a circa 0.02 m^3/s, già nei pressi della chiesa di Sernio (623 m s.m.) il corso d'acqua è asciutto e si hanno solo tracce di una debole e periodica circolazione idrica.

La stessa ricompare per altro dall'intersezione con la Strada Statale dello Stelvio e sino alla confluenza in Adda.

Il valore stimato della portata di massima piena (per un tempo di ritorno di 100 anni) è pari a 28 m^3/s.

I valori del trasporto solido stimati per la Valchiosa sono infine riassunti nella seguente tabella:

Metodo	Di Silvio
Pendenza media dell'asta(%)	32,9
Larghezza media alveo(m)	45,0
D50 del materiale di fondo(mm)	220,0
Portata di massima piena(mc/s)	28,0
Coef. di deflusso medio annuo	0,6
Precipitazioni connesse alla piena(mm)	25,0
Trasporto solido (mc/anno)	587,11

9.2.4. Punti di criticità idraulica

La criticità idraulica della Valchiosa è rappresentata in generale per tutto il tratto del corso d'acqua che attraversa il conoide e che presenta un riempimento dell'alveo quasi completo da parte di depositi granulari sciolti colonizzati da vegetazione spontanea.
A ciò si aggiunge in corrispondenza dell'abitato di Sernio (a partire da 640 m s.m. e verso valle) il sensibile restringimento della sezione sino ad una larghezza di 6 m (quota 590 m s.m.) e la presenza, proprio in tale tratto, di opere di regimazione inadeguate.

9.3. Fosso dello Stradello

Solca il versante sinistro dell'Adda in direzione grosso modo N-S dall'Alpe Bellotti sino al fondovalle in prossimità del quale si apre un ampio conoide; il Fosso dello Stradello è per altro privo di circolazione idrica e di sbocco in Adda.

9.3.1. Caratteristiche del bacino

Le caratteristiche del bacino con sezione di chiusura all'apice del cono di deiezione (quota 690 m s.m.) sono le seguenti:

- superficie S = 1.5 km2
- lunghezza dell'asta principale L = 2500 m
- perimetro P = 6 km
- altezza massima (Passo del Picco) M = 1935 m s.m.
- altezza media m = 1312.5 m s.m.
- pendenza media dell'alveo = 44%
- pendenza media dei versanti = 70-75%

9.3.2. Regime afflussi-deflussi

Come accennato il regime afflussi-deflussi del bacino in esame viene descritto tramite il calcolo del coefficiente di deflusso medio annuo, cioè il rapporto tra il deflusso annuale del corso d'acqua e il volume delle precipitazioni cadute durante lo stesso periodo.

Con il metodo semplificato di Kennesey, che si basa sulla stima di tre indici parziali legati rispettivamente all'acclività del bacino (I>35%, 10%<I<35%, 3.5%<I<10%, I<3,5%), alla sua copertura vegetale (roccia nuda, pascolo, coltivo o bosco rado, bosco d'alto fusto) e alla permeabilità delle rocce affioranti (molto bassa, bassa, mediocre, buona, elevata) si è ottenuto un coefficiente pari a 0.5.

I>35%	1	0,20
10%<I<35%	0,5	0,067
3,5%<I<10%	0	0,00
I<3,5%	0	0,00
Roccia nuda	0	0,00
Pascolo	0,25	0,042
Coltivo, bosco rado	0,25	0,025
Bosco d'alto fusto	1	0,033
Molto bassa(K<10^-7 cm/s)	0	0,00
Bassa(10^-7<K<10^-5 cm/s)	0	0,00
Mediocre(10^-5<K<10^-3 cm/s)	1	0,133
Buona(10^-3<K<10^-1 cm/s)	0,5	0,033
Elevata(K>10^-1 cm/s)	0	0,00

9.3.3. Portate e trasporto solido

Il Fosso dello Stradello è un incisione valliva che si presenta priva di circolazione idrica, ma la valutazione della portata di massima piena ha fornito (per un tempo di ritorno di 100 anni) un valore pari a 5 m^3/s.

I valori del trasporto solido stimati per il Fosso dello Stradello sono riassunti nella tabella di seguito riportata

Metodo	Gravilovic
Temperatura media annua(°)	9,5
Precipitazioni medie annue(mm)	973,0
Coef.erodibilità per la vegetazione	0,03
Coef.erodibilità per la litologia	1,8
% del bacino in erosione(%)	3,
Pendenza media dei versanti(%)	70,
Area del bacino(kmq)	1,5
Perimetro del bacino(m)	6000,0
Altezza media bacino s.l.m.(m)	1312,0
Lunghezza asta principale(m)	2500,0
Trasporto solido (mc/anno)	85,19

9.3.4. Punti di criticità idraulica

I punti di criticità idraulica per il Fosso dello Stradello sono rappresentati dai tombini in corrispondenza della strada dei monti, quasi tutti semi-ostruiti da materiali sciolti, arbusti e sterpaglie.
Sul conoide, da 780 m s.m. a quote inferiori non si ha più infine alcuna traccia di un alveo o comunque di una zona di scorrimento preferenziale.

9.4. Rio Rifreddo

Scorre in direzione SSO-NNE sul versante sinistro dell'Adda, al limite Nord-orientale del territorio comunale di Sernio, dall'Alpe Meschino sino al fondovalle dove il corso d'acqua devia verso Nord-Est ed entra nel Comune di Lovero.

9.4.1. Caratteristiche del bacino

Le caratteristiche del bacino con sezione di chiusura al confine tra i comuni di Sernio e di Lovero (quota 660 m s.m.) sono le seguenti:

- superficie S = 1.0 km^2
- lunghezza dell'asta principale L = 2000 m
- perimetro P = 6 km
- altezza massima (Passo di Guspessa) M = 1850 m s.m.
- altezza media m = 1255 m s.m.
- pendenza media dell'alveo = 42%
- pendenza media dei versanti = 70%

9.4.2. Regime afflussi-deflussi

Come accennato il regime afflussi-deflussi del bacino in esame viene descritto tramite il calcolo del coefficiente di deflusso medio annuo, cioè il rapporto tra il deflusso annuale del corso d'acqua e il volume delle precipitazioni cadute durante lo stesso periodo.

Con il metodo semplificato di Kennesey, che si basa sulla stima di tre indici parziali legati rispettivamente all'acclività del bacino (I>35%, 10%<I<35%, 3.5%<I<10%, I<3,5%), alla sua copertura vegetale (roccia nuda, pascolo, coltivo o bosco rado, bosco d'alto fusto) e alla permeabilità delle rocce affioranti (molto bassa, bassa, mediocre, buona, elevata) si è ottenuto un coefficiente pari a 0.57.

I>35%	0,7	0,21
10%<I<35%	0,3	0,06
3,5%<I<10%	0	0,00
I<3,5%	0	0,00
Roccia nuda	0	0,00
Pascolo	0,5	0,125
Coltivo, bosco rado	0	0,00
Bosco d'alto fusto	0,5	0,025
Molto bassa(K<10^-7 cm/s)	0	0,00
Bassa(10^-7<K<10^-5 cm/s)	0	0,00
Mediocre(10^-5<K<10^-3 cm/s)	0,5	0,10
Buona(10^-3<K<10^-1 cm/s)	,5	0,05
Elevata(K>10^-1 cm/s)	0	0,00

9.4.3. Portate e trasporto solido

Il calcolo della portate di massima piena ha fornito un valore pari a 4 m^3/s per un tempo di ritorno di 100 anni

Il valore del trasporto solido ottenuto è invece riassunto nella tabella di seguito riportata.

Metodo	Gravilovic
Temperatura media annua(°)	9,5
Precipitazioni medie annue(mm)	973,0
Coef.erodibilità per la vegetazione	0,1
Coef.erodibilità per la litologia	1,0
% del bacino in erosione(%)	1,
Pendenza media dei versanti(%)	65,
Area del bacino(kmq)	1,0
Perimetro del bacino(m)	6000,0
Altezza media bacino s.l.m.(m)	1255,0
Lunghezza asta principale(m)	2000,0
Trasporto solido (mc/anno)	133,27

9.4.4. Punti di criticità idraulica

La situazione di criticità idraulica per il Rio Rifreddo è rappresentata dalla mancanza di opere di regimazione nel tratto terminale del corso d'acqua sul territorio comunale di Sernio, da quota 795 m s.m. sino al confine con il comune di Lovero.

10. ELEMENTI DI IDROGEOLOGIA

Viene di seguito riportato un inquadramento schematico del sistema idrogeologico del Comune di Sernio, con particolare riferimento alle sorgenti captate per l'approvvigionamento idrico-potabile (sorgenti di versante) e alla falda freatica di fondovalle.

10.1. Sorgenti

L'acquedotto comunale di Sernio è alimentato da due sorgenti localizzate entrambe sul versante sinistro dell'Adda, entro il bacino del Fosso dello Stradello, l'una (sorgente Stradello) a circa 1020 m s.m., l'altra (sorgente Muracun) a circa 1180 m s.m.
La prima, avente portate dell'ordine di circa 5 l/s, si colloca in sinistra idrografica dell'omonima valle e può essere classificata come sorgente di subalveo, poiché le acque vengono derivate tramite una trincea drenante trasversale alla valle, posta poco più a monte del manufatto di presa, il quale si presenta piuttosto ammalorato.
La seconda, di portate analoghe, si localizza in corrispondenza di una vallecola laterale destra del Fosso dello Stradello ed è impostata in terreni di copertura superficiali detritici, dotati di elevata permeabilità, entro i quali si addentra il cunicolo di captazione. Si tratta quindi verosimilmente di una sorgente di contatto da falda detritica (che emerge appunto al piede di una falda detritica in aree con ber-dock poco profondo).

10.2. Falda freatica di fondovalle

Sebbene il fondovalle dell'Adda in Comune di Sernio sia arealmente poco esteso, poiché lo stesso è occupato per la maggior parte del conoide del Torrente Valchiosa ed il corso d'acqua

principale scorre incassato entro i depositi di paleofrana del Monte Masuccio, è presente una falda di subalveo che sul conoide raggiunge profondità di almeno alcune decine di metri.
Nelle limitate aree di piana alluvionale la soggiacenza della falda si riduce, ma rimane comunque dell'ordine di qualche metro e non si registrano fenomeni di risalita.

11. OPERE IDROGEOLOGICHE ESISTENTI

Sulla frana della Valchiosa sono stati realizzati, a sistemazione della stessa, una serie di interventi quali: opere idrauliche al piede (argini e briglie sul Fiume Adda); riprofilatura della scarpata e realizzazione di speroni di sostegno ancorati; cordolo in calcestruzzo fondato su micropali; opere superficiali antierosione (reti e rinverdimento).

Relativamente ad altre opere di sistemazione dei dissesti non se ne registrano di significative negli altri ambiti precedentemente descritti, così come non esistono opere di difesa attiva e/o passiva dalle valanghe.

Riguardo alle opere idrauliche sui corsi d'acqua, oltre a quelle sopra citate sul Fiume Adda, si hanno:

- sul Torrente Valchiosa: un imponente argine quasi interamente a secco, in buono stato di conservazione. Dall'inizio del cono di deiezione a 780 m s.m. sino a 640 m s.m. alla destra del corso d'acqua; muri di sostegno delle sponde in calcestruzzo e a secco, discontinui ed in uno stato di conservazione non sempre ottimale da 640 a 643 m s.m. (sino alla strada provinciale); lo stesso dicasi per il tratto tra la strada provinciale (in corrispondenza della quale esistono due soglie in calcestruzzo e i muri d'ala del ponte per 10 m verso monte e 20 m verso valle) e i 580 m s.m., dove sono per altro presenti una serie di soglie in calcestruzzo che proseguono sino alla S.S. dello Stelvio; tra quest'ultima e la strada per Sernio c'è inoltre un muro di sponda alla destra orografica; dalla strada statale alla confluenza con il Fiume Adda si susseguono infine muretti a secco discontinui e in un cattivo stato di conservazione. Si sottolinea per altro come la completa regimazione del Torrente Valchiosa sia in fase realizzativa.
- sul Fosso dello Stradello: alcune soglie in pietrame a secco in precario stato di conservazione a partire da 1000 m s.m. sino a 870 m s.m.; le intersezioni con la strada dei monti (da 870 m s.m.) sono invece caratterizzate dalla presenza di tombini di sottopasso

del corso d'acqua, il quale, sino a 780 presenta alcune briglie in muratura a secco i discreto stato di conservazione e argini discontinui sempre a secco.

- sul Rio Rifreddo: a partire da 795 m s.m., un selciato in calcestruzzo in corrispondenza dell'attraversamento della strada per la località Motta; una identica opera, a quota 820 m s.m., con briglia in calcestruzzo immediatamente a valle; due soglie collegate da una selciato in calcestruzzo a 840 m s.m.; argini in pietrame e misti (calcestruzzo e pietrame) in sponda sinistra tra 840 e 860 m s.m.; in corrispondenza dell'intersezione con la strada dei monti (quota 900 m s.m.) c'è invece un piccolo ponte; da quota 1450 m s.m., in corrispondenza dell'intersezione con la strada delle Coste si hanno infine, immediatamente a monte di quest'ultima un opera di sostegno alla scarpata della frana verificatasi lungo il corso d'acqua e, a valle, una serie di quattro briglie più una soglia.

12. CARTA DI SINTESI

Si tratta di una carta, redatta per l'intera superficie comunale alla scala 1:10.000 ed in dettaglio per la parte urbanizzata in scala 1:2.000, che fornisce un quadro sintetico dello stato del territorio.

Per il Comune di Sernio, sono stati individuati i seguenti ambiti di pericolosità omogenea:

- aree pericolose dal punto di vista dell'instabilità dei versanti
  - aree soggette a crolli di massi (distacco e accumulo), definite in base all'estensione della falda di detrito e alla distanza raggiunta dai massi secondo dati storici; sono state delimitate le effettive aree sorgenti (affioramenti rocciosi) e le aree di accumulo dei crolli (coni e falde di detrito); interessano sia il versante in destra che in sinistra Adda, in particolare a quote intermedie;
  - aree interessate da distacco e rotolamento di blocchi provenienti dai depositi superficiali, considerando le effettive aree sorgenti e le aree di accumulo dei crolli; interessano esclusivamente il versante destro dell'Adda e comprendono sostanzialmente piccoli accumuli di frana parzialmente stabilizzati e aree terrazzate da muretti a secco, spesso degradati ed in stato di abbandono;

- aree di frana attiva (scivolamenti, colate ed espansioni laterali), così come derivate dal "Quadro del Dissesto con legenda uniformata PAI"; sono anch'esse localizzate unicamente sul versante destro;
- aree di frana quiescente (scivolamenti, colate ed espansioni laterali), così come derivate dal "Quadro del Dissesto con legenda uniformata PAI"; sono localizzate su entrambi i versanti;
- area a franosità superficiale attiva diffusa; si tratta di zone arealmente poco estese dove si esplicano piccoli fenomeni franosi e soliflusso, specie in considerazione della pendenza significativa e della presenza di coltri di copertura di modesto spessore (a causa del bed-rock localizzato a bassa profondità); sono localizzate in prevalenza sul versante sinistro a quote medio-superiori;
- aree interessate da trasporto in massa e flussi di detrito su conoide; si tratta delle porzioni di conoide più prossime all'apice e/o all'alveo attivo dei corsi d'acqua e sono localizzate sulle incisioni vallive principali (quelle che solcano il versante sinistro),
- aree a pericolosità potenziale legata a possibilità di innesco di colate in detrito e terreno valutate in base alla pendenza e alle caratteristiche geotecniche dei terreni; si tratta delle aree di conoide a maggiore pendenza (scarpate e zone limitrofe) e dei terrazzi morenici sui versanti;
- aree interessate da valanghe già avvenute, così come desunte dal Sistema Informativo Regionale Valanghe della Regione Lombardia; si tratta dei fenomeni precedentemente descritti;
- aree a probabile localizzazione di valanghe potenziali, così come desunte dal Sistema Informativo Regionale Valanghe della Regione Lombardia; si tratta dei fenomeni precedentemente descritti;
- altre tipologie non classificabili ai punti precedenti; si tratta delle aree di conoide non soggette a trasporto in massa e flussi di detrito (non recentemente riattivatesi o completamente protette), nonché e zone a balda pendenza.

❖ aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico:

- aree ad elevata vulnerabilità degli acquiferi definite nell'ambito dello studio o nei piani di tutela di cui al d.lgs. 258/2000;

❖ aree vulnerabili dal punto di vista idraulico:

- aree ripetutamente allagate di precedenti eventi alluvionali o frequentemente inondabili (indicativamente con tempi di ritorno inferiori a 20-50 anni) con significativi valori di

velocità e/o altezze d'acqua o con consistenti fenomeni di trasporto solido; sono stati ricompresi in queste aree gli alvei attivi e le loro aree di pertinenza;

- aree allagate in occasione di eventi meteorici eccezionali o allagabili con minore frequenza (indicativamente con tempi di ritorno superiori a 100 anni) e/o con modesti valori di velocità ed altezze d'acqua tali da non pregiudicare l'incolumità delle persone, la funzionalità di edifici e infrastrutture e lo svolgimento di attività economiche; si tratta delle zone più prossime ai corsi d'acqua e/o ai conoidi attivi;
- aree potenzialmente inondabili individuate con criteri geomorfologici tenendo conto delle criticità derivanti da punti di debolezza delle strutture di contenimento, quali tratti di sponde in erosione, punti di possibile tracimazione, sovralluvionamenti, sezioni di deflusso insufficienti anche a causa della presenza di depositi di materiale vario in alveo o in sua prossimità; si tratta di limitate zone di piana alluvionale sul fondovalle;
- aree già allagate in occasione di precedenti eventi alluvionali desunte dalla ricerca storico-bibliografica; è stata cos' classificata l'area in dissesto perimetrata dall'allegato 4.2 del PAI (Tavole di applicazione salvaguardia – art. 9 delle Norme del PAI) – zona Ad_9, località Valchiosa: area a pericolosità molto elevata per esondazioni e dissesti morfologici di carattere torrentizio;
- aree interessabili da fenomeni di erosione fluviale e non idoneamente protette da interventi di difesa; si tratta delle scarpate al bordo del conoide di Sernio, sia lungo la Valchiosa che lungo il Fiume Adda;
- aree adiacenti a corsi d'acqua, da mantenere a disposizione per consentire l'accessibilità per interventi di manutenzione e per la realizzazione di interventi di difesa (in assenza di definizione del regolamento di polizia idraulica di cui alla d.g.r. 7/7868/01); rappresentano la fascia di 10 m sul reticolo idrico principale e secondario (così come desunte dallo studio finalizzato all'individuazione del reticolo idrico minore, a meno delle correzioni sull'andamento dell'asta della Valle Rovina e sul prolungamento del Rio Rifreddo, come già evidenziato a pagina 21).

13. CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE

E' stata redatta in scala 1:2.000 per l'ambito urbanizzato e in scala 1:10.000 per l'intero territorio comunale.

Sulla base di quanto previsto al punto 1.4 dei "Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio" – d.g.r. 28 maggio 2008, la pericolosità sismica dell'area è stata valutata considerando l'influenza che le condizioni geologiche e geomorfologiche della zona (condizioni locali) possono avere, in occasione di eventi sismici, sulla pericolosità sismica di base.
Tali effetti vengono distinti in funzione del comportamento dinamico dei materiali coinvolti; pertanto gli studi finalizzati al riconoscimento delle arre potenzialmente pericolose dal punto di vista sismico si sono basati, in primo luogo, sull'identificazione della categoria di terreno presente in una determinata area.

In funzione della classificazione sismica del Comune di Sernio nella zona 4, si è per altro ritenuto di applicare il 1° livello di approfondimento dello studio, consiste nel riconoscimento delle aree possibili di amplificazione sismica sulla base sia di osservazioni geologiche (cartografia di inquadramento),sia di dati esistenti.
Tale livello prevede che nella Carta della pericolosità sismica locale sia riportata la perimetrazione areale e lineare delle situazioni tipo riportate nella seguente tabella.

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

Per il Comune di Sernio, sono state individuate le seguenti situazioni:

- Z1a sono le aree di frana attiva perimetrate nella Carta di Sintesi e nel Quadro del dissesto

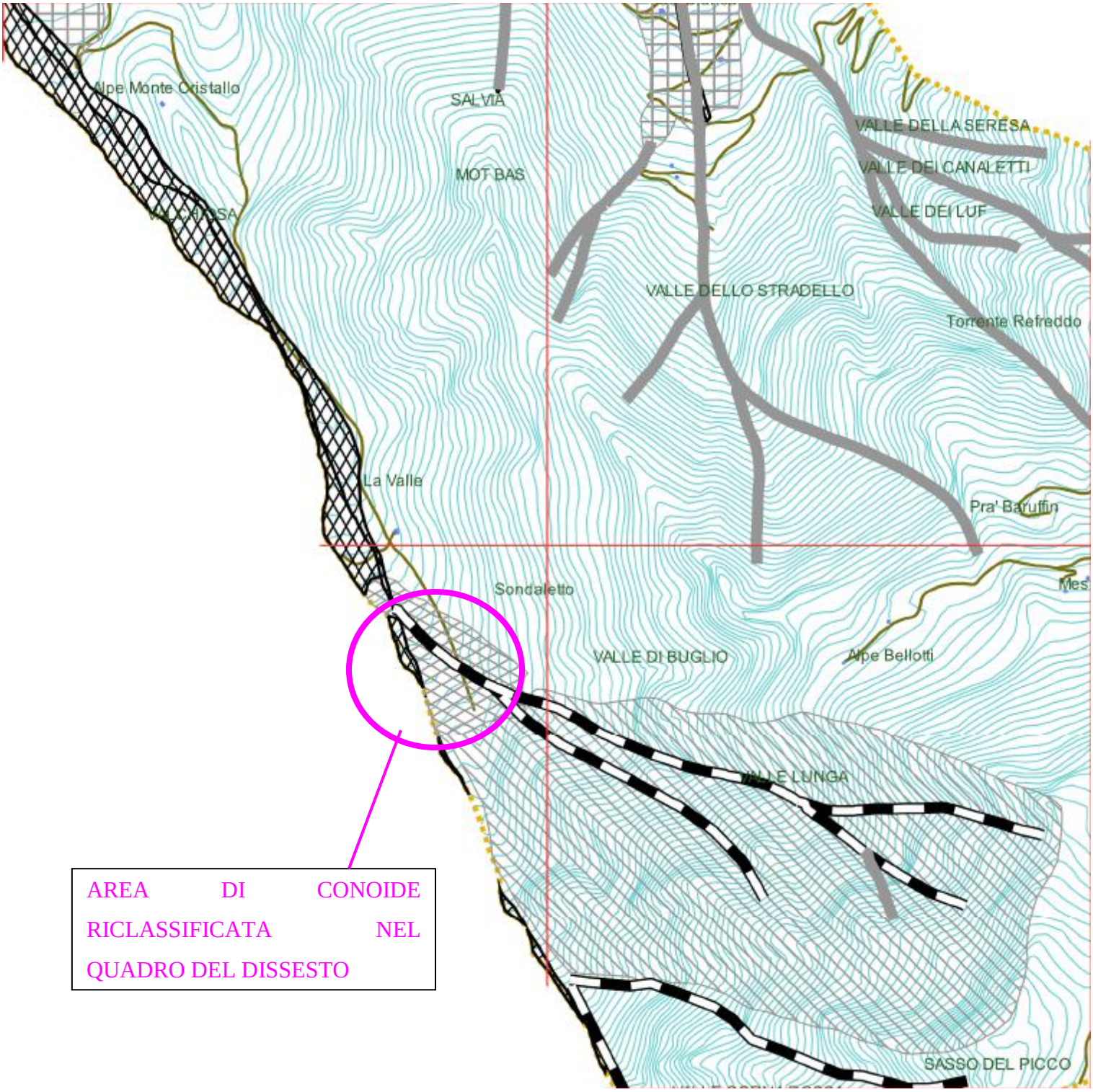
- Z1b sono le aree di frana quiescente perimetrate nella Carta di Sintesi e nel Quadro del dissesto
- Z1c sono state inserite le seguenti aree della Carta di Sintesi: aree soggette a crolli di massi (distacco e accumulo), definite in base all'estensione della falda di detrito e alla distanza raggiunta dai massi secondo dati storici; sono state delimitate le effettive aree sorgenti (affioramenti rocciosi) e le aree di accumulo dei crolli (coni e falde di detrito); aree interessate da distacco e rotolamento di blocchi provenienti dai depositi superficiali, considerando le effettive aree sorgenti e le aree di accumulo dei crolli; area a franosità superficiale attiva diffusa; aree a pericolosità potenziale legata a possibilità di innesco di colate in detrito e terreno valutate in base alla pendenza e alle caratteristiche geotecniche dei terreni;
- Z3a sono le scarpate del conoide di Sernio e una rottura di pendenza che coincide con la nicchia di frana quiescente sull'alto versante sinistro
- Z3b sono i crinali più marcati visibili dalla topografia
- Z4a alveo e adiacenze:
- Z4b conoidi, così come individuati dalla Carta di sintesi e dal Quadro del Dissesto
- Z4c placche moreniche maggiori ad esclusione delle aree in cui si è ritenuto prevalente il fenomeno Z1c

La zona di Guspessa (alto versante sinistro) tenuto conto dell'assenza di fenomeni, della relativa blanda pendenza dell'area e del fatto che il substrato è affiorante o subaffiorante (quindi non si hanno né effetti morfologici, né di amplificazione litologica, né instabilità) è stata esclusa da qualsiasi perimetrazione.

14. QUADRO DEL DISSESTO CON LEGENDA UNIFORMATA PAI

In scala 1:10.000 su tutto il territorio comunale, non presenta particolari aggiornamenti al quadro del dissesto contenuto nell'elaborato 2 del PAI derivante da una precedente proposta di aggiornamento, ad esclusione del conoide presente nel bacino del Torrente Valchiosa, alla confluenza della Valle Lunga, classificato (erroneamente dalla sottoscritta, estensore del precedente studio geologico sul PRG) come "area di conoide non recentemente attivatosi o completamente protetta".

Si ritiene invece di doverla classificare come “area di conoide attivo parzialmente protetta”, così come evidenziato dallo stralcio cartografico di seguito riportato.



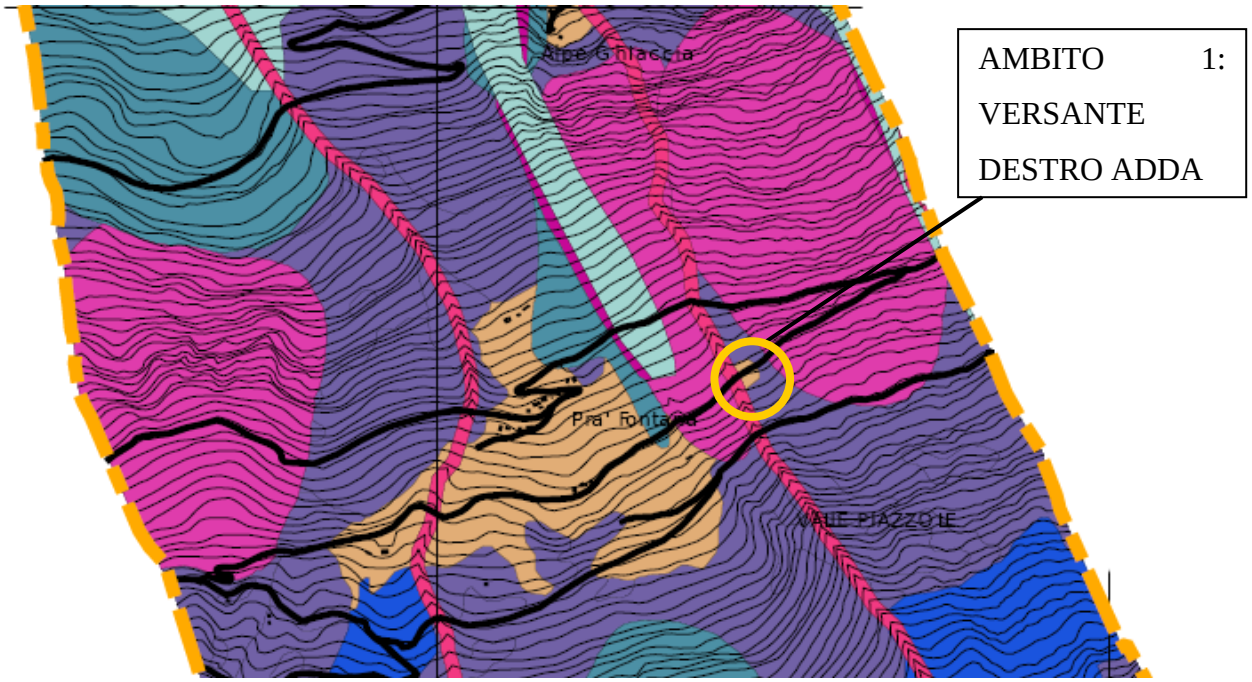
15. CARTA DI FATTIBILITA' DELLE AZIONI DI PIANO

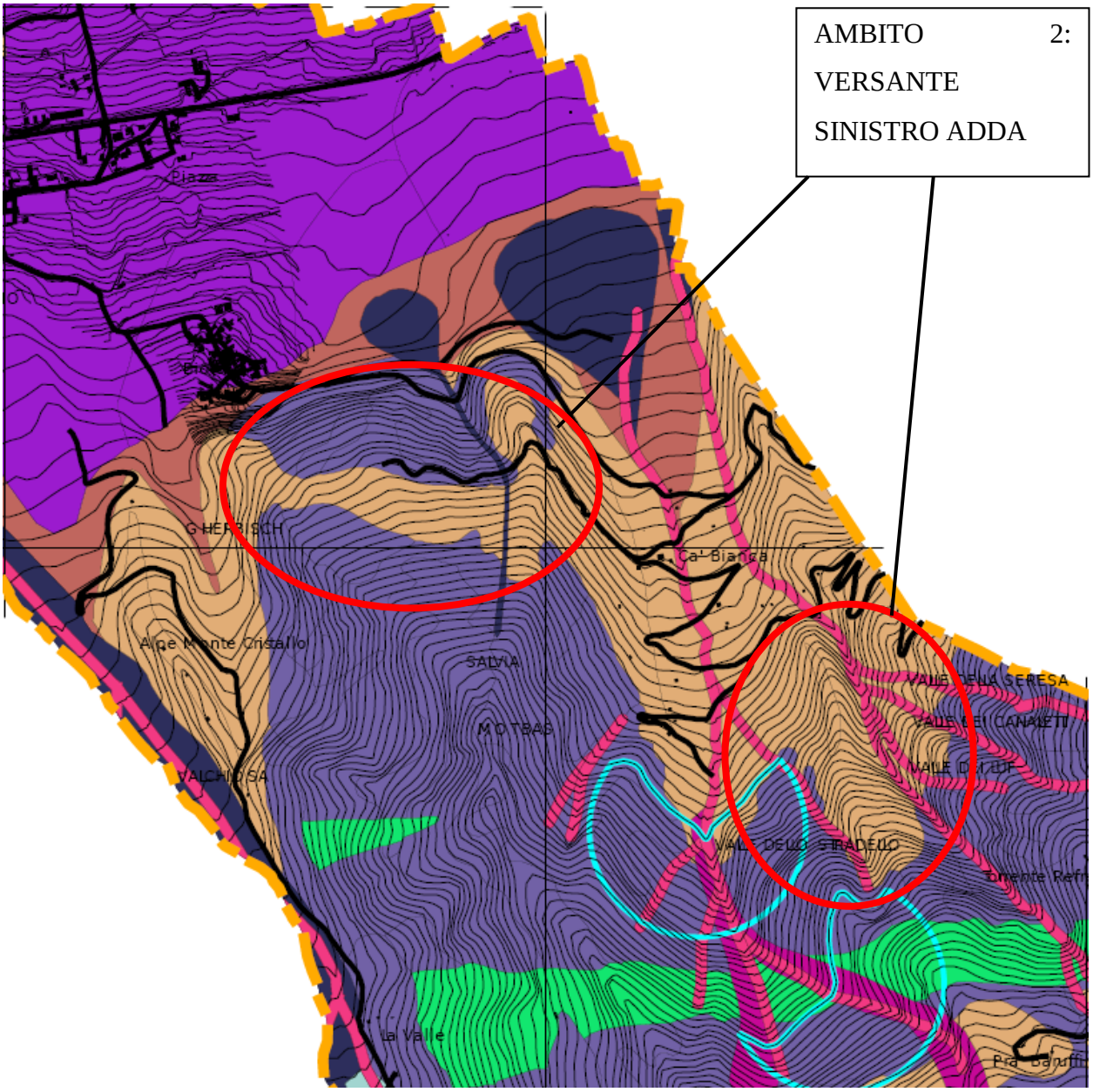
E' stata redatta in scala 1:2.000 per l'ambito urbanizzato e in scala 1:10.000 per l'intero territorio comunale.

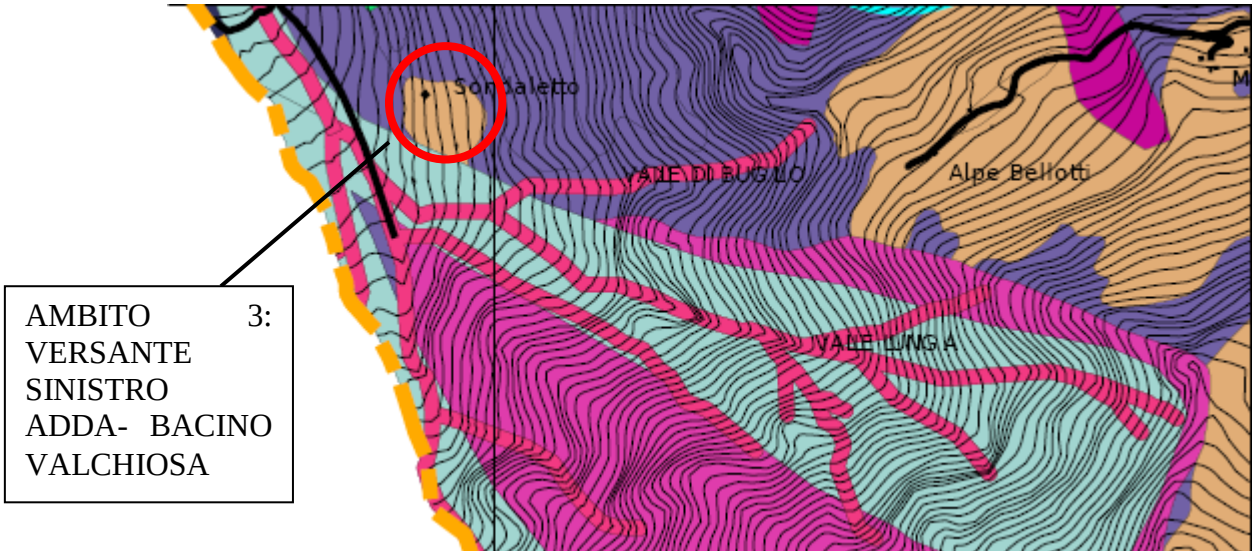
E' stata desunta dalla carta di sintesi e dalla carta dei vincoli attribuendo un valore di classe di fattibilità a ciascun poligono. Nel caso in cui un'area fosse caratterizzata da più fenomeni, per l'attribuzione della pericolosità/vulnerabilità e conseguentemente della classe di fattibilità, si è considerato quello preponderante e soprattutto quello che dà origine al valore più alto di classe di fattibilità.

Contrariamente a quanto previsto dai "Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio", non sono stati sovrapposte le aree soggette ad amplificazione sismica, per non compromettere la leggibilità degli elaborati, in quanto praticamente tutto il territorio comunale presenza effetti di amplificazione.

L'attribuzione della classe di fattibilità ha rispettato le prescrizioni della tabella 1, ad esclusione di alcuni ambiti, indicati negli stralci cartografici di seguito riportati, ricadenti in aree a pericolosità potenziale legata a possibilità di innesco di colate in detrito e terreno valutate in base alla pendenza e alle caratteristiche geotecniche dei terreni, per le quali la tabella di ingresso propone la classe di fattibilità 3. In considerazione delle caratteristiche morfologiche dei siti (pendenze, vicinanze di aree di dissesto) è stato invece aumentato a 4 il valore della classe di fattibilità.




AMBITO 2: VERSANTE SINISTRO ADDA
Piazza
GHERBISCH
Ca' Bianca
Alpe Monte Cristallo
SALVIA
MOTBAS
VALCHIOSA
VALLE DELLA SERESA
VALLE DEI CANALETTI
VALLE DEL LUF
VALLE DELLO STRADELLO
Torrente Refi
la Valle
Pra Sanuffi


AMBITO 3: VERSANTE SINISTRO ADDA- BACINO VALCHIOSA
Sonzaletto
VALLE DI BUGULO
Alpe Bellotti
VALLE LUNGA

Premettendo che, nel territorio del Comune di Sernio, non sono state caratterizzate aree alle quali attribuire la classe di fattibilità 1 (aree che non presentano particolari limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso e per le quali deve essere direttamente applicato quanto prescritto dalle *Norme Tecniche per le costruzioni di cui alla normativa nazionale)* sono state individuate le seguenti classi di fattibilità e rispettive sottoclassi.

15.1. Classe 2 – fattibilità con modeste limitazioni

In questa classe ricadono le aree nelle quali sono state rilevate modeste limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso, che possono essere superate mediante approfondimenti di indagine e accorgimenti tecnico-costruttivi senza l'esecuzione di opere di difesa.
Nelle Norme geologiche vengono specificati gli eventuali approfondimenti da effettuare e le specifiche costruttive degli interventi edificatori.
In tale classe sono state comprese quasi tutte quelle della zona urbanizzata.

15.2. Classe 3 – fattibilità con consistenti limitazioni

La classe comprende le zone nelle quali sono state riscontrate consistenti limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso per le condizioni di pericolosità/vulnerabilità individuate, per il superamento delle quali potrebbero rendersi necessari interventi specifici o opere di difesa.
Nelle norme geologiche verranno specificate le opere di mitigazione del rischio eventualmente da realizzare, le specifiche costruttive degli interventi edificatori in funzione della tipologia del fenomeno individuato, nonché definiti i supplementi di indagine relative alle problematiche da approfondire, la scala e l'ambito territoriale di riferimento e le finalità degli stessi per accertare la compatibilità tecnico-economica degli interventi con la situazione di dissesto in atto o potenziale e individuare di conseguenza le prescrizioni di dettaglio per poter procedere o meno all'edificazione.

In tale classe sono state inserite le seguenti aree della Carta di Sintesi:

- aree allagate in occasione di eventi meteorici eccezionali o allagabili con minore frequenza (indicativamente con tempi di ritorno superiori a 100 anni) e/o con modesti

valori di velocità ed altezze d'acqua tali da non pregiudicare l'incolumità delle persone, la funzionalità di edifici e infrastrutture e lo svolgimento di attività economiche (aree di conoide limitrofe ai corsi d'acqua maggiori - Fiume Adda, Torrente Valchiosa, Rio Rifreddo, Fosso dello Stradello) – **sottoclasse 3a**;

- aree a pericolosità potenziale legata a possibilità di innesco di colate in detrito e terreno valutate in base alla pendenza e alle caratteristiche geotecniche dei terreni; si tratta delle aree di conoide a maggiore pendenza (scarpate e zone limitrofe) e dei terrazzi morenici sui versanti (ad esclusione degli ambito sopra descritti per i quali è stato aumentato il valore della classe di fattibilità) – **sottoclasse 3b.**

La sottoclasse 3a comprende quindi aree vulnerabili e/o pericolose per problematiche legate ai corsi d'acqua, mentre la sottoclasse 3b per problematiche legate ai versanti e/o alla pendenza.

15.3. Classe 4 – fattibilità con gravi limitazioni

La classe comprende zone per le quali l'alta pericolosità/vulnerabilità comporta gravi limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso.
Deve essere esclusa qualsiasi nuova edificazione, se nono opere tese al consolidamento o alla sistemazione idrogeologica per la messa in sicurezza dei siti.
Per gli edifici esistenti sono consentite esclusivamente le opere relative ad interventi di demolizione senza ricostruzione, manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro e risanamento conservativo, come definiti dall'art. 27 comma 1, lettere a), b), c) della l.r. 12/05, senza aumento di superficie o volume e senza aumento del carico insediativo. Sono inoltre 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; dovranno comunque essere puntualmente ed attentamente valutate in funzione della tipologia di 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.

Sono state inserite in tale classe le seguenti aree della Carta di Sintesi:

- aree ripetutamente allagate di precedenti eventi alluvionali o frequentemente inondabili (indicativamente con tempi di ritorno inferiori a 20-50 anni) con significativi valori di velocità e/o altezze d'acqua o con consistenti fenomeni di trasporto solido - alvei attivi e le loro aree di pertinenza – **sottoclasse 4a**;
- aree adiacenti a corsi d'acqua, da mantenere a disposizione per consentire l'accessibilità per interventi di manutenzione e per la realizzazione di interventi di difesa (in assenza di definizione del regolamento di polizia idraulica di cui alla d.g.r. 7/7868/01); rappresentano la fascia di 10 m sul reticolo idrico principale e secondario – **sottoclasse 4a**;
- aree già allagate in occasione di precedenti eventi alluvionali desunte dalla ricerca storico-bibliografica; è stata così classificata l'area in dissesto perimetrata dall'allegato 4.2 del PAI (Tavole di applicazione salvaguardia – art. 9 delle Norme del PAI) – zona Ad_9, località Valchiosa: area a pericolosità molto elevata per esondazioni e dissesti morfologici di carattere torrentizio – **sottoclasse 4a**;
- aree potenzialmente inondabili individuate con criteri geomorfologici tenendo conto delle criticità derivanti da punti di debolezza delle strutture di contenimento, quali tratti di sponde in erosione, punti di possibile tracimazione, sovralluvionamenti, sezioni di deflusso insufficienti anche a causa della presenza di depositi di materiale vario in alveo o in sua prossimità; si tratta di limitate zone di piana alluvionale sul fondovalle - **sottoclasse 4a**;
- aree interessate da trasporto in massa e flussi di detrito su conoide; si tratta delle porzioni di conoide più prossime all'apice e/o all'alveo attivo dei corsi d'acqua e sono localizzate sulle incisioni vallive principali (quelle che solcano il versante sinistro) - **sottoclasse 4a**;
- aree interessabili da fenomeni di erosione fluviale e non idoneamente protette da interventi di difesa; si tratta delle scarpate al bordo del conoide di Sernio, sia lungo la Valchiosa che lungo il Fiume Adda; - **sottoclasse 4a**;
- aree soggette a crolli di massi (distacco e accumulo), definite in base all'estensione della falda di detrito e alla distanza raggiunta dai massi secondo dati storici; sono state delimitate le effettive aree sorgenti (affioramenti rocciosi) e le aree di accumulo dei crolli (coni e falde di detrito); interessano sia il versante in destra che in sinistra Adda, in particolare a quote intermedie - **sottoclasse 4b**;
- aree interessate da distacco e rotolamento di blocchi provenienti dai depositi superficiali, considerando le effettive aree sorgenti e le aree di accumulo dei crolli; interessano esclusivamente il versante destro dell'Adda e comprendono sostanzialmente piccoli

accumuli di frana parzialmente stabilizzati e aree terrazzate da muretti a secco, spesso degradati ed in stato di abbandono - **sottoclasse 4b**;

- aree di frana attiva (scivolamenti, colate ed espansioni laterali), così come derivate dal "Quadro del Dissesto con legenda uniformata PAI"; sono anch'esse localizzate unicamente sul versante destro - **sottoclasse 4b**;
- aree di frana quiescente (scivolamenti, colate ed espansioni laterali), così come derivate dal "Quadro del Dissesto con legenda uniformata PAI"; sono localizzate su entrambi i versanti- **sottoclasse 4b**;
- area a franosità superficiale attiva diffusa; si tratta di zone arealmente poco estese dove si esplicano piccoli fenomeni franosi e soliflusso, specie in considerazione della pendenza significativa e della presenza di coltri di copertura di modesto spessore (a causa del bed-rock localizzato a bassa profondità); sono localizzate in prevalenza sul versante sinistro a quote medio-superiori - **sottoclasse 4b**;
- alcune porzioni delle aree a pericolosità potenziale legata a possibilità di innesco di colate in detrito e terreno valutate in base alla pendenza e alle caratteristiche geotecniche dei terreni; (ambiti sopra descritti per i quali è stato aumentato il valore della classe di fattibilità) – **sottoclasse 4b.**
- aree interessate da valanghe già avvenute, così come desunte dal Sistema Informativo Regionale Valanghe della Regione Lombardia; si tratta dei fenomeni precedentemente descritti - **sottoclasse 4c**;
- aree a probabile localizzazione di valanghe potenziali, così come desunte dal Sistema Informativo Regionale Valanghe della Regione Lombardia; si tratta dei fenomeni precedentemente descritti - **sottoclasse 4c**;

La sottoclasse 4a comprende quindi aree vulnerabili e/o pericolose per problematiche legate ai corsi d'acqua; la sottoclasse 4b per problematiche legate ai versanti e/o alla pendenza e la sottoclasse 4c per problematiche legate alle valanghe.

16. CARTA DEI VINCOLI

E' stata redatta in scala 1:10.000 sull'intero territorio comunale in contrasto con quanto previsto dalla d.g.r. 8/7374 del 28 maggio 2008, in modo da fornire un quadro completo dei vincoli riportati che ad una scala maggiore sarebbe risultato troppo dispersivo

Riporta:

- vincoli derivanti da delimitazioni di aree in dissesto contenute nel PAI, quali le fasce fluviali, le aree del quadro del dissesto (area di frana attiva Fa, area di frana quiescente Fq, area di frana stabilizzata Fs, area di conoide attivo non protetto Ca, area di conoide attivo parzialmente protetta Cp, area di conoide non recentemente attivatosi o completamente protetta (Cn), aree con pericolosità molto elevata o elevata per esondazioni e dissesti morfologici di carattere torrentizio (Ee), tra le quali anche l'area in dissesto contenuta nell'all. 4.2. del PAI, aree a pericolosità molto elevata o elevata non perimetrata per esondazioni e dissesti morfologici di carattere torrentizio (Ee), aree a pericolosità media o moderata non perimetrata per esondazioni e dissesti morfologici di carattere torrentizio (Em), area a pericolosità molto elevato o elevata non perimetrata per valanghe (Va);
- vincoli di tutela delle captazioni ad uso idropotabile (area di tutela assoluta, area di rispetto)
- vincoli di polizia idraulica (aree adiacenti a corsi d'acqua da mantenere a disposizione per consentire l'accessibilità per interventi di difesa – in assenza del regolamento di polizia idraulica di cui alla d.g.r. 7/7868/01)

17. NORMATIVA

Per tutto il territorio comunale di Sernio vale anzitutto la vigente legislazione nazionale e regionale per la pianificazione territoriale dal punto di vista geologico.

Vengono per altro di seguito integralmente riportate le Norme Geologiche di PGT.

17.1. ART. 1: GENERALITA'

Tutti gli interventi edilizi ed infrastrutturali nel territorio del Comune di Sernio sono soggetti alle disposizioni contenute all'interno delle presenti Norme Geologiche, alla normativa derivante dai vincoli riportati nella Carta dei Vincoli (Fasce Fluviali e aree in Dissesto del PAI, nonché disposizioni in materia di Tutela e Salvaguardia delle risorse idriche e vincoli di polizia idraulica) e a quanto previsto dalle *Norme tecniche per le costruzioni di cui alla normativa nazionale*.

Per ciascuna sottoclasse vengono quindi definite le indagini e gli approfondimenti necessari, che non sostituiscono, anche se possono comprendere, le indagini previste dalle *Norme tecniche per le costruzioni di cui alla normativa nazionale*.

Le Norme Geologiche qui indicate, unitamente alla relativa Cartografia Tematica, hanno carattere prevalente rispetto alle previsioni dell'azzonamento e del Piano delle Regole del P.G.T., di cui fanno parte integrante.

17.2. Art. 2: documentazione geologica per l'istruttoria delle pratiche

Nella documentazione richiesta per l'istruttoria delle pratiche dovrà essere compreso uno stralcio della Carta di Fattibilità Geologica per le Azioni di Piano, uno stralcio della Carta dei Vincoli e uno stralcio della Carta della Pericolosità Sismica locale (scala 1:2.000 ove presente o scala 1:10.000).

Le indagini e gli approfondimenti individuati per ogni sottoclasse devono essere realizzati prima della progettazione degli interventi in quanto propedeutici alla pianificazione dell'intervento e alla progettazione stessa.

Copia delle indagini effettuate e della relazione geologica di supporto deve quindi essere consegnata, congiuntamente alla restante documentazione, in sede di presentazione dei Piani attuativi (l.r. 12/05, art. 14) o in sede di richiesta del permesso di costruire (l.r. 12/05, art. 38).

17.3. Art. 3: norme tecniche di fattibilita' geologica

La Normativa di fattibilità geologica sotto indicata fornisce indicazioni generali in ordine ai vincoli, alle destinazioni d'uso, alle cautele generali da adottare per gli interventi, agli studi ed alle indagini da effettuare per gli approfondimenti del caso, alle opere di riduzione del rischio ed alla necessità di controllo dei fenomeni in atto.

17.3.1. Art. 3.1 - Zone in Classe 1: fattibilità senza particolari limitazioni

In queste zone i progetti di nuove edificazioni di qualsiasi tipo non presentano specifiche controindicazioni dal punto di vista geologico.
Per ogni nuova opera si dovranno applicare le sole norme tecniche indicate dalla normativa nazionale.
In relazione all'entità dell'opera, dello scavo di sbancamento necessario e dei carichi previsti sul terreno si dovranno eseguire le indagini geotecniche più idonee.
Nel territorio comunale di Sernio non sono state individuate aree che ricadono in tale classe di fattibilità

17.4. Art. 3.2. - Zone in Classe 2: fattibilità con modeste limitazioni

Rientrano in tale classe le porzioni di territorio ritenute più idonee, dal punto di vista "geologico" alla futura urbanizzazione, espansione residenziale e artigianale e/o per la localizzazione di strutture ricettive.

I progetti, come di seguito specificato, dovranno comunque essere accompagnati da Relazione Geologica che dimostri di aver analizzato le diverse problematiche geologiche caratteristiche della classe di fattibilità.

17.4.1. a) Nuove edificazioni

Sono consentite nuove edificazioni, previa realizzazione di Relazione Geologica che analizzi le problematiche geologiche presenti, nel rispetto delle condizioni indicate dettagliatamente nel seguito, e che fornisca le indicazioni di competenza per la redazione del progetto di eventuali provvedimenti costruttivi che contribuiscano a ridurre ulteriormente il rischio.
I progetti dovranno comprendere la verifica delle condizioni di sicurezza dei fronti di scavo previsti e del sistema edificio-pendio.
Si dovranno inoltre accertare le caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione ed eventuali interferenze con la falda freatica.

17.4.2. Ampliamento di edifici esistenti

Sono ammessi interventi che comportano ampliamento di superfici non residenziali residenziale, produttiva e ricettiva sia mediante sopraelevazioni che mediante la realizzazione di nuovi corpi edilizi.
Valgono per altro le prescrizioni fornite nel paragrafo precedente per le nuove edificazioni.

17.4.3. Recupero del patrimonio edilizio esistente

Sono ammessi, senza integrazioni di tipo geologico, gli interventi di cui alle lettere a), b), c) dell'art. 27 comma 1 della l.r. 12/05.
Per gli interventi d) ed e) dell'art. 31 della l.r. 12/05 valgono, per ogni sottoclasse, le prescrizioni delle nuove edificazioni.

17.4.4. Opere varie

Per la realizzazione di opere di vario tipo che comportino sensibili modifiche dell'originario assetto idrogeologico del territorio (quali ad esempio parcheggi, strade comunali, strade di accesso, opere di sistemazione idrogeologica dei versanti e dei corsi d'acqua e opere di interesse pubblico), dovrà essere eseguito studio geologico, geomorfologico e geotecnico che tenga conto delle prescrizioni fornite, per ciascuna classe, per le nuove edificazioni.

17.5. Art. 3.3. - Classe 3: fattibilità con consistenti limitazioni

All'interno di questa classe sono state individuate due sottoclassi. che necessitano di approfondimenti di indagine geologica e limitazioni tra loro diverse.

Le porzioni di territorio ricadenti nella classe 3 sono le meno idonee alla futura urbanizzazione, espansione residenziale e artigianale e/o alla localizzazione di strutture ricettive e che dovranno essere utilizzate qualora non vi siano altri spazi a disposizione.

Tutti i progetti dovranno quindi essere accompagnati da Relazione Geologica che dimostri di aver analizzato le diverse problematiche geologiche caratteristiche di ogni sottoclasse di fattibilità, come di seguito specificato.

17.5.1. a) Nuova edificazione

E' consentita con limitazioni e comunque previa realizzazione di Relazione Geologica che analizzi le problematiche geologiche presenti, nel rispetto delle condizioni proprie della sottoclasse di appartenenza (indicate dettagliatamente nel seguito).
Tale studio geologico dovrà inoltre stabilire il grado di rischio dell'area in relazione all'intervento in progetto e fornire le indicazioni di competenza per la progettazione di eventuali opere necessarie alla messa in sicurezza del nuovo edificio e/o per l'adozione di misure organizzative per la mitigazione del rischio.
Nel caso in cui lo Studio Geologico evidenzi la necessità di realizzare opere di sistemazione idrogeologica si dovrà provvedere a:

- Progettazione delle opere di sistemazione necessarie, da allegare al Progetto dell'edificio come parte integrante della documentazione per il rilascio della Concessione Edilizia;
- Ad opere ultimate per il ritiro della Licenza di abitabilità e/o agibilità dell'edificio dovrà essere prodotta al Comune una dichiarazione a firma di tecnico abilitato che attesti che tutte le opere prescritte sono state eseguite e che indichi, a carico del soggetto titolare dell'opera, la periodicità dei controlli e degli interventi di manutenzione delle opere di messa in sicurezza. Tale documento dovrà contestualmente attestare l'avvenuta riduzione della classe di fattibilità.

Dovranno inoltre essere previste, da valutare puntualmente per ogni intervento, provvedimenti costruttivi atti a limitare la situazione di rischio.

3a – aree vulnerabili e/o pericolose per problematiche legate ai corsi d'acqua: All'interno di tali aree dovrà essere di norma limitata la realizzazione di nuovi edifici residenziali; la realizzazione di nuovi edifici che comportino un assembramento di persone (alberghi, ristoranti, grandi complessi residenziali, scuole, ospedali) e di installazioni il cui allagamento comporti un sensibile rischio di inquinamento (ad esempio aree di deposito

per prodotti pericolosi o inquinanti quali acidi diversi, detergenti diversi, petrolio e prodotti derivati, prodotti farmaceutici ecc.) è inoltre subordinata alla redazione di una perizia geologica asseverata con i contenuti di seguito specificati; i piani seminterrati ed interrati dei nuovi edifici non dovranno essere infine destinati ad usi residenziali.

La Relazione Geologica dovrà comprendere un'analisi della situazione idrogeologica volta alla definizione della pericolosità. Alla luce delle informazioni acquisite dovranno essere fornite le indicazioni di competenza per la progettazione delle eventuali opere di difesa dei nuovi edifici (che non dovranno per altro in alcun modo danneggiare gli edifici esistenti) prevedendo anche, se necessario, opere di sistemazione idraulica e/o di consolidamento. In considerazione delle opere di regimazione presenti bisognerà inoltre valutare il loro stato di conservazione e di manutenzione (es. volumi di invaso disponibili all'interno delle vasche di sedimentazione presenti, stato di conservazione dei tratti tombinati, quantità di materiale in alveo ecc) realizzando gli interventi ritenuti necessari alla messa in sicurezza l'edificio in progetto.

3b - aree vulnerabili e/o pericolose per problematiche legate ai versanti e/ all'acclività: i progetti dovranno comprendere la verifica delle condizioni di stabilità del sito su cui andrà a realizzarsi l'opera intesa come verifica del sistema edificio-pendio e verifica delle condizioni di sicurezza rispetto a dissesti idrogeologici (fenomeni di instabilità delle scarpate, di scivolamento lento, di crollo di murature di terrazzamento, deflussi idrici sotterranei ecc.). Dovranno pertanto essere realizzati: un rilievo geologico dettagliato della zona per un intorno significativo all'ambito di progetto e la verifica di stabilità dei fronti di scavo previsti nonché delle scarpate e del pendio circostante. Si dovranno inoltre accertare mediante indagini in situ le caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione e le eventuali interferenze con la falda freatica. Si dovranno infine prevedere gli eventuali interventi per la messa in sicurezza del sito in relazione alle opere da realizzare (opere di sostegno, sistemazione dei tratti di muretti a secco instabili ecc.).

17.5.2. Ampliamento di edifici esistenti

Sono ammessi, di norma, interventi che comportino ampliamento di superfici residenziali, non residenziali produttive e ricettive, sia mediante sopraelevazioni che mediante la realizzazione di nuovi corpi edilizi.

Per ogni sottoclasse valgono per altro le prescrizioni fornite nel paragrafo precedente per le nuove edificazioni.

17.5.3. Recupero del patrimonio edilizio esistente

Sono ammessi tutti gli interventi di cui alle lettere a), b), c), d) ed e) dell'art. 27 comma 1 della l.r. 12/05, i quali valgono, per ogni sottoclasse, le prescrizioni delle nuove edificazioni in particolare per gli interventi che comportino cambiamenti di destinazioni d'uso con ampliamenti di superficie residenziale produttiva e ricettiva,.
Dovrà quindi essere predisposto studio geologico che fornisca indicazioni in merito alla progettazione e alla realizzazione delle opere di difesa, sistemazione idrogeologica e degli eventuali interventi di mitigazione degli effetti negativi indotti dall'edificato e/o all'adozione di misure organizzative per la mitigazione del rischio.

17.5.4. Opere varie

Per la realizzazione di opere di vario tipo che comportino sensibili modifiche dell'originario assetto idrogeologico del territorio (quali ad esempio parcheggi, strade comunali, strade di accesso, opere di sistemazione idrogeologica dei versanti e dei corsi d'acqua, opere di derivazione e collettamento, ecc.), tenendo conto delle prescrizioni per ogni sottoclasse, dovrà essere approntato dettagliato studio geologico, geomorfologico, idrogeologico, geotecnico e valangologico con esame dell'interazione opera-territorio nonché dei rischi naturali ed indotti dalla realizzazione di ciascun intervento e degli accorgimenti da adottare per la riduzione del medesimo.

17.6. Art. 3.4. - Classe 4: fattibilità con gravi limitazioni

All'interno di questa classe sono state individuate tre sottoclassi, per ciascuna delle quali ***l'alto rischio, sebbene di diversa natura, comporta in ogni caso gravi limitazioni per la modifica delle destinazioni d'uso delle particelle***.

Non si potranno quindi prevedere, per le porzioni di territorio ricadenti in tali sottoclassi, nuove aree urbanizzabili, artigianali di localizzazione di strutture ricettive o comunque edificabili.

Per ciascuna sottoclasse, in relazione alle diverse problematiche geologiche, viene di seguito esaminata la normativa per le nuove edificazioni, gli interventi di ampliamento e di recupero degli edifici esistenti e per le opere di varia natura.

17.6.1. Nuove edificazioni

Nella classe **4** *deve essere esclusa qualsiasi nuova edificazione, se non opere tese al consolidamento o alla sistemazione idrogeologica per la messa in sicurezza dei siti.*

In particolare per ogni sottoclasse valgono le seguenti prescrizioni.

4a – aree fortemente vulnerabili e/o pericolose per problematiche legate ai corsi d'acqua: in tali zone è vietata la realizzazione di qualsiasi nuova costruzione, in particolare che comporti la riduzione delle possibilità di espansione del corso d'acqua in caso di piena e peggiori le condizioni di deflusso delle acque, nonché ostacoli la possibilità di accesso ai corsi d'acqua per le periodiche operazioni di pulizia o svaso. Di ciò si dovrà tenere conto anche nella progettazione delle uniche opere ammesse, cioè gli interventi di sistemazione idrogeologica e regimazione idraulica, strettamente finalizzati al miglioramento delle caratteristiche idrogeologiche ed idrauliche della zona, i quali dovranno di norma evitare tombinamenti di tratti del corso d'acqua (art. 21 delle N.d.A. del P.A.I., art. 41 del D. Lgs. 152/99). Tali opere dovranno essere precedute da accurati studi idrogeologici e idraulici volti a caratterizzare l'evoluzione morfodinamica del tratto di corso d'acqua in cui è previsto l'intervento. In particolare lo studio, esteso all'intero bacino, dovrà determinare le portate di piena, i tempi di corrivazione e di ritorno degli eventi alluvionali, i parametri geotecnici per il dimensionamento dei manufatti il trasporto solido associato all'evento di piena di progetto. Allegato al progetto dovrà inoltre essere presente una Relazione Tecnica in cui vengono giustificate le scelte progettuali effettuate ed ipotizzata la successiva evoluzione morfodinamica del tratto di alveo interessato dall'intervento.

All'interno di tale sottoclasse ricadono anche alcune zone regolate da apposita normativa sovracomunale, la cui perimetrazione può essere desunta dalla Carta di Sintesi:

- la fascia adiacente ai corsi d'acqua (**10 m**) da mantenere a disposizione per consentire l'accessibilità per interventi di manutenzione e per la realizzazione di interventi di difesa, così come desunta dallo studio finalizzato all'individuazione del reticolo idrico minore (a meno delle correzioni specificate alla pagina 21 della relazione generale), ***normata dal regolamento di polizia idraulica ai sensi della d.g.r. 25 gennaio 2002, n. 7/7868***;
- l'area contenuta nell'**allegato 4.2 del PAI (Ad_09)** – area a pericolosità molto elevato o elevata per dissesti morfologici di carattere torrentizio, ***normata dall'art. 9 – comma 5 delle Norme di Attuazione del PAI;***
- fasce fluviali (**Fascia A, B e C**) per le quali ***vigono gli articoli delle N.d.A. del P.A.I. (art.li 1, 29, 30, 31, 32, 38, 38bis, 39, 41)***. Per la fascia fluviale C del P.A.I. è inoltre necessario effettuare, per qualsiasi intervento, la verifica del rischio di alluvionamento residuo.

4b - aree fortemente vulnerabili e/o pericolose per problematiche legate ai versanti e/o all'acclività: in tali aree è vietata la realizzazione di qualsiasi nuova costruzione che non sia tesa al consolidamento del pendio. In particolare dovrà di norma essere evitata la costruzione di qualsiasi tipo di opera, che comporti l'esecuzione di rilevanti scavi, il sovraccarico del pendio o l'ostacolo alla circolazione idrica sia sotterranea che superficiale. Gli interventi di stabilizzazione dei versanti dovranno infine essere valutati mediante dettagliato studio geologico-geomorfologico che comprenda anche le necessarie verifiche di stabilità, nonché la caratterizzazione geotecnica e/o geomeccanica delle rocce sciolte e/o lapidee.

All'interno di tale sottoclasse ricadono anche alcune zone regolate da apposita normativa sovracomunale, la cui perimetrazione può essere desunta dalla Carta di Sintesi:

- aree di frana attiva (**Fa**), ***normata dall'art. 9 – comma 2 delle Norme di Attuazione del PAI;***
- aree di frana quiescente (**Fq**), ***normata dall'art. 9 – comma 3 delle Norme di Attuazione del PAI;***

4c – aree fortemente vulnerabili e/o pericolose legate alle valanghe: in tale sottoclasse è vietata qualsiasi nuova edificazione che comporti l'esposizione di beni e/o persone al

pericolo. Sono ammessi, previa realizzazione di esauriente studio geologico, geomorfologico, geologico-tecnico e valangologico, gli interventi per l'esecuzione di opere di messa in sicurezza degli edifici ed infrastrutture esistenti e quelli per la manutenzione delle opere di difesa già realizzate.

17.6.2. Edificato esistente

Per gli edifici esistenti sono consentite esclusivamente le opere relative ad interventi di demolizione senza ricostruzione, manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro e risanamento conservativo, come definiti dall'art. 27 comma 1, lettere a), b), c) della l.r. 12/05, senza aumento di superficie o volume e senza aumento del carico insediativo.
Sono inoltre consentite le innovazioni necessarie per l'adeguamento alla normativa antisismica.

In considerazione della situazione di rischio nella quale si trovano le porzioni di edificato che ricadono nella classe 4, vengono di seguito fornite, per ogni sottoclasse, le indicazioni utili alla mitigazione dello stesso. Sino alla realizzazione delle opere di sistemazione si dovranno per altro quanto prima predisporre le necessarie misure organizzative per la riduzione del rischio (es. Piani di Protezione Civile).

4a - aree fortemente vulnerabili e/o pericolose per problematiche legate ai corsi d'acqua: per i manufatti posti in tale sottoclasse (prevalentemente situazioni puntuali lungo i corsi d'acqua minori) dovranno essere previste opere di regimazione idraulica che riducano il rischio. Sino all'esecuzione degli interventi di messa in sicurezza si dovrà prevedere l'applicazione di un piano di protezione civile.

4b - aree fortemente vulnerabili e/o pericolose per problematiche legate ai versanti e/o all'acclività: per i fabbricati posti in tale sottoclasse **4b**, (prevalentemente situazioni puntuali) dovranno essere previste opere di sistemazione dei versanti che riducano il rischio.

4c - aree fortemente vulnerabili e/o pericolose legate alle valanghe: le aree che ricadono in tale sottoclasse richiedono l'esecuzione di adeguate opere di difesa, da

localizzare e dimensionare con apposita progettazione da valutare coerentemente alle risultanze del Piano delle Zone Esposte al Pericolo di Valanghe (P.Z.E.V.).
Sino all'esecuzione degli interventi di messa in sicurezza si dovrà prevedere l'applicazione di un piano di protezione civile.

17.6.3. Opere varie

Eventuali infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico possono essere realizzate solo se non altrimenti localizzabili; dovranno comunque essere puntualmente ed attentamente valutate in funzione della tipologia di 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.

17.7. Art. 5: normativa per le zone di salvaguardia delle risorse idropotabili

In assenza di studi idrogeologici specifici relativi alle sorgenti potabili Comunali è stata indicata, nella Carta di Sintesi, una proposta preliminare di zonazione delle aree di rispetto in accordo alle caratteristiche geomorfologiche della zona.

Le norme che regolano l'individuazione delle aree di salvaguardia delle risorse idropotabili e l'utilizzo del suolo all'interno delle stesse sono stabilite rispettivamente dal D.G.R.L. del 27.06.1996 n. 6/15137 "*Direttive per l'individuazione delle aree di salvaguardia delle captazioni di acque sotterranee destinate al consumo umano"* e dal D.P.R. del 24.5.1988 n. 236 *"Attuazione della direttiva CEE n. 80/778 concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano"* nonché dal d.lgs. 258/2000.

In base al D.G.R.L. del 27.06.1996 n. 6/15137 le aree di salvaguardia delle sorgenti sono porzioni del territorio circostanti la captazione nelle quali vengono imposti vincoli e limitazioni d'uso del territorio atti a tutelare le acque e proteggere le captazioni. Tali aree sono suddivise in zona di tutela assoluta, zona di rispetto e zona di protezione.

Zona di tutela assoluta (art. 5 comma 4 d.lgs. 258/2000): Area circostante la captazione con raggio non inferiore a 10 m, rappresentata nel caso di più sorgenti, dall'inviluppo delle aree di ciascuna emergenza; un'estensione minore può essere adottata qualora la situazione territoriale o l'assetto geomorfologico e strutturale non permettano di rispettare tale limite.

Zona di rispetto (art. 5 comma 5 del d.lgs. 258/2000): La delimitazione di questa zona può essere eseguita seguendo due diversi metodi: criterio geometrico e criterio idrogeologico:
Criterio geometrico - la zona di rispetto è costituita da una porzione di cerchio di raggio non inferiore a 200 m, con centro nel punto di captazione, che si estende idrogeologicamente a monte dell'opera di presa ed è delimitata verso valle dall'isoipsa passante per la captazione.
Criterio idrogeologico - la zona di rispetto è costituita da una porzione di cerchio di raggio non inferiore a 200 m, con centro nel punto di captazione, che si estende idrogeologicamente a monte dell'opera di presa ed è delimitata lateralmente dai limiti del bacino di alimentazione della sorgente.
Entrambi questi criteri si adottano sulla base delle risultanze di un approfondito studio idrogeologico delle sorgenti.

Zona di protezione: corrisponde al bacino di alimentazione della sorgente

17.7.1. Art. 5.1. - Normativa delle aree di salvaguardia delle sorgenti (D.L. 258/2000)

Zona di tutela assoluta:
Art. 5 comma 4 del d.lgs. 258/2000 - E' adibita esclusivamente ad opera di presa e di servizio; deve essere recintata e provvista di canalizzazioni atte alla raccolta ed all'allontanamento delle acque di scorrimento superficiale e di precipitazione meteorica.

Zona di rispetto:
Art 5 comma 5 del d.lgs. 258/2000. Nelle zone di rispetto sono vietate le seguenti attività o destinazioni:

- dispersione ovvero immissione in fossi non impermeabilizzati, di reflui, fanghi e liquami anche se depurati;
- accumulo di concimi organici;
- dispersione nel sottosuolo di acque bianche provenienti da piazzali e strade;
- aree cimiteriali;
- di spargimento di pesticidi e fertilizzanti;

- apertura di cave o pozzi;
- discariche di qualsiasi tipo, anche se controllate;
- stoccaggio di rifiuti, reflui, prodotti, sostanze chimiche pericolose, sostanze radioattive;
- centri di raccolta, demolizione e rottamazione di autoveicoli;
- impianti di trattamento di rifiuti;
- pascolo e stazzo di bestiame;

Si propone, inoltre, che qualsiasi intervento che comporti un mutamento dello stato attuale di uso del suolo possa essere autorizzato solo dopo che si sia accertato, in base ad indagine idrogeologica adeguatamente approfondita, che l'intervento stesso non comporterà compromissione della funzionalità delle opere di captazione e della qualità delle acque captate.

L'attuazione degli interventi o delle attività consentite, elencate dall'art. 5 comma 6 del d.lgs. 258/2000 (tra le quali edilizia residenziale e relative opere di urbanizzazione, fognature, opere viarie, ferroviarie e in genere infrastrutture di servizio), in assenza di diverse indicazioni formulate dalla Regione ai sensi dell'art. 5 comma 6 del D.L. 258/00, è subordinata all'effettuazione di una indagine idrogeologica di dettaglio che porti ad una riperimetrazione di tali zone secondo i criteri temporale o idrogeologico (come da D.G.R. n. 6/15137 del 27 giugno 1996) o che comunque accerti la compatibilità dell'intervento con lo stato di vulnerabilità delle risorse idriche sotterranee e dia apposite prescrizioni sulle modalità di attuazione degli interventi stessi.

Zona di protezione:
Art 7 del D.P.R. 24/5/88 n°236. Nelle zone di protezione possono essere adottate misure relative alla destinazione del territorio interessato, limitazioni per gli insediamenti civili, produttivi, turistici, agroforestali e zootecnici.

Pertanto, anche per questa zona si suggerisce di imporre che qualsiasi intervento che comporti mutamento dell'uso attuale del suolo debba preliminarmente essere sottoposto a verifica di compatibilità con l'esigenza della risorsa da tutelare.

Grosotto, luglio 2008

Dott. Geol. Da Prada Tiziana