

SOMMARIO

1	INTRODUZIONE	2
1.1	PREMESSA	2
1.2	RICERCA STORICA E BANCA DATI GEOLOGICA	2
1.3	MOSAICATURA E COMPATIBILITÀ CON I PRGC DI COMUNI LIMITROFI	3
1.4	OSSERVAZIONI EMERSE DURANTE GLI INCONTRI INTERDISCIPLINARI CON I SETTORI REGIONALI	3
2	GEOLOGIA	4
2.1	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	4
2.2	INQUADRAMENTO GEOLOGICO REGIONALE	4
2.3	GEOMORFOLOGIA	5
2.4	CAVE E MINIERE	6
2.5	VERIFICA IDRAULICA DI ALCUNE SEZIONI DEL TORRENTE SIZZONE	6
2.5.1	Caratteristiche del torrente Sizzone	6
2.5.2	Sezioni di verifica	6
2.5.3	Portate smaltibili dalle sezioni esaminate	6
2.5.4	Tempi di corrivazione presso le sezioni esaminate	7
2.5.5	Analisi pluviometrica	7
2.5.6	Determinazione delle precipitazioni critiche	8
2.5.7	Valutazione delle portate di piena per assegnata frequenza probabile	8
2.5.8	Esiti delle verifiche	9
3	CARTOGRAFIA TEMATICA	12
3.1	CARTA GEOLOGICO-STRUTTURALE	12
3.1.1	Depositi alluvionali recenti ed attuali	12
3.1.2	Depositi fluvio-glaciali	13
3.1.3	Depositi pliocenici	13
3.1.4	Unità carbonatiche	13
3.1.5	Vulcaniti permiane	13
3.2	CARTA GEOMORFOLOGICA, DEI DISSESTI, DELLA DINAMICA FLUVIALE E DEL RETICOLATO IDROGRAFICO MINORE	14
3.2.1	Elementi geologico-strutturali	14
3.2.2	Forme di versante dovute alla gravità	14
3.2.3	Forme fluviali, fluvioglaciali e dovute al dilavamento dei versanti	14
3.2.4	Forme antropiche	15
3.2.5	Alveo tipi	15
3.3	CARTA DELLE OPERE IDRAULICHE	15
3.4	CARTA DELL'ACCLIVITÀ	16
3.5	CARTA GEOIDROLOGICA	17
3.5.1	Generalità	17

3.5.2	Complessi idrogeologici	17
3.5.3	Pozzi per acqua	17
3.6	CARTA LITOTECNICA	19
4	CARTOGRAFIA DI SINTESI	20
4.1	CARTA DI SINTESI DELLA PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA ED IDONEITÀ ALL'UTILIZZAZIONE URBANISTICA	20
4.1.1	Settori in cui non sussistono condizioni di pericolosità geologica (classe I)	20
4.1.2	Settori caratterizzati da condizioni di moderata pericolosità geomorfologica (classe II)	20
4.1.3	Settori in cui sussistono condizioni di pericolosità geologica (classe III)	21
4.2	DISSESTI	21
4.3	ALTRE SIMBOLOGIE	22
5	NORMATIVA DI IDONEITÀ GEOLOGICA ALL'UTILIZZAZIONE URBANISTICA	23
5.1	CLASSE DI IDONEITÀ I	23
5.2	CLASSE DI IDONEITÀ II	23
5.3	CLASSI DI IDONEITÀ III	24
5.4	CLASSE DI IDONEITÀ IIIA	25
5.5	CLASSE DI IDONEITÀ IIIB	25
5.5.1	Sottoclasse di idoneità IIIB1	26
5.5.2	Sottoclasse di idoneità IIIB2	26
5.5.3	Sottoclasse di idoneità IIIB3	27
5.5.4	Sottoclasse di idoneità IIIB4	28
5.6	FASCE DI RISPETTO DEI CORSI D'ACQUA	28
5.7	FASCE DI RISPETTO DELLE OPERE DI PRESA IDROPOTABILI	29
5.8	NORME DI CARATTERE GENERALE	29

ELENCO ELABORATI GEOLOGICI

Elab. G1	Relazione geologica
Elab. G2	Schede di rilevamento delle opere idrauliche
Elab. G3	Schede Processi-Effetti della banca dati geologica
Elab. G4	Schede di rilevamento dei processi lungo la rete idrografica e delle frane
Tav. 1	Carta Geologico-Strutturale, scala 1:10.000
Tav. 2	Carta Geomorfologica e dei Dissesti, della Dinamica Fluviale e del Reticolato Idrografico Minore, scala 1:10.000
Tav. 3	Carta delle Opere Idrauliche, scala 1: 10.000
Tav. 4	Carta dell'Acclività, scala 1: 10.000
Tav. 5	Carta Geoidrologica, scala 1: 10.000
Tav. 6	Carta Litotecnica, scala 1: 10.000
Tav. 7	Carta di Sintesi della Pericolosità Geomorfologica e dell'Idoneità alla Utilizzazione Urbanistica, scala 1:10.000 (base CTR)

1 INTRODUZIONE

1.1 PREMESSA

Il Comune di Maggiora ha adottato il Piano Regolatore Generale con il Consiglio Comunale n.15 del 24/06/98.

Le indagini geologiche redatte a supporto dello strumento urbanistico in vigore quindi sono state eseguite precedentemente alla emanazione della CIRCOLARE N. 7/LAP del Presidente della Giunta Regionale, approvata in data 6 Maggio 1996, avente per oggetto: "L.R. 5 DICEMBRE 1977, N. 56, e successive modifiche ed integrazioni SPECIFICHE TECNICHE per l'elaborazione degli STUDI GEOLOGICI a supporto degli STRUMENTI URBANISTICI".

Dovendo il Comune dotarsi di un nuovo Piano Regolatore, si rende necessaria la realizzazione di indagini geologiche approfondite, conformi alla normativa vigente; a tal fine lo scrivente tecnico incaricato ha proceduto alla redazione degli elaborati geologici necessari, i quali hanno recepito anche i precedenti studi effettuati sul territorio da vari Professionisti ed Enti.

Le indagini condotte e gli elaborati conseguenti sono pertanto conformi a quanto previsto dalla circ. "7LAP" per quanto riguarda le fasi I e II e più precisamente:

1) (PRIMA FASE della 7/LAP) Le indagini geologiche ed idrogeologiche espletate hanno riguardato la raccolta e l'analisi di tutti gli elementi di carattere geolitologico, geomorfologico, idrogeologico, idrologico, ecc. per consentire una valutazione oggettiva della propensione al dissesto dell'intero territorio comunale e hanno condotto alla produzione dei seguenti elaborati, a scala 1:10.000:

- 1) - Carta geologica
- 2) - Carta geomorfologica e dei dissesti, della dinamica fluviale e del reticolato idrografico minore
- 3) - Carta delle Opere idrauliche
- 4) - Carta dell'acclività
- 5) - Carta geoidrologica
- 6) - Carta litotecnica

2) (SECONDA FASE della 7/LAP) - In questa fase la valutazione della tipologia e della quantità dei processi sulla base dei dati precedenti ha condotto alla zonazione dell'intero territorio comunale per aree omogenee dal punto di vista della pericolosità geomorfologica intrinseca, indipendentemente dai fattori antropici.

Tale indagini hanno portato alla produzione dei seguenti elaborati, a scala 1:10.000:

- 7) Carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica.

1.2 RICERCA STORICA E BANCA DATI GEOLOGICA

Come prescritto dalla sopra citata circ. 7/LAP sono state eseguite delle ricerche storiche e si è consultata la Banca dati Geologica per quanto riguarda gli eventi calamitosi che riguardano il territorio comunale.

Va detto che l'archivio comunale non ha restituito dati e segnalazioni rilevanti, se non per quanto riguarda le segnalazioni già presenti nelle schede Processi-effetti della Banca Dati Geologica regionale, relativamente ad un movimento gravitativo presso la strada che collega Maggiora con Borgomanero (1905).

Inoltre da interviste effettuate presso gli Amministratori comunali residenti nel Comune, che potevano ricordare eventi degli

ultimi 100 anni per testimonianza diretta od indiretta, si è potuto esclusivamente confermare l'evento precedentemente citato e un secondo verificatosi nel 1968 presso la frazione di S. Caterina (frana), anch'esso riportato nelle schede Processi-effetti della Banca Dati.

Non è stato invece possibile precisare l'ubicazione e gli effetti del terzo evento riportato nella Banca Dati, in quanto mancano riferimenti e testimonianze, oltre al fatto che le coordinate riportate risultano generiche all'interno del Comune.

Queste segnalazioni hanno contribuito alla stesura delle carte tematiche e nella individuazione di alcune aree soggette a rischio all'interno del territorio comunale.

Una copia delle schede Processi-effetti è stata riportata nell'elaborato G3.

1.3 MOSAICATURA E COMPATIBILITÀ CON I PRGC DI COMUNI LIMITROFI

Sono stati confrontati i risultati del presente studio con quelli analoghi sviluppati o in fase di sviluppo nei comuni limitrofi.

Generalmente si è constatato che i comuni aventi già elaborati geologici conformi alla circ. 7/LAP, sia perché in variante al PRGC o perché in fase di adeguamento al PAI, presentano una certa conformità nel tipo di analisi effettuata, che ha di conseguenza portato ad una quasi simile classificazione di sintesi, se si eccettuano alcune aree montane che per il territorio di Maggiore sono state considerate in classe III, mentre zone viciniori hanno avuto classificazioni meno penalizzanti.

1.4 OSSERVAZIONI EMERSE DURANTE GLI INCONTRI INTERDISCIPLINARI CON I SETTORI REGIONALI

Gli elaborati geologici presentati sono stati redatti recependo le osservazioni emerse durante gli incontri interdisciplinari svoltisi presso il Settore Urbanistico Territoriale della Regione Piemonte - Area Provincia di Novara nelle seguenti date:

- 1° incontro, 4 settembre 2003;
- 2° incontro 7 ottobre 2004.

I pareri formulati nel 1° incontro risultavano già recepiti negli elaborati tecnici trasmessi dal Comune in data 14/01/04, mentre a seguito del 2° incontro sono stati affrontati i seguenti punti:

- sono stati corretti gli errori materiali presenti nelle carte e nella precedente Relazione geologica;
- sono state corrette le definizioni delle frane (elab. G1, G4, tav. 2 e tav. 7);
- sono state segnalate le soggiacenze della falda presso i pozzi comunali (tav. 5);
- è stata associata al torrente Sizzone una area di esondabilità su base geomorfologica di pericolosità molto elevata Ee;
- sono state adeguate le perimetrazioni delle sottoclassi III B in relazione ai diversi gradi di pericolosità riscontrati (tav. 7);
- sono state adeguate le norme di Attuazione in funzione delle modifiche degli elaborati effettuate.

Per quanto riguarda la perimetrazione delle fasce di rispetto dei corsi d'acqua non demaniali non sono state eseguite delle modifiche cartografiche nella carta di Sintesi (tav. 7) in quanto la scala 1.10.000 risulta di poco dettaglio; tale perimetrazione si rimanda ad una carta di maggior dettaglio su base catastale. Per i corsi d'acqua non demaniali vigono comunque le prescrizioni riportate nei §§ 5.6 e 5.8.

2 GEOLOGIA

2.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

il Comune di Maggiora fa parte della provincia di Novara e si colloca nella parte settentrionale del suo territorio, relativamente vicina alle province di Vercelli, VCO e Varese, a pochi chilometri dal lago D'Orta e dal lago Maggiore; l'estensione della superficie comunale è di 10,67 Km² circa, confinando con i seguenti Comuni: Gargallo, Valduggia, Boca, Cureggio e Borgomanero.

Dal punto di vista cartografico il territorio risulta compreso nelle seguenti carte ufficiali:

Carta d'Italia I.G.M.I. (scala 1: 25.000):	Foglio 30, tav. Gozzano II SE;
Carta Tecnica Regionale (scala 1: 10.000):	Sezioni 094050 – 094060 – 094090 - 094100

Dal punto di vista morfologico il territorio comunale è contraddistinto dai seguenti aspetti salienti:

- una parte collinare e montana, per lo più rocciosa, data da rilievi di media altezza (la cima più elevata è il Monte Ovagone con 730 m s.l.m.); queste aree sono disabitate anche se persistono attività agricole e di estrazione mineraria;
- un terrazzo subpianeggiante di origine fluvio-glaciale posto a quote intorno i 370-380 m s.l.m. ed inciso dal torrente Sizzone; su di esso si collocano la maggior parte degli abitati e delle attività economiche;
- il fondovalle inciso del torrente Sizzone (350-300 m s.l.m.) scarsamente antropizzato.

2.2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO REGIONALE

Dal punto di vista geologico, il territorio comunale di Maggiora è compreso nel settore occidentale delle Alpi meridionali, all'interno della formazione del Massiccio dei Laghi.

La situazione paleogeografica dell'area ha visto il susseguirsi di molteplici fenomeni geologici a partire dal Paleozoico; durante il Permiano la zona era caratterizzata da un esteso vulcanismo di tipo acido, a carattere prevalentemente esplosivo che ha portato alla formazione di uno zoccolo di rocce ignee estendentesi da Biellese al Varesotto; tali rocce vennero messe in posto da violente eruzioni sottoforma di lave e prevalenti depositi ignimbrici, generati da nubi ardenti che discendevano dai coni vulcanici coprendo il territorio circostante in maniera non uniforme; questo meccanismo di messa in posto si traduce in una disomogeneità degli spessori dello zoccolo vulcanico che pure arriva a misurare in alcune zone più di 300 metri di potenza complessiva.

Su questo basamento si impostarono fenomeni erosivi e deposizionali collegati prima con l'impostarsi di un imponente reticolo fluviale e poi con l'ingressione marina della Tetide, che durante tutto il Mesozoico portò alla formazione di potenti successioni calcaree; di tali successioni rimangono tuttavia soltanto lembi isolati in blocchi dall'attività tettonica e sfuggiti alla successiva erosione.

Il ritiro del mare Mesozoico coincide con l'orogenesi alpina, i cui fenomeni interessano secondariamente questo settore, se si escludono gli effetti tettonici (sollevamento, attivazione di faglie, fratturazione degli ammassi rocciosi, ecc.). Non ci sono evidenze, nel territorio di Maggiora di depositi ascrivibili al Giurassico ed al Cretaceo, né al Terziario sino al Pliocene, a causa della combinazione dei fenomeni erosivi e tettonici che hanno portato allo smantellamento di diverse centinaia di metri di depositi.

Il sollevamento della catena alpina è accompagnato nel Pliocene da ingressioni e regressioni marine e più recentemente nel Quaternario dalle pulsazioni glaciali. Durante il Pliocene un vasto bacino marino interessa le valli alpine permettendo la deposizione di consistenti successioni sedimentarie, che vengono successivamente ricoperte da depositi di tipo continentale. Tali depositi vengono successivamente incisi dai torrenti e dai fiumi alpini, nonché modellati e in parte ricoperti dai ghiacciai, che a loro volta sedimentano sottoforma di morene e/o depositi fluvioglaciali una notevole mole di materiali di asporto del substrato roccioso.

Dal punto di vista della classificazione delle litologie presenti, si riconoscono unità cristalline della Serie dei Laghi, unità

sedimentarie Mesozoiche, depositi Pliocenici e depositi Quaternari.

La Serie dei Laghi è una formazione che fa parte del Massiccio dei Laghi, separata a N dalla zona Ivrea-Verbanò da un lineamento tettonico costituito dalle linee Cossato – Mergozzo – Brissago e Pogallo ed estendentesi fino al margine della pianura padana. La Serie dei Laghi è suddivisa a sua volta in due subunità litologiche inframezzate da una banda di anfiboliti e subordinate ultramafiti, diretta quasi E-W: la zona Strona-Ceneri a N, e gli Scisti dei Laghi a S; questi ultimi sono il substrato delle coperture Permo Mesozoiche.

Nel settore in esame la Serie dei Laghi è rappresentata dalle Vulcaniti Permiane, che costituiscono una vasta fascia di affioramenti rocciosi di origine vulcanico effusiva comprendente vari litotipi fra i quali lave, tufi, breccie ed ignimbriti, di carattere prevalentemente acido. Nel gergo locale vengono detti "porfidi" e si rinvengono spesso fratturati in superficie, talora ricoperti da un debole strato di suolo spesso derivante dall'alterazione degli stessi.

Le unità sedimentarie mesozoiche sono formate da calcari dolomitici e dolomie, di colore bianco giallastro, talora marcatamente sabbiose, talora più pure. Nel territorio comunale di Maggiora, in particolare, affiorano i calcari triassici appartenenti alla Formazione della Dolomia di San Salvatore, ascritti al Ladinico (Triassico Medio), caratteristici depositi di piattaforma carbonatica (mare caldo e poco profondo), direttamente correlabili con i vicini, seppur non contigui, affioramenti del Monte Fenera. A Maggiora i carbonati giacciono in contatto tettonico con le adiacenti vulcaniti permiane separate da due faglie a direzione NNE-SSW che isolano tettonicamente l'intero blocco a nord lasciando invece aperta la sua prosecuzione al di sotto dei depositi quaternari verso Sud.

I depositi Pliocenici sono costituiti da sabbie ed argille sabbiose di origine continentale e marina. Si tratta infatti di deposizioni conseguenti la parziale sommersione di queste aree da parte del mare durante il Pliocene, con le caratteristiche sequenze regressive indicanti un ambiente lagunare che fa posto a quello litorale e deltizio. Caratteristici di questa unità sono i sedimenti di tipo marnoso e argilloso di colore azzurro-verde, talora con livelli conglomeratici e sabbiosi. Ai litotipi più marcatamente argilloso spesso si accompagna una ricca malacofauna e talora abbondanti resti di vegetali terrestri carbonizzati a testimonianza di un ambiente assai prossimale, vicino alla terra emersa.

I depositi quaternari si possono distinguere fra alluvioni antiche e recenti.

Le prime formano l'ampio terrazzo sul quale si colloca l'abitato di Maggiora, e sono riferibili al Pleistocene inferiore (Villafranchiano inf. - Mindel). Sono costituite da terreni alluvionali, di tipo sostanzialmente conglomeratico, profondamente alterati e ferrettizzati.

Le alluvioni recenti si rinvengono sul fondo dei solchi vallivi, a ridosso dei corsi d'acqua attuali e nelle loro adiacenze sottoforma di terrazzi diversi e sono rappresentati in prevalenza da depositi terrigeni da conglomeratici a sabbiosi; esse formano le vaste aree pianeggianti in prossimità del Torrente Sizzone.

2.3 GEOMORFOLOGIA

La configurazione geomorfologica dell'area, più che da fattori tettonici regionali, sembra imputabile all'azione preponderante di due agenti morfologici: quella dei ghiacciai e soprattutto in seguito, a quella di corsi d'acqua, abbinata e conseguente a fattori climatici. Si tratta pertanto di una morfologia di derivazione epigenetica recente, in quanto il reticolo idrografico attuale sembra ricalcare quello prequaternario.

L'antico substrato prequaternario è stato quindi rimodellato e arricchito di nuovi depositi prevalentemente sciolti, a loro volta rimaneggiati da fenomeni geomorfologici dominati dall'alternanza dei periodi glaciali e dagli agenti atmosferici.

Sui rilievi maggiormente acclivi affiorano le rocce del substrato (vulcaniti) mentre le zone a debole pendenza o subpianeggianti sono caratterizzate da depositi fluvioglaciali o alluvionali; nel complesso spiccano pertanto il terrazzo morfologico dove si colloca l'abitato principale di Maggiora e l'incisione del torrente Sizzone, elementi rinvenibili chiaramente dalle foto aeree e dall'esame della cartografia a scala regionale. Il passaggio tra il ripiano principale e il fondovalle inciso dai corsi d'acqua è sottolineato da un orlo morfologico di varia elevazione, che talora assume un aspetto di scarpata alta alcune decine di metri, con possibile arretramento del bordo a causa dell'erosione basale.

Tra le formazioni che non generano particolari morfologie rilevabili a grande scala possono invece inserirsi i depositi carbonatici mesozoici, costituenti una lente incassata e delimitata tra due faglie, e i depositi pliocenici, affioranti residualmente alla base dei depositi fluvioglaciali solo nella parte sud-orientale del territorio comunale.

L'alterazione e l'erosione operata dagli agenti atmosferici ha permesso anche la formazione di strati di alterazione delle rocce e dei depositi sciolti in posto, con la formazione di livelli talora interessanti dal punto di vista minerario, come dimostrato dalla presenza sul territorio di numerose attività estrattive. Oltre a questi depositi pregiati, generalmente si

possono rilevare frequentemente deboli spessori di materiale eluvio-colluviale, soprattutto nelle zone occupate dalle vulcaniti.

Tali prodotti sciolti hanno permesso in passato il terrazzamento delle colline da parte dell'uomo per scopi agricoli; i versanti interessati risultano pertanto ulteriormente stabilizzati dalle opere di contenimento (muretti a secco), oggi in parte abbandonati.

2.4 CAVE E MINIERE

Il territorio di Maggiora risulta intensamente sfruttato dal punto di vista estrattivo con attività pluricentinarie, che si sono protratte e sviluppate industrialmente nel secolo scorso fino a raggiungere le attuali configurazioni. Oltre alle attività ancora in corso sono evidenti le testimonianze delle passate coltivazioni, con aree dismesse ora recuperate per altre destinazioni, per lo più di carattere turistico-ricreativo.

Le concessioni minerarie riguardano diverse tipologie di estrazione che vanno dai materiali inerti per le opere civili ai minerali argillosi per l'industria della ceramica; in particolare le attività oggi concesse sono 5, ovvero 2 concessioni minerarie per minerali di feldspato, caolino bentonite argille per porcellana ecc., 1 concessione di cava per estrazione di porfido riolitico come pietrisco e materiali per l'edilizia, una cava di materiale calcareo per la produzione di materiali edilizi premiscelati e una cava di argilla per laterizi.

Le unità geologiche impegnate nello sfruttamento sono diverse: innanzi a tutto il basamento cristallino vulcanico costituito dalle rocce riolitiche ed ignimbritiche permiane con i loro orizzonti lenticolari di alterazione ricchi di minerali argillosi; le rocce carbonatiche appartenenti alla copertura sedimentaria mesozoica; i depositi fluvioglaciali mindelliani nella parte superficiale caratterizzata da argille e sabbie alterate.

2.5 VERIFICA IDRAULICA DI ALCUNE SEZIONI DEL TORRENTE SIZZONE

Sono state verificate alcune sezioni critiche del torrente Sizzone, ovvero due sezioni poste in corrispondenza dei nuclei frazionali più limitrofi al corso d'acqua (fig. 1). Le verifiche sono state compiute utilizzando i coefficienti pluviometrici elaborati dal PAI, per tempi di ritorno di 100-200-500 anni.

2.5.1 Caratteristiche del torrente Sizzone

Il torrente Sizzone è il principale corso d'acqua che interessa il comune di Maggiora ed estende il suo bacino prevalentemente in zone collinari a partire dal Monte Fenera, con una quota massima intorno ai 828 m s.l.m. Il suo alveo nella parte collinare scorre su un substrato roccioso e con un'asta piuttosto rettilinea ed incisa, mentre presso le zone pianeggianti divaga su estesi depositi alluvionali, con un andamento meandriforme.

Dal punto di vista delle pendenze dell'asta (i) nel tratto collinare si ha una $i = 5\%$ circa, mentre nel tratto pianeggiante la $i = 1\%$ circa; nella parte incisa in roccia vi sono alcuni tratti a pendenza maggiore dovuta a salti o piccole cascate, determinate dalla diversa modalità di erosione dei litotipi affioranti.

2.5.2 Sezioni di verifica

Le sezioni di verifica adottate nel presente studio sono poste in corrispondenza di tratti significativi del torrente Sizzone, ovvero in prossimità di alcuni nuclei frazionali (fraz. Fornaci e S. Caterina, poiché risulta significativo verificare se le portate di piena possono coinvolgere o meno gli abitati presenti).

La sezione A è posta immediatamente a monte della frazione Fornaci ed interessa un tratto di corso d'acqua confinato da scogliere in massi ciclopici appena ultimate ed in buono stato di conservazione (fig. 2).

La sezione B è posta immediatamente a monte della frazione S. Caterina sul torrente Sizzone e corrisponde al ponte stradale che collega la frazione con la strada per Borgomanero (fig. 2).

2.5.3 Portate smaltibili dalle sezioni esaminate

La portata smaltibile (Q_{sm}) costituisce la massima quantità fluida che può fluire da una data sezione di alveo in un certo

periodo di tempo. Essa è individuata dalla formula $Q_{sm} = V \cdot A$, dove V è la velocità dell'acqua e A è l'area della sezione considerata.

Per il calcolo della velocità si utilizza la nota formula di Chézy, valida per il moto uniforme nei canali, ma estendibile anche a corsi d'acqua di questo tipo:

$$V = \chi \cdot \sqrt{R \cdot i}$$

dove χ è il coefficiente di Chézy, che dipende dalla scabrezza del canale e dal raggio idraulico. Tra le varie espressioni di χ utilizziamo quella proposta da Gauckler-Strickler: $\chi = k \cdot \sqrt[6]{R}$, con k coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler; R = raggio idraulico; i = pendenza del fondo dell'alveo nel tratto precedente la sezione;

Nella seguente tabella viene riportata la Q_{sm} ricavata per le varie sezioni d'alveo; le aree di smaltimento sono calcolate utilizzando la superficie totale di smaltimento ad esclusione della sezione B dove si è valutata anche la portata smaltibile con un franco di 1 m (B2); il coefficiente di scabrezza è cautelativo:

n. sez	A (m ²)	P (m)	R (m)	i	k	χ	V (m/s)	Q (m ³ /s)
A	15,45	12,96	1,192	0,03	30	30,892	5,842	90,259
B1	54,05	32,40	1,668	0,01	30	32,671	4,220	228,078
B2	42,55	18,90	2,251	0,01	30	34,345	5,153	219,270

2.5.4 Tempi di corrivazione presso le sezioni esaminate

Si intende come tempo di corrivazione, rispetto ad una determinata sezione di un corso d'acqua, il tempo necessario affinché una particella d'acqua, caduta nel punto idraulicamente più lontano del bacino, possa far sentire il suo effetto nella sezione stessa.

Per il calcolo del tempo di corrivazione (t_c) si applica la formula del Giandotti (1934):

$$t_c = \frac{4 \cdot \sqrt{S} + 1.5L}{0.8 \cdot \sqrt{H_m}}$$

dove:

t_c = tempo di corrivazione, in ore

S = superficie del bacino, in Km²

L = lunghezza dell'asta principale del bacino, estesa sino allo spartiacque, in Km

H_m = altezza media del bacino rispetto alla sezione di chiusura, in m.

Nella seguente tabella vengono riportati i tempi di corrivazione (t_c) calcolati per le varie sezioni esaminate, dove sono inoltre riportate le superfici dei bacini (S), la lunghezza dell'asta principale sino alla sezione considerata (L) e le altezze massime, minime e medie del bacino (H):

n. sez	S (km ²)	L (km)	H _{max} (m slm)	H _{min} (m slm)	H _{med} (m slm)	t_c (ore)
A	15,775	10,939	828	335	540,1	1,737
B	17,314	11,375	828	332	538,6	1,815

2.5.5 Analisi pluviometrica

Per i calcoli idraulici si sono utilizzate le precipitazioni di massima intensità oraria ricavate dagli studi per l'elaborazione del PAI effettuati a cura dell'Autorità di Bacino del Fiume Po, utilizzando i dati desunti dalle analisi climatiche delle stazioni di misura esistenti sul territorio, rapportate alla zona di indagine; la stazione più vicina è risultata quella di Borgomanero.

I dati PAI indicano direttamente i *coefficienti di possibilità climatica* per determinati tempi di ritorno, utili alla determinazione

delle *curve di possibilità climatica*; tali curve sono descritte dalla nota equazione del tipo:

$$h = a \cdot t^n$$

dove :

h = precipitazione max relativa ad una certo tempo per un dato Tr, in mm

t = durata della pioggia, in ore

a, n = valori caratteristici dei *coefficienti di possibilità climatica* un dato luogo e per un dato Tr.

Per l'area in esame sono risultati i seguenti valori a ed n delle curve di possibilità pluviometrica:

	tempi di ritorno (anni)		
	100	200	500
a	68,26	74,57	82,90
n	0,329	0,326	0,323

2.5.6 Determinazione delle precipitazioni critiche

Il calcolo delle precipitazioni critiche (h_c) è stato effettuato utilizzando le curve di possibilità pluviometrica ricavate dall'analisi delle precipitazioni e assegnando a t il valore del tempo di corrivazione ($h_c = a \cdot t_c^n$); tale ipotesi rappresenta la situazione limite per cui tutto il bacino, sia pure per un solo istante, contribuisce al deflusso con la pioggia di durata minima e perciò intensa. Questa risulta dunque la condizione critica agli effetti del valore della portata.

Nella seguente tabella vengono riassunti i valori di precipitazione critica ricavati presso le varie sezioni:

n. sez	tc (ore)	precipitazione critica (mm)		
		Tr 100	Tr 200	Tr 500
A	1,737	81,86	89,28	99,09
B	1,815	83,06	90,57	100,51

2.5.7 Valutazione delle portate di piena per assegnata frequenza probabile

Per il calcolo delle portate di piena probabili (Q_x) di una certa frequenza, viene utilizzato un metodo analitico detto metodo *cinematico*. Esso propone come formula di riferimento la seguente *formula razionale*:

$$Q_x = \frac{c \cdot h_c \cdot S}{3.6 \cdot t_c}$$

dove:

c = coefficiente di deflusso, dipendente dalla natura dei terreni, dall'estensione e dal tipo di copertura vegetale e dal grado di saturazione dei terreni al momento della precipitazione.

S = area del bacino, in Km²

t_c = tempo di corrivazione, in ore

h_c = precipitazione massima verificatasi nel t_c, in mm

Il valore di c è stato ricavato applicando le tabelle proposte dalla F.A.O. (1976) al territorio del bacino.

Nella seguente tabella vengono riportati i valori di portata di piena per assegnati tempi di ritorno (100, 200 e 500 anni):

n. sez	c	portate di piena (m ³ /s)		
		Tr 100	Tr 200	Tr 500
A	0,374	77,230	84,230	93,484

B	0,390	85,811	93,576	103,843
---	-------	--------	--------	---------

2.5.8 Esiti delle verifiche

Dall'esame dei risultati ottenuti dalla precedente analisi si possono trarre le seguenti conclusioni:

la sezione A risulta verificata per piene con T_r fino a 200 anni, mentre non è verificata per piene con $T_r = 500$ anni;

la sezione B risulta ampiamente verificata per portate pari almeno ad un $T_r = 500$ anni, sia per quanto riguarda la sezione totale che per quella con un franco di sicurezza di 1 metro.

Figura 1 - Ubicazione sezioni di verifica - scala 1/10.000

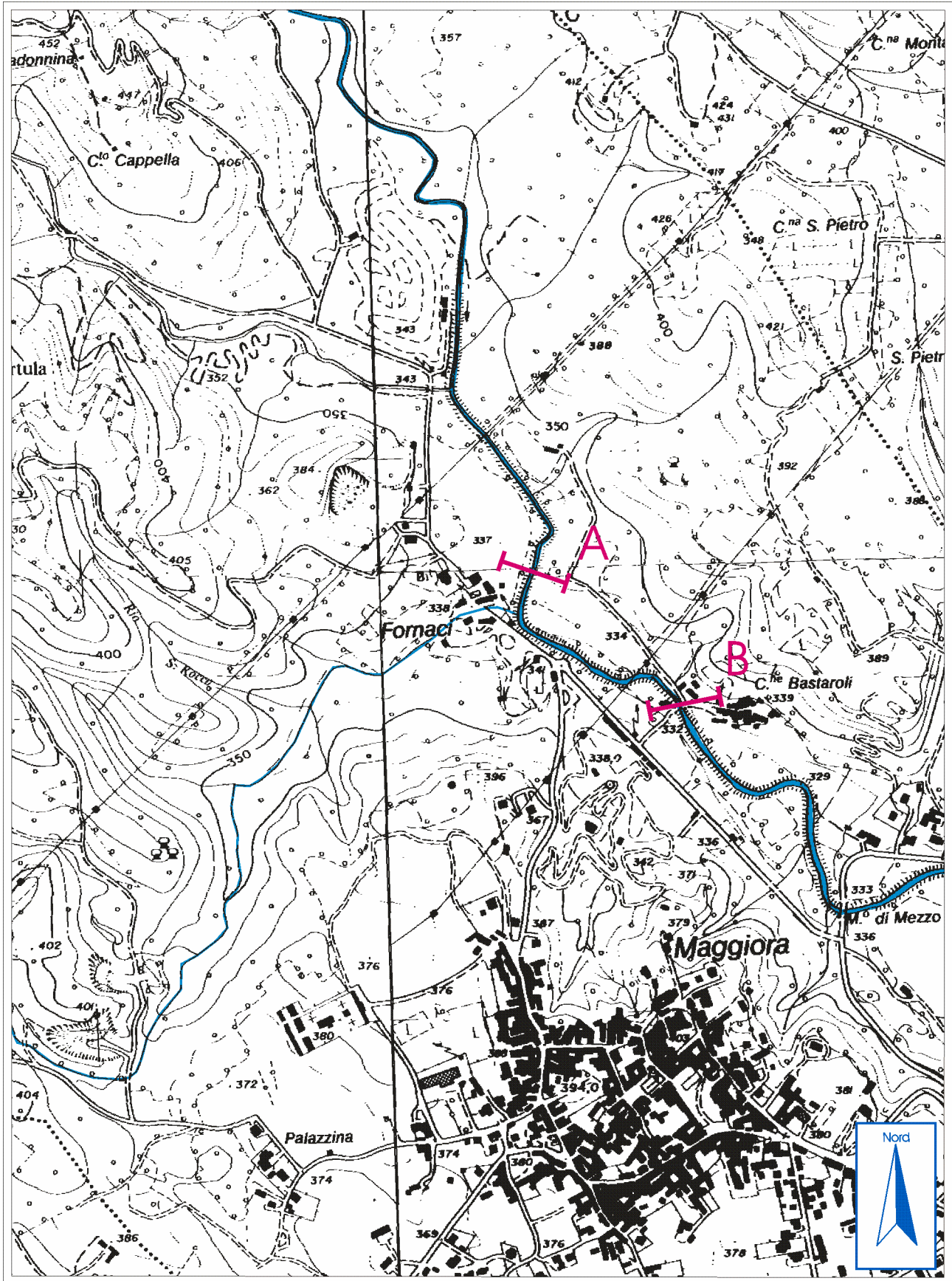
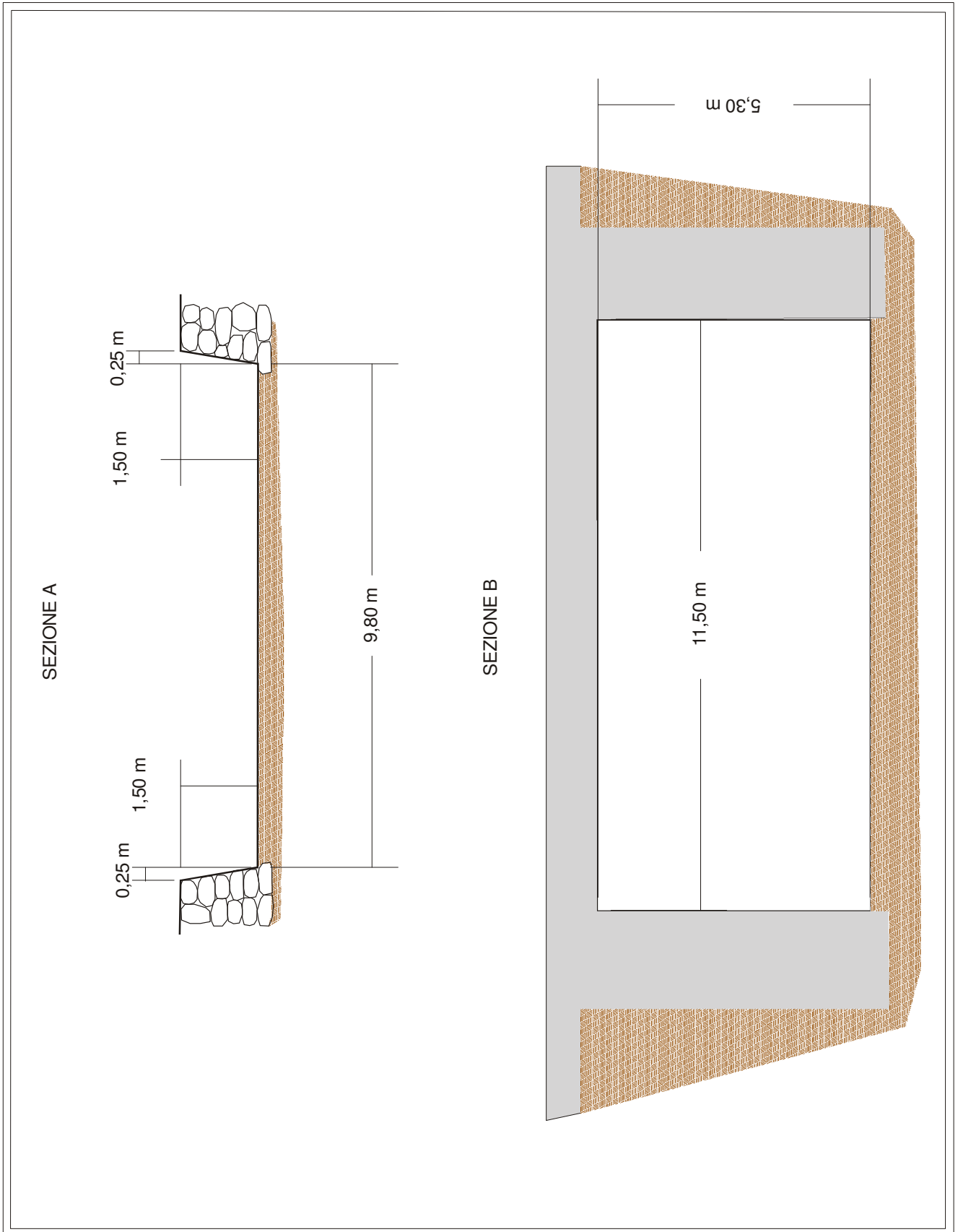


Figura 2 - Sezioni di verifica sul torrente Sizzone - scala 1:100



3 CARTOGRAFIA TEMATICA

La cartografia tematica di analisi è stata sviluppata attraverso fasi a progressivo dettaglio ed affinamento; si è proceduto inizialmente all'osservazione delle foto aeree disponibili, nonché della cartografia di carattere generale, sia geologica che topografica, utile per la valutazione di insieme; contemporaneamente si sono raccolti i dati provenienti da precedenti studi effettuati nell'area (PAI, Banca Dati Geologica, ecc.).

Successivamente si è proceduto al rilievo di campagna, svolto dapprima per riconoscere le litologie presenti e gli elementi geomorfologici salienti del territorio, in seguito dettagliando e approfondendo ulteriormente le problematiche geologiche emerse. Ha completato il rilevamento sul terreno il censimento delle opere idrauliche, effettuato secondo le metodologie SICOD, che ha permesso di verificare eventuali criticità dovute al reticolato idrografico minore.

La base topografica utilizzata per la cartografia tematica è costituita dalla *Carta Tecnica Regionale*, in scala 1:10.000, aggiornata con gli elementi topografici desunti dalla mosaicatura dei fogli di mappa catastali.

Per quanto riguarda il reticolato idrografico esistente, a seguito del rilievo sul terreno, sono stati distinti i corsi d'acqua secondo le seguenti categorie (riportati su tutte le carte tematiche):

- corso d'acqua naturale;
- corso d'acqua tombinato;
- canale di derivazione attivo: canale di derivazione e opere di derivazione attive, deflusso permanente di acque;

3.1 CARTA GEOLOGICO-STRUTTURALE

Il rilievo geologico è stato sviluppato con adeguato dettaglio su tutto il territorio comunale; di valido supporto per la stesura della carta, soprattutto nella definizione dell'assetto geologico generale, è stato il Foglio n° 30 Varallo e il Foglio n° 31 Varese della *Carta Geologica* d'Italia, in scala 1: 100.000 nonché la *Carta Geologica dei Graniti dei Laghi*, in scala 1: 50.000, di A. Boriani, L. Burlini, A. Zappone, M. Ferraris, M. Carmine, A. Sassi, E. Sesana, N. Tolomieri, M. Antoniotti, G. Ginex.

I litotipi presenti nel territorio del Comune di Maggiore sono distinguibili sostanzialmente tra le formazioni sciolte del Quaternario e il basamento vulcanico e sedimentario terziario, mesozoico e paleozoico; al primo gruppo appartengono i *depositi alluvionali recenti ed attuali* e i *depositi fluvioglaciali*, il secondo gruppo è costituito dalle *vulcaniti acide*, dai *depositi pliocenici* e dalle *unità carbonatiche*.

Va precisato che per quanto riguarda il basamento vulcanico e sedimentario esso è stato cartografato come tale anche laddove la roccia risultava subaffiorante, considerando trascurabile la modesta copertura eluvio colluviale.

Verranno qui di seguito descritti in dettaglio i singoli litotipi componenti ciascun gruppo, evidenziandone le caratteristiche litologiche e strutturali.

3.1.1 *Depositi alluvionali recenti ed attuali*

I depositi alluvionali sono quei materiali sedimentati lungo le fasce spondali del torrente Sizzone e dei suoi principali affluenti nella parte non montana; essi sono caratterizzati da spessori variabili di materiale sciolto, perlopiù costituito da sabbie e ghiaie. In particolare si distinguono i seguenti tipi:

- ghiaie poco selezionate con ciottoli e piccoli blocchi, prevalentemente ben arrotondati;
- ghiaie miste a sabbie pulite;
- ghiaie grossolane e piccoli ciottoli debolmente cementate da una matrice sabbiosa fine;
- sabbie medio-grossolane talora con frazioni più fini fino all'argilla.

Escludendo deposizioni di carattere locale e particolare, si può affermare generalmente che i materiali ghiaiosi e sabbiosi aumentano progressivamente la loro cementazione (cioè il materiale fine) allontanandosi dalle aste fluviali attuali; il passaggio fra deposizioni di età successiva è sottolineato da orli morfologici, talora poco pronunciati.

3.1.2 Depositi fluvio-glaciali

I depositi fluvio-glaciali sono in genere costituiti dai materiali sciolti presi in carico dai torrenti progliaciali e depositatisi durante l'arretramento delle masse glaciali a formare la pianura dei fondovalle. Le litologie sono del tutto simili a quelle dei depositi alluvionali, tuttavia con un grado di cementazione tra i clasti talora maggiore, spesso con livelli di alterazione nel tipico ferretto.

Gli orizzonti alterati e superficiali si presentano talora con una facies argillosa o argilloso-sabbiosa, utilizzata anche come materiale industriale per la fabbricazione di laterizi.

I depositi fluvio-glaciali sono disposti su terrazzi morfologici sospesi sul fondovalle inciso dal torrente Sizzone, dal quale sono stati erosi; gli orli di scarpata possono raggiungere altezze anche superiori ai 10 metri, anche se generalmente hanno un'altezza media di qualche metro.

3.1.3 Depositi pliocenici

Questi depositi di origine marina e continentale-litorale si rinvergono alla base dei depositi quaternari, soprattutto ad E e SE del territorio comunale; costituiscono ad esempio parte della scarpata che contraddistingue il terrazzo principale di Maggiora e a monte della confluenza tra il Sizzone di Vergano e il Sizzone di Maggiora.

Litologicamente si possono distinguere due tipologie sedimentarie (dal basso verso l'alto):

- argille sabbiose grigio azzurre, con impronte di foglie, ad intercalazioni ghiaiose, di origine marina litorale;
- sabbie quarzose giallastre, di origine litorale o lagunare deltizia, talora con fossili vegetali continentali.

Data la loro modesta estensione nel territorio in esame non sono interessati da urbanizzazioni importanti, se si eccettua rari edifici rurali isolati.

3.1.4 Unità carbonatiche

Sopra alle vulcaniti permiane si sviluppa un potente sistema di piattaforma carbonatica, esteso a tutto il settore occidentale delle Alpi Meridionali.

Alle unità affioranti è stato attribuito il nome di Dolomia di S.Salvatore (per le coeve unità affioranti nel Luganese). La serie rilevata a Maggiora appartiene al trias medio e superiore ed è costituita da dolomie e calcari dolomitici con locali livelli di breccie intraformazionali (Govi, 1975).

Si tratta di una lente deposizionale delimitata ad W e ad E da linee di faglia che la staccano nettamente dalle unità vicine, di estensione modesta e abbondantemente sfruttata per scopi minerari. Nelle rocce carbonatiche si attestano anche le perforazioni dei pozzi ad uso idropotabile che rinvergono tale unità almeno sino ad una profondità di 124 m dal p.c., che assegna uno spessore complessivo dell'unità dunque superiore ai 300 metri.

3.1.5 Vulcaniti permiane

Il complesso vulcanico affiorante nel territorio comunale appartiene al complesso ignimbrico giallastro e bruno, secondo la classificazione di A. Rittmann, riportata nella "Carta geologica del distretto vulcanico della bassa Valsesia" (Govi 1975). Si tratta di vari litotipi di origine effusiva e in particolare:

- ignimbriti riolitiche chiare a "fiamme"
- tufi riolitici rinsaldati giallastri o rosacei
- lave riolitiche vescicolate violacee a chiazze rosa

Le vulcaniti sono interessate talvolta da fratturazione superficiale pluridirezionale che ne impedisce l'utilizzo come materiali lapidei da costruzione; la tettonizzazione si esplica anche in grande, influenzata da importanti lineamenti tettonici regionali, in parte conseguenti all'orogenesi alpina.

Di notevole importanza risultano le coltri di alterazione superficiale di questi litotipi, che danno origine a piccoli giacimenti di interesse minerario per la buona concentrazione di minerali argillosi.

Gli affioramenti si collocano prevalentemente nella parte montana del territorio comunale e presso le incisioni dei corsi d'acqua, come alla base del terrazzo fluvio-glaciale che sostiene l'abitato di Maggiora.

3.2 CARTA GEOMORFOLOGICA, DEI DISSESTI, DELLA DINAMICA FLUVIALE E DEL RETICOLATO IDROGRAFICO MINORE

L'elaborato cartografico prodotto riporta, sia le forme di erosione e di denudazione, sia quelle di accumulo e di deposito, indicando, altresì, il substrato igneo e sedimentario.

Per la scelta della simbologia si è fatto riferimento alle indicazioni del Servizio Geologico Nazionale illustrate nei Quaderni Serie III, volume IV *Carta geomorfologica d'Italia - 1: 50.000. Guida al rilevamento* a cura del Gruppo di lavoro per la Cartografia Geomorfologica (Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, 1994) e alla *Legenda regionale per la redazione della carta geomorfologica e de dissesto dei P.R.G.C. redatta in conformità alla circolare 7/LAP/96 e successiva N.T.E./99* (edizione giugno 2002) redatta dai Servizi Tecnici di Prevenzione.

Nell'elaborato grafico in esame sono stati distinti fenomeni ed elementi riconducibili alle seguenti categorie:

- Elementi geologico-strutturali;
- Forme di versante dovute alla gravità
- Forme fluviali, fluvioglaciali e dovute al dilavamento dei versanti;
- Forme antropiche;
- Alveo tipi.

Sono stati inoltre classificati i dissesti rilevati secondo le simbologie proposte dalla *Legenda regionale* codificando in particolare le frane.

3.2.1 Elementi geologico-strutturali

Il substrato è dato da rocce ignee prevalentemente massive appartenenti alle vulcaniti permiane, da rocce carbonatiche e da depositi argillosi e marnosi.

Dal punto di vista tettonico l'area in esame presenta dei lineamenti tettonici che delimitano il contatto tra le vulcaniti e le rocce carbonatiche; si tratta di faglie subverticali ad andamento circa N-S, la cui estensione è stata desunta da elementi morfologici e dalle evidenze di rilevamento.

3.2.2 Forme di versante dovute alla gravità

Tutte le frane cartografate e analizzate interessano la scarpata incisa dal torrente Sizzone in sponda destra, sovrastata dal terrazzo fluvioglaciale principale.

Le frane sono state censite secondo la metodologia CARG e siglate secondo la legenda relativa (si veda anche l'elaborato G4 – schede di rilevamento dei processi lungo la rete idrografica e delle frane).

Nello specifico si tratta di 1 frana per saturazione e fluidificazione della copertura detritica superficiale e di 3 colamenti veloci che interessano i depositi pliocenici e i depositi fluvioglaciali; le aree interessate dal distacco e dall'accumulo non sono occupate da edifici od opere, anche se insistono sull'orlo morfologico che delimita il terrazzo dove si colloca l'abitato principale del Comune.

3.2.3 Forme fluviali, fluvioglaciali e dovute al dilavamento dei versanti

Sono state riconosciute le seguenti forme:

- Depositi alluvionali e fluvioglaciali: costituiscono gli affioramenti delle aree limitrofe al torrente Sizzone e del terrazzo principale dove si pone l'abitato di Maggiora, con andamento subpianeggiante debolmente ondulato e spessori variabili, generalmente bordati da orli morfologici.
- Orli di terrazzo morfologico: si tratta degli orli che distinguono i terrazzamenti naturali, formati dalle deposizioni fluviali o fluvioglaciali; la loro disposizione principale è all'incirca allungata parallelamente all'andamento del torrente Sizzone e dei corsi d'acqua maggiori e delimitano soprattutto il terrazzo fluvioglaciale principale; sono stati distinti in base alla loro altezza, ovvero minore o maggiore di 10 metri
- Solchi di ruscellamento concentrato: costituiscono incisioni della superficie topografica dove in occasione delle

precipitazioni si raccolgono le acque superficiali. Essi si rinvergono in corrispondenza dei versanti collinari e convogliano le acque presso il fondovalle dove vengono raccolte dai corsi d'acqua. Nessun ruscellamento interessa invece gli abitati;

- Limite di esondazione del torrente Sizzone: tale limite è stato desunto da elementi geomorfologici ed è associabile ad un indice di pericolosità Ee_A secondo la simbologia della *Legenda Regionale*;
- Dissesti legati alla dinamica torrentizia del Sizzone: sono dissesti di carattere lineare associabili ad un indice di pericolosità Eb_L (pericolosità elevata).

3.2.4 *Forme antropiche*

Le forme di questo tipo comprendono quelle aree del territorio che sono state oggetto di intervento antropico e in più precisamente:

- Nicchie di cava o miniera attive: sono i fronti di estrazione ancora utilizzati;
- Aree di cava o miniera attive: sono le aree di estrazione e di servizio delle cave ancora attive;
- Nicchie di cava o miniera abbandonate: sono i fronti delle cave abbandonate;
- Aree di cava o miniera abbandonate: sono le aree di estrazione e di servizio delle cave non più utilizzate per scopi estrattivi, ma abbandonate o in fase di recupero per altri scopi;
- Area di discarica abbandonata: area utilizzata come discarica fino al 1982, successivamente abbandonata;
- Versanti con terrazzamenti antropici integri: sono aree di versante stabilizzate da muretti in pietra di altezza variabile, ancora in buono stato di conservazione; essi sono impostati su materiale sciolto di natura detritica o glaciale e ospitano spesso coltivazioni a vite;
- Lago artificiale: sono piccoli specchi d'acqua ricavati da ex cave per inerti, ora utilizzati per pesca sportiva

3.2.5 *Alveo tipi*

In base alle caratteristiche geomorfologiche degli alvei si possono distinguere:

Tipo A: tronchi di corsi d'acqua (pendenze medie uguali o superiori al 6%) con alvei incisi in roccia o in depositi eluvio-colluviali, talora alluvionali.

Processi: accentuata erosione laterale e di fondo; prevalente trasporto solido per trascinamento sul fondo;

Corsi d'acqua: reticolato minore collinare del territorio comunale.

Tipo B: tronchi di corsi d'acqua (pendenze mediamente inferiori al 6%) sviluppati in fondovalle stretti ed incisi in roccia e/o in depositi alluvionali.

Processi: accentuata erosione laterale; abbondante trasporto solido sia sul fondo che in sospensione;

Corsi d'acqua: torrente Sizzone e rivo Vallanzana prima della confluenza con il Sizzone di Vergano.

Tipo C: tronchi di corsi d'acqua (pendenze oscillanti intorno a 0,1%) con alvei poco incisi ad andamento sinuoso regolare.

Processi: trasporto sul fondo e in sospensione, locali erosioni laterali, allagamenti talora anche estesi e deposito di materiali fini;

Corsi d'acqua: Torrente Sizzone dopo la confluenza con il Sizzone di Vergano.

3.3 **CARTA DELLE OPERE IDRAULICHE**

Su questa carta sono state indicate le principali opere idrauliche interessanti il territorio comunale di Maggiora, censite secondo la metodologia riportata nel Sistema Informativo Catasto Opere di Difesa (SICOD) e alle quali corrisponde una relativa scheda tecnica (elaborato G2).

Le schede descrivono l'opera secondo alcuni parametri quali, ad esempio, la tipologia costruttiva, le dimensioni dei

manufatti, la "luce, ecc.

Per quanto riguarda le opere rilevate esse appartengono alle seguenti tipologie

- Soglie;
- Difese spondali;
- Ponti;
- Attraversamenti e guadi;
- Canalizzazioni corsi d'acqua;

Il reticolato idrografico riportato nella cartografia ufficiale è stato verificato sul terreno in quanto si sono riscontrati degli errori di rappresentazione grafica; sono stati in particolare tracciati gli andamenti di quei corsi d'acqua che non presentavano il loro intero sviluppo, per ovviare in tal modo all'incertezza sulla loro zona di origine e sui loro recapiti.

In questa carta è stato riportato il reticolo idrografico superficiale distinto in acque demaniali e in acque non demaniali; le acque nel territorio comunale iscritte negli elenchi delle acque pubbliche (R.D. n. 1285 del 14/08/1920, R.D. n. 1775 del 11/12/1933 e s.m.i.) sono risultate:

- torrente Sizzone;
- rio Campaione;
- rivo Curto;
- rio Vallanzana.

3.4 CARTA DELL'ACCLIVITÀ

La carta delle acclività è stata redatta con l'ausilio del calcolatore elettronico e tramite l'elaborazione di dati digitali attraverso software specifici. Il dato di base utilizzato per l'elaborazione è rappresentato dalla Carta Tecnica Regionale in formato digitale alla scala 1:10000, sottoforma di files vettoriali.

Una volta assemblati i fogli necessari alla copertura del territorio comunale di Maggiora, sono stati quindi isolati i layers contenenti informazioni relative alle curve di livello ed alla loro quota s.l.m.

Dal file così ottenuto si è proceduto alla realizzazione di un modello digitale interpretato con un algoritmo di tipo "Nearest neighbour"; tale modello fornisce la restituzione più attendibile del profilo del terreno interpolando i dati relativi alle isoipse e costruendo una superficie virtuale composta da mesh triangolari; una ulteriore funzione integrata nel software permette in seguito di calcolare, a partire dal modello digitale, l'acclività del territorio; il risultato è stato poi processato in modo da limitare la divisione in classi di acclività come suggerito dalle vigenti normative ed esportato in formato vettoriale (poligonale), in maniera tale da poter essere facilmente posizionato sulla topografia

Secondo tale metodologia il territorio comunale di Maggiora è stato suddiviso in 5 classi di acclività, così distinte:

	Classe di acclività	Pendenza in gradi sessagesimali
1	nulla o molto bassa	0° ÷ 5°
2	bassa	6° ÷ 17°
3	media	18° ÷ 27°
4	medio - alta	28° - 35°
5	alta	> 35°

L'analisi della distribuzione delle classi di acclività permette di distinguere essenzialmente tre zone principali nell'ambito del territorio in esame:

- settori di fondovalle del torrente Sizzone, caratterizzati dalla predominanza di aree pianeggianti-subpianeggianti o ad acclività molto bassa, date dai depositi alluvionali; rappresentano circa il 15% circa del territorio;
- settori terrazzati: costituiti da aree subpianeggianti date da depositi fluvioglaciali; rappresentano il 25% circa del territorio
- settori collinari e montani; sono aree ad acclività da media ad alta, prevalentemente rocciosi, quasi disabitati; rappresentano il 60% circa del territorio.

3.5 CARTA GEOIDROLOGICA

3.5.1 Generalità

La *Carta geoidrologica* rappresenta il territorio comunale sulla base del reticolato idrografico superficiale, dei principali bacini orografici e dei complessi idrogeologici omogenei, nonché delle risorse idropotabili captate.

In funzione delle caratteristiche litologiche e tessiturali delle unità presenti, si è ritenuto opportuno distinguere diversi complessi aventi comportamento geoidrologico omogeneo.

Per quanto riguarda la definizione di complessi idrogeologici omogenei, va considerato che il flusso idrico sotterraneo avviene con modalità ed intensità estremamente variabili, in base al tipo ed al grado di permeabilità.

Le formazioni litoidi hanno una permeabilità di tipo secondario, dipendente dal grado di fratturazione della roccia; uno studio di dettaglio di queste caratteristiche esula dagli scopi del presente lavoro, tuttavia si può affermare che la permeabilità del substrato roccioso sia generalmente caratterizzata da valori bassi o molto bassi, mentre valori relativamente più elevati si hanno in corrispondenza delle zone intensamente fratturate.

I materiali di copertura o deposito sciolto sono invece caratterizzati da una permeabilità di tipo primario, dovuta alla porosità efficace del deposito; la composizione granulometrica ed il grado di addensamento dei depositi sono gli elementi che, in prima approssimazione, permettono di distinguere corpi con diversa permeabilità.

3.5.2 Complessi idrogeologici

Qui di seguito vengono distinti i vari tipi di complessi idrogeologici aventi comportamento omogeneo presenti nel territorio:

- Depositi alluvionali e fluvio-glaciali: possiedono valori di permeabilità primaria alti ($K = 10^{-2} \div 10^{-4}$ m/sec), in funzione della granulometria prevalentemente grossolana che li caratterizza; sono spesso sede di falda acquifera libera, con soggiacenza variabile da 4 a 10 metri dal piano di campagna.
- Depositi argillosi e sabbiosi Pliocenici; sono depositi compatti e fortemente diagenizzati, costituiti in massima parte da argille e sabbie argillose poco permeabili ($10^{-5} - 10^{-9}$ m/sec); data la loro posizione stratigrafica possiedono spessori poco rilevanti ai fini dell'impostazione di una falda di tipo costretto, peraltro possibile esclusivamente nella frazione più sabbiosa.
- Rocce carbonatiche; costituite da calcari, dolomie e arenarie costituenti un complesso carsico più o meno sviluppato, con cavità, condotti e fratturazione a dimensione variabile, influenzanti il deflusso sotterraneo. Permeabilità per fessurazione molto variabile.
- Substrato roccioso: costituito da vulcaniti acide, è caratterizzato da una permeabilità secondaria per fessurazione, dovuta ai diversi sistemi di fratture che interessano le rocce; le fratture intersecandosi tra loro determinano, non solo l'effetto di collettori drenanti, ma anche l'effetto di barriera, che consente la venuta a giorno delle acque sotterranee.
- In queste condizioni si formano acquiferi rilevanti solo dove le rocce sono maggiormente fratturate e tettonizzate, fattore evidenziato dal fitto reticolato idrografico di superficie, che provvede a drenare le acque di precipitazione meteorica e ad intercettare quelle sorgive che scaturiscono dalle fratture nel substrato.

3.5.3 Pozzi per acqua

Nel territorio comunale di Maggiora sono stati perforati 3 pozzi ad uso idropotabile che possiedono in sintesi queste caratteristiche tecniche:

	Pozzo Comunale	Pozzo Fornaci 2	Pozzo Fornaci 3
Numerazione in carta	P1	P2	P3
Anno di perforazione	-	-	1980
Profondità di perforazione da p.c.	92,3 m	124 m	91,50 m
Posizione filtri da p.c.	61-73 m 75-84 m	10-16 m 33-35 m 56-65 m 85-88 m 95-99,5 m 115-118 m	28-34 m 49-55 m 60-66 m 72-78 m
Falda emunta	costretta	Libera-costretta	costretta
Livello statico da p.c.	1,5 m	3,5 m	-

Nella carta geoidrologica sono riportate le fasce di rispetto per queste captazioni (D.p.r. 236/88 e s.m.i.).

È inoltre riportata l'ubicazione di alcuni pozzi privati ad uso non idropotabile, desunta del catasto opere di idriche della Regione Piemonte. L'elenco completo dei pozzi censiti è riportato nella seguente tabella:

n	stato	prof. pozzo (m)	
1	attivo	18	misurata
2	attivo	12,5	misurata
3	attivo	5	stimata
4	attivo	15	stimata
5	inattivo	12	stimata
6	inattivo	6	stimata
7	attivo	3	stimata
8	inattivo	10	stimata
9	attivo	6	stimata
10	inattivo	12	stimata
11	inattivo	10	stimata
12	inattivo	8	stimata
13	inattivo	6	stimata
14	inattivo	10	stimata
15	attivo	10	stimata
16	inattivo	9	stimata
17	attivo	20	misurata
18	inattivo	16	stimata
19	attivo	10	stimata
20	attivo	18	stimata
21	attivo	24	stimata
22	inattivo	12	stimata
23	attivo	7	stimata
24	attivo	8	stimata
25	inattivo	6	stimata
26	attivo	28	stimata
27	inattivo	7	stimata
28	attivo	25	misurata
29	inattivo	10	stimata

n	stato	prof. pozzo (m)	
30	attivo	15	stimata
31	inattivo	16	stimata
32	inattivo	5	stimata
33	inattivo	15	stimata
34	inattivo	12	stimata
35	attivo	30	stimata
36	attivo	10	stimata
37	inattivo	10	stimata
38	attivo	31	stimata
39	attivo	30	stimata
40	attivo	30	stimata
41	attivo	5	stimata
42	inattivo	20	stimata
43	attivo	17	stimata
44	inattivo	16	stimata
45	inattivo	7	stimata
46	attivo	5	stimata
47	inattivo	10	stimata
48	inattivo	15	stimata
49	inattivo	8	stimata
50	inattivo	7	stimata
51	attivo	14	misurata
52	inattivo	5	stimata
53	inattivo	15	stimata
54	attivo	21	misurata
55	inattivo	7	stimata
56	inattivo	22	stimata
57	inattivo	18	stimata
58	attivo	7	stimata

3.6 CARTA LITOTECNICA

Nella *Carta della caratterizzazione litotecnica dei terreni* sono rappresentati complessi litologici omogenei per caratteristiche geotecniche o geomeccaniche; inoltre sono state perimetrare le aree interessate attualmente e in passato dalle attività estrattive.

I diversi litotipi, in base a considerazioni riguardanti caratteri fisici e meccanici, sono stati distinti come segue.

Per quanto riguarda il substrato roccioso i vari litotipi affioranti sono stati riuniti in 2 gruppi:

- rocce prevalentemente massive alle quali appartengono le vulcaniti;
- rocce carbonatiche.

Per i terreni si sono distinti:

- depositi alluvionali e fluvioglaciali;
- depositi argillosi e argilloso sabbiosi compatti.

I parametri fisici e geotecnici indicativi dei litotipi sono stati stimati sulla base del rilievo geologico effettuato, dai dati di letteratura, nonché da prove dirette, in sito e di laboratorio, eseguite su materiali analoghi dagli scriventi e vengono qui di seguito sintetizzati:

Depositi superficiali (Quaternario)	Peso di volume secco γ_d (t/m ³)	Angolo di attrito interno di picco φ (°)	Coesione (t/m ²)
Depositi fluvio-glaciali e depositi alluvionali	1.6 ÷ 2.0	28 ÷ 40	0 ÷ 0.5
Depositi argillosi o argilloso sabbiosi compatti	1.8 ÷ 2.0	20 ÷ 36	0.5 ÷ 10

Formazioni litoidi (pre-Quaternario)	Peso di volume secco γ_d (t/m ³)	Angolo di attrito di base φ_b (°)	Coesione (t/m ²)
Calcari, dolomie e calcari dolomitici	2.2 ÷ 2.7	30 ÷ 40	1 ÷ 4
vulcaniti	2.6 ÷ 3.0	32 ÷ 38	4 ÷ 6

Gran parte dei litotipi affioranti rientrano nelle categorie II e III della *Classificazione Geomeccanica degli ammassi rocciosi* proposta da Bieniawski (RMR), evidenziando caratteristiche geomeccaniche da buone a discrete; solamente in limitate fasce, caratterizzate da intensa fratturazione (fasce cataclastiche) e/o alterazione, gli ammassi denotano parametri più scadenti.

Per quanto riguarda la delimitazione delle aree interessate da attività estrattive sono state riportate le seguenti perimetrazioni:

- *aree di cava o miniera attive*: aree attualmente occupate da attività estrattive e/o servizi connessi (depositi, impianti di trattamento, ecc.);
- *aree di cava o miniera abbandonate*: aree utilizzate in passato da attività estrattive ora abbandonate, in fase di riqualificazione o riqualificate;
- *aree di cava o miniera desunte da foto aeree*: aree oggetto di attività estrattiva desunte dall'osservazione di foto aeree realizzate dalla Regione Piemonte a seguito dell'alluvione 2000;
- *concessioni minerarie*: aree in cui è concessa l'attività mineraria.

4 CARTOGRAFIA DI SINTESI

4.1 CARTA DI SINTESI DELLA PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA ED IDONEITÀ ALL'UTILIZZAZIONE URBANISTICA

Tale carta, prodotta alla scala 1: 10.000 ha lo scopo di sintetizzare i dati raccolti sul territorio e di individuare, al suo interno, aree omogenee sotto il profilo della pericolosità (tipo e quantità di processi geomorfici attivi o potenzialmente attivabili) cui compete, conseguentemente, una diversa propensione all'uso urbanistico, distinta secondo differenti classi di idoneità.

Sulla base di tali principi sono state distinte, in funzione del grado di pericolosità:

- aree tendenzialmente stabili, prive di elementi di pericolosità geomorfologica, adatte all'utilizzazione urbanistica (classe I);
- aree caratterizzate da condizioni di moderata pericolosità geomorfologica, per le quali sono da prevedere moderate limitazioni urbanistiche superabili mediante il rispetto degli accorgimenti tecnici di volta in volta indicati e realizzabili, a livello di progetto esecutivo, nell'ambito del singolo lotto o di un intorno significativo (classe II);
- aree in cui siano stati individuati elementi di pericolosità geomorfologica e di rischio tali da impedirne l'utilizzo, qualora inedificate; nelle porzioni di territorio edificate è consentita la sola manutenzione e ristrutturazione dell'esistente, mentre, la realizzazione di interventi di trasformazione o di nuova edificazione è vincolata all'attuazione di piani di riassetto territoriale locali o globali (classe III: sottoclassi IIIA e IIIB).

Il capitolo 5 riporta la normativa geologico-tecnica alla quale deve essere assoggettato qualunque intervento urbanistico o edilizio, previsto nell'ambito del territorio comunale, in ragione dell'appartenenza ad una delle diverse classi di idoneità urbanistica (§§ da 5.1 a 5.5).

Vengono, inoltre, fissate le norme che definiscono e regolano il rispetto dei corsi d'acqua e delle risorse idropotabili (§§ 5.6-5.7).

Alla fine del paragrafo 5.8 verranno elencate, infine, le prescrizioni di carattere generale, valide per l'intero territorio comunale, indipendentemente dalla classe di appartenenza.

4.1.1 *Settori in cui non sussistono condizioni di pericolosità geologica (classe I)*

Si tratta di porzioni di territorio tendenzialmente stabili dal punto di vista geologico ed idrogeologico, nelle quali quindi non vengono poste particolari limitazioni alle scelte urbanistiche; gli interventi, pubblici e privati, sono di norma consentiti nel rispetto delle prescrizioni del D.M. 11.03.1988.

Rientrano in questa categoria le seguenti aree:

- una vasta fascia pianeggiante posta sul terrazzo fluvioglaciale principale.

4.1.2 *Settori caratterizzati da condizioni di moderata pericolosità geomorfologica (classe II)*

Si tratta di porzioni di territorio nelle quali siano presenti elementi di moderata pericolosità geomorfologica, ben individuabili e circoscrivibili nello spazio ed efficacemente superabili (nell'ambito del singolo lotto o di un intorno significativo) attraverso l'adozione ed il rispetto di modesti accorgimenti tecnici.

Sono incluse in questa classe:

1) aree a bassa acclività e/o terrazzate in cui le condizioni geomorfologiche richiedono una verifica delle condizioni della stabilità locale, allorchè verranno utilizzate per scopi edificativi.

Rientrano in questa categoria:

- le aree di terrazzo fluvioglaciale poste in sinistra idrografica del torrente Sizzone;
- le zone prospicienti gli orli di terrazzo fluvioglaciale in destra idrografica del torrente Sizzone;
- una modesta area collinare terrazzata antropicamente posta sul C.to Cappella.

2) Aree caratterizzate da modeste depressioni morfologiche, con difficoltà di drenaggio e/o soggette a dinamica fluvio-torrentizia per fenomeni di modesta erosione al piede dei corsi d'acqua.

Rientrano in questa categoria:

- ampie fasce pianeggianti o debolmente acclivi nel fondovalle del torrente Sizzone e a ridosso dei versanti collinari;
- alcune aree di cava abbandonate.

4.1.3 Settori in cui sussistono condizioni di pericolosità geologica (classe III)

Si tratta aree in cui siano stati individuati elementi di pericolosità geomorfologica e di rischio tali da impedirne l'utilizzo, qualora inedificate; nelle porzioni di territorio edificate è consentita la sola manutenzione e ristrutturazione dell'esistente, mentre, la realizzazione di interventi di trasformazione o di nuova edificazione è vincolata all'attuazione di piani di riassetto territoriale. Il territorio in classe III è stato distinto a sua volta in due classi:

IIIA: settori inedificati;

IIIB: settori edificati;

La classe III comprende aree direttamente interessate da processi di versante e/o dalla dinamica delle acque (talvolta incanalate artificialmente).

Naturalmente in ogni area possono essere presenti agenti geomorfici di tipo e intensità diversi; si è cercato, comunque, di volta in volta di individuare il processo prevalente o il principale fattore predisponente nel determinare le condizioni di pericolosità.

Aree interessate da processi di versante:

Aree caratterizzate da acclività da media ad elevata, in cui la variazione delle caratteristiche morfologiche avviene con gradualità, passando da fasce a maggiore acclività in corrispondenza di brevi balze e/o versanti con roccia affiorante, a fasce caratterizzate da minore pendenza, ove il substrato roccioso non affiora direttamente perché coperto da materiale di alterazione, da placche di depositi glaciali e/o da materiali detritici.

Rientrano in questa categoria:

- la parte montana del territorio collinare;
- le aree di cava abbandonate o attive in cui persistono fronti soggetti a possibili crolli;
- le scarpate degli orli di terrazzo fluvio-glaciali.

Aree interessate dalla dinamica delle acque:

Alvei attivi dei corsi d'acqua e relative fasce spondali coinvolte in processi di erosione laterale, trasporto solido con possibile deposizione di materiale da fine a grossolano. Aree di fondovalle potenzialmente inondabili da acque a bassa energia.

Fanno parte di queste aree:

- le fasce adiacenti alle tratte a cielo aperto e tombinate dei corsi d'acqua minori;
- le aree morfologicamente coinvolgibili da eventi inondativi del torrente Sizzone.

4.2 DISSESTI

I dissesti rilevati nel territorio comunale sono stati rappresentati nella carta di sintesi secondo le indicazioni della *Legenda Regionale*, sia per quanto riguarda le grafie che per quanto riguarda i relativi codici, distinti nelle categorie *frane* e *dissesti legati alla dinamica fluviale e torrentizia*.

Per quanto riguarda le frane (si veda anche l'elaborato G4) sono state censite 4 fenomeni attivi, 3 di colamento veloce (FA6) e uno di saturazione e fluidificazione della copertura detritica superficiale (FA9).

Per quanto riguarda i dissesti legati alla dinamica fluviale e torrentizia è stata riportata una area esondabile relativa al torrente Sizzone, indicata a pericolosità molto elevata (E_{eA}), desunta su base di indagini geomorfologiche.

4.3 ALTRE SIMBOLOGIE

Nella carta di sintesi sono state inoltre riportate le seguenti perimetrazioni:

- fasce di rispetto dei corsi d'acqua ai sensi del r.d. 523/1904 ¹;
- aree di salvaguardia delle opere di captazione (d.p.r. 236/88 e s.m.i.) ².

Per il significato normativo di queste perimetrazioni si rimanda ai §§ 5.6 - 5.7

¹ Non sono state riportate le fasce di rispetto dei corsi d'acqua non demaniali (5 m) in quanto graficamente di difficile perimetrazione alla scala 1:10.000. Tali fasce verranno evidenziate nella cartografia di Sintesi su base catastale, in scala di maggior dettaglio.

² Si ricorda che in assenza della delimitazione definitiva della zona di rispetto da parte delle Regioni resta comunque ferma l'estensione stabilita ai sensi dell'art. 21, comma 7, del d.lgs. 152/1999, pari a 200 metri di raggio rispetto al punto di captazione o di derivazione.

5 NORMATIVA DI IDONEITÀ GEOLOGICA ALL'UTILIZZAZIONE URBANISTICA

5.1 CLASSE DI IDONEITÀ I

Ai sensi della Circ. P.R.G. 7/LAP, la classe I riguarda "Porzioni di territorio dove le condizioni di pericolosità geomorfologica sono tali da non porre limitazioni alle scelte urbanistiche: gli interventi sia pubblici che privati sono di norma consentiti nel rispetto delle prescrizioni del D.M. 11 marzo 1988".

Per le aree appartenenti a questa classe non sono stati messi in rilievo elementi di pericolosità geomorfologica od idrologica e non si prevedono limitazioni di carattere geoambientale per cui, nel rispetto ed in ottemperanza del D.M. 11 marzo 1988, sono ammessi tutti gli interventi di trasformazione urbanistica tipo **MO, MS, RC, RE, DS, DR, AS, MD, Nca, IC, INI**³

5.2 CLASSE DI IDONEITÀ II

Ai sensi della Circ. P.G.R. 7/LAP, la classe II riguarda "Porzioni di territorio nelle quali le condizioni di moderata pericolosità geomorfologica possono essere agevolmente superate attraverso l'adozione ed il rispetto di modesti accorgimenti tecnici esplicitati a livello di norme di attuazione ispirate al D.M. 11 marzo 1988 e realizzabili a livello di progetto esecutivo esclusivamente nell'ambito del singolo lotto edificatorio o dell'intorno significativo circostante".

Per le aree ascritte alla Classe II si rende, quindi, necessario un approfondimento d'indagine di carattere idrogeologico o geologico-tecnico, sviluppato secondo le direttive del D.M. 11.03.1988 e mirato all'individuazione, alla progettazione ed alla realizzazione degli interventi tecnici necessari ad annullare la situazione di moderata pericolosità geomorfologica e a superare le limitazioni di carattere urbanistico.

La procedura sarà articolata nel modo seguente:

Prima del rilascio della Concessione edilizia per nuove costruzioni, il richiedente dovrà produrre dichiarazioni nelle quali professionisti abilitati in materia, a seguito di indagini geognostiche, geotecniche ed idrogeologiche, certifichino, in relazione alla natura del terreno interessato dalla costruzione e con riferimento al progetto delle strutture relative all'edificio ed alla sistemazione del terreno, il rigoroso rispetto delle condizioni di sicurezza.

Tale indagine, composta da una parte analitica e da una sintetica, dovrà includere un rilievo geologico-geomorfologico di campagna a scala operativa (1: 1.000 o 1: 500) e una relazione in cui si definiscano:

- le caratteristiche litologiche delle formazioni geologiche affioranti e la loro tendenza evolutiva dal punto di vista geologico-tecnico;
- la giacitura dei limiti formazionali, delle superfici di strato o di foliazione e delle superfici di discontinuità e le condizioni di equilibrio degli ammassi rocciosi in relazione agli interventi previsti;
- la valutazione qualitativa e quantitativa delle coperture dei materiali incoerenti o pseudocoerenti in piano ed in pendio e la stima delle loro condizioni di equilibrio;
- le caratteristiche idrogeologiche con individuazione di eventuali falde, definizione del grado di permeabilità delle singole formazioni, localizzazione delle vie d'infiltrazione, definizione del reticolo idrografico superficiale ed, infine, valutazione delle portate di massima piena (tempi di ritorno di 100 e/o 200 anni) nel caso in cui l'intervento sia prossimo ad un corso d'acqua;
- indicazioni sulle interazioni tra le opere da realizzarsi e quanto già esistente nelle aree circostanti;
- elaborati grafici e dati di calcolo relativi ai punti di cui sopra.

³ *MO: manutenzione ordinaria; MS: manutenzione straordinaria; RC: restauro e risanamento conservativo; RE: ristrutturazione edilizia; DS: demolizione senza ricostruzione; DR: demolizione con ricostruzione; AS: ampliamenti e sopraelevazioni; MD: modifica di destinazione d'uso; Nca: nuova costruzione fabbricati accessori; IC: interventi di completamento; INI: interventi di nuovo impianto*

Sulla base delle tipologie di pericolosità geologica riscontrate nella classe II si dovranno approfondire i particolari aspetti salienti tenendo conto delle seguenti indicazioni:

- per le aree caratterizzate da difficoltà di drenaggio, debolmente depresse, con possibili ristagni d'acqua, con problematiche legate alla scarsa permeabilità dei depositi superficiali, in cui i terreni di fondazione richiedono una verifica delle caratteristiche geotecniche: in tali aree si dovrà verificare lo stato di fatto e individuare la quota più opportuna per il piano di imposta dei locali abitabili e le soluzioni tecniche atte ad impedire infiltrazioni; la realizzazione di piani interrati è, di norma, sconsigliata. Inoltre le relazioni geologiche e geotecniche dovranno indagare la natura dei terreni, valutandone le variazioni verticali ed orizzontali, al fine di individuare la soluzione più idonea per quanto riguarda le fondazioni.
- per le aree poste in porzioni di versante ad acclività media, in cui il substrato è affiorante oppure è ricoperto da depositi superficiali, le cui caratteristiche geotecniche possono rilevarsi localmente scadenti, per prevalenza delle frazioni fini: in tali aree le relazioni geologiche e geotecniche dovranno esaminare le condizioni di stabilità dei versanti, sia nello stato di fatto, sia nello stato indotto dalla presenza delle opere in progetto, con verifiche condotte nelle condizioni potenzialmente più gravose (saturazione, sovraccarico, ecc.), individuando le opportune opere di difesa necessarie ad eliminare le moderate problematiche, soprattutto in relazione alla eventuale presenza di fenomeni di ruscellamento concentrato, di circolazione di acque sotterranee e di terreni geotecnicamente scadenti.

A tal fine il Tecnico predisporrà le indagini che riterrà più opportune per l'elaborazione delle soluzioni progettuali.

Il committente titolare della Concessione, i professionisti incaricati degli accertamenti geognostici e geotecnici, il progettista delle strutture relative al manufatto, il direttore e l'assuntore dei lavori sono responsabili, per quanto di rispettiva competenza, di ogni inosservanza sia delle norme generali di legge e di regolamento, sia delle modalità esecutive che siano fissate dalla Concessione Edilizia.

Sono ammissibili tutti gli interventi di trasformazione urbanistica tipo **MO, MS, RC, RE, DS, DR, AS, MD, Nca, IC, INI**, ma condizionati al rispetto delle norme tecniche indicate in questo paragrafo e definite attraverso l'approfondimento puntuale dell'indagine geologica.

5.3 CLASSI DI IDONEITÀ III

Ai sensi della Circ. P.G.R. 7/LAP, la classe III riguarda "Porzioni di territorio nelle quali gli elementi di pericolosità geomorfologica e di rischio, derivanti questi ultimi dalla urbanizzazione dell'area, sono tali da impedire l'utilizzo qualora inedificate, richiedendo, viceversa, la previsione di interventi di riassetto territoriale a tutela del patrimonio esistente".

La classe di idoneità III (entro la quale, in generale, è consentita la sola realizzazione di opere di interesse pubblico non altrimenti localizzabili, secondo quanto previsto dall'art. 31 L.R. 56/77), in funzione dell'uso attuale del territorio e del grado di pericolosità riscontrato (da medio ad elevato), viene distinta nella Classe IIIa, con Classe III non differenziata, Classe IIIb e Classe IIIc, così definite dalla Circ. P.G.R. 7/LAP:

Classe IIIA: "Porzioni di territorio inedificate che presentano caratteri geomorfologici o idrogeologici che le rendono inadatte a nuovi insediamenti (aree dissestate, in frana, potenzialmente dissestabili o soggette a pericolo di valanghe, aree alluvionabili da acque di esondazione ad elevata energia). Per le opere infrastrutturali di interesse pubblico non altrimenti localizzabili (con specifico riferimento ad es., ai parchi fluviali) vale quanto già indicato all'art. 31 della L.R. 56/77".

Classe III non Differenziata: considerata allo scopo di non penalizzare porzioni di territorio per le quali lo studio geomorfologico condotto (basato sull'analisi di foto aeree e rilievi sul terreno) ha permesso di escludere situazioni di dissesto in atto o potenziale di elevata pericolosità, senza tuttavia definire nel dettaglio il livello di pericolosità e di rischio; future revisioni del P.R.G.C. potranno definire una diversa e più analitica classificazione di idoneità all'utilizzazione urbanistica per le aree ascritte a questa Classe III non Differenziata.

Classe IIIB: "Porzioni di territorio edificate nelle quali gli elementi di pericolosità geologica e di rischio sono tali da imporre in ogni caso interventi di riassetto territoriale di carattere pubblico a tutela del patrimonio urbanistico esistente. In assenza di

tali interventi di riassetto saranno consentite solo trasformazioni che non aumentino il carico antropico, quali ad esempio, interventi di manutenzione ordinaria, manutenzione straordinaria, risanamento conservativo, ecc...; per le opere di interesse pubblico non altrimenti localizzabili varrà quanto previsto all'art. 31 della L.R. 56/77. Nuove opere o nuove costruzioni saranno ammesse solo a seguito dell'attuazione degli interventi di riassetto e dell'avvenuta eliminazione e/o minimizzazione della pericolosità. Gli strumenti attuativi del riassetto idrogeologico e i Piani Comunali di protezione civile dovranno essere reciprocamente coerenti".

Classe IIIC: "Porzioni di territorio edificate ad alta pericolosità geomorfologica e ad alto rischio, per le quali non è proponibile un'ulteriore utilizzazione urbanistica neppure per il patrimonio esistente, rispetto al quale dovranno essere adottati i provvedimenti di cui alla legge 9 luglio 1908, n. 445. Sono ovviamente ammesse tutte le opere di sistemazione idrogeologica, di tutela del territorio e di difesa del suolo".

Nel territorio comunale in esame non sono presenti aree appartenenti a questa sottoclasse.

5.4 CLASSE DI IDONEITÀ IIIA

Riguarda aree inedificate o edificate ma con edifici non presenti in cartografia, in cui siano stati evidenziati elementi di pericolosità geomorfologica tali da renderle inidonee all'utilizzazione urbanistica; in tali zone sono ammessi unicamente i seguenti interventi:

- opere infrastrutturali di interesse pubblico non altrimenti localizzabili, secondo quanto previsto dall'art. 31 della L.R. 56/77 (opere previste dal Piano Territoriale, opere dichiarate di pubblica utilità, opere attinenti al regime idraulico, le derivazioni d'acqua, gli impianti di depurazione, gli elettrodotti, gli impianti di telecomunicazione ed altre attrezzature per l'erogazione di pubblici servizi);
- gli attraversamenti dei corsi d'acqua e la viabilità per il necessario collegamento con gli Alpeggi e/o con zone produttive;
- opere di sistemazione idrogeologica e di regimazione delle acque, comprese captazione di sorgenti e/o trivellazione di pozzi;
- interventi di consolidamento dei versanti o di stabilizzazione di fenomeni di dissesto;
- attività estrattive autorizzate ai sensi della L.R. 69/78;
- strade di servizio alle attività estrattive o agro-silvo-pastorali chiuse al traffico pubblico e piste tagliafuoco.

Tali opere dovranno essere progettate nella scrupolosa osservanza di quanto stabilito dal D.M. 11.03.1988 e prevedere tutti gli accorgimenti tecnico-operativi atti a minimizzare la vulnerabilità e la pericolosità geomorfologica nell'area di intervento.

Per quanto attiene eventuali aree, caratterizzate da acclività moderata, aventi un particolare interesse ai fini agricoli, zootecnici ed agro-silvo-pastorali, un'eventuale utilizzazione urbanistica, per gli scopi di cui sopra, dovrà essere preceduta da uno studio di grande dettaglio, che:

- approfondisca l'analisi del territorio, evidenziandone la tendenza al dissesto;
- valuti la possibilità e l'opportunità degli interventi;
- definisca una tipologia d'intervento, compatibile con le caratteristiche del territorio;
- verifichi la stabilità dell'insieme opere-versante;
- indichi le modalità costruttive.

Nel caso della presenza di edifici in aree ascritte alla Classe IIIA, non evidenziati in cartografia poichè non censiti, non accatastati o ruderi, per questi si applicano le norme previste alla sottoclasse IIIB1.

5.5 CLASSE DI IDONEITÀ IIIB

Si tratta di aree edificate o parzialmente edificate, in cui si rende necessaria la realizzazione di interventi di attenuazione o eliminazione della pericolosità.

Sino all'esecuzione dei Progetti di Riassetto Idrogeologico nelle aree soggette a Classe IIIB sono ammessi:

- opere infrastrutturali di interesse pubblico non altrimenti localizzabili, secondo quanto previsto dall'art. 31 della L.R. 56/77 (opere previste dal Piano Territoriale, opere dichiarate di pubblica utilità, opere attinenti il regime idraulico, le derivazioni d'acqua, gli impianti di depurazione, gli elettrodotti, gli impianti di telecomunicazione ed altre attrezzature per l'erogazione di pubblici servizi);
- opere di sistemazione idrogeologica e di regimazione delle acque;
- interventi di consolidamento dei versanti o di stabilizzazione di fenomeni di dissesto;
- attività estrattive autorizzate ai sensi della L.R. 69/78;
- strade di servizio alle attività estrattive o agro-silvo-pastorali chiuse al traffico pubblico e piste tagliafuoco.

In tali condizioni l'Amministrazione Comunale deve, comunque, impegnarsi a programmare interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria dei corsi d'acqua e di stabilizzazione dei versanti a tutela del patrimonio urbanistico esistente, facendo redigere un Cronoprogramma.

In funzione del grado di pericolosità geomorfologica del territorio analizzato, dell'effettiva possibilità di eliminare o ridurre il rischio e del livello di efficacia delle opere di attenuazione del rischio presenti, sono individuate nella Classe IIIB quattro Sottoclassi (IIIB1-IIIB2-IIIB3-IIIB4) entro le quali sono ammissibili interventi differenziati (si veda anche la tabella 1).

Nelle aree classificate come IIIB3 e IIIB4 vale, in ogni caso, il divieto di realizzare attrezzature di interesse comune (religiose, culturali, sociali, assistenziali, sanitarie, etc.); è invece ammessa la realizzazione di aree attrezzate per lo sport e la ricreazione.

5.5.1 Sottoclasse di idoneità IIIB1

Tale Sottoclasse comprende aree edificate, protette da opere di difesa e/o di attenuazione del pericolo, che necessitano di specifica verifica di validità. Allo stato attuale sono comunque ammessi i seguenti interventi: **MO, MS, RC, RE1, DS, DR**; invece l'attuazione delle previsioni urbanistiche è sospesa sino alla verifica delle opere esistenti con successiva prevista trasformazione nelle altre sottoclassi IIIB.

5.5.2 Sottoclasse di idoneità IIIB2

Si tratta di aree caratterizzate da medio-basso grado di pericolosità geomorfologica e da rischio medio-basso in funzione dell'uso attuale del territorio (aree edificate).

Nelle porzioni di territorio ricadenti in questa sottoclasse sono attualmente consentite trasformazioni e ampliamenti dei fabbricati esistenti (**MO, MS, RC, RE1, RE2, DS, DR**), senza aumento del carico antropico e senza la realizzazione di nuove costruzioni di fabbricati accessori.

E' inoltre ammessa la realizzazione di:

- opere infrastrutturali di interesse pubblico non altrimenti localizzabili, secondo quanto previsto dall'art. 31 della L.R. 56/77 (opere previste dal Piano Territoriale, opere dichiarate di pubblica utilità, opere attinenti il regime idraulico, le derivazioni d'acqua, gli impianti di depurazione, gli elettrodotti, gli impianti di telecomunicazione ed altre attrezzature per l'erogazione di pubblici servizi);
- opere di sistemazione idrogeologica e di regimazione delle acque;
- interventi di consolidamento dei versanti o di stabilizzazione di fenomeni di dissesto;
- attività estrattive autorizzate ai sensi della L.R. 69/78;
- strade di servizio alle attività estrattive o agro-silvo-pastorali chiuse al traffico pubblico e piste tagliafuoco.

A seguito della realizzazione di Piani di Riassetto, previsti con stesura di Cronoprogramma per realizzazione delle opere, qualora assenti e di costante controllo e manutenzione delle opere realizzate e di quelle esistenti, potranno essere effettuati, oltre ai precedenti, interventi di cambio di destinazione d'uso, di ampliamento e completamento (**MD, Nca, IC**).

Tali interventi restano quindi subordinati a:

- verifica delle condizioni di adeguatezza delle opere di difesa e di attenuazione del pericolo esistenti e, in caso di esito positivo, al loro mantenimento; la verifica delle condizioni di idoneità ed efficienza di tali strutture potrà essere effettuata dall'Ufficio Tecnico del Comune oppure da professionista esterno abilitato in materia;

- esecuzione di piani di riassetto di carattere locale per l'adeguamento di opere di difesa esistenti, ma non efficaci o mirati all'introduzione dei più opportuni interventi di mitigazione volti a risolvere le situazioni di dissesto in atto o potenziali;
- rispetto di norme tecniche da definire per ogni singolo intervento.

Tali piani di riassetto potranno essere legati ad iniziativa pubblica o privata, anche attraverso la costituzione di consorzi tra soggetti. La progettazione degli interventi di riassetto territoriale dovrà essere preceduta da uno studio geologico di dettaglio mirato ad individuare le cause di dissesto e a proporre i più opportuni interventi di mitigazione; tale approfondimento di indagine dovrà essere esteso ad un ambito territoriale significativo in relazione al processo geomorfico dominante e permetterà, inoltre, di definire le tipologie costruttive più opportune per gli interventi di nuova realizzazione.

Nella Relazione geologico-tecnica (art. 14, L.R. 56/77) potranno essere meglio specificate, per ogni singolo caso, le principali caratteristiche sia degli interventi di completamento, sia di eventuali piani di riassetto, nel caso siano ritenuti necessari.

L'Amministrazione Comunale deve, in ogni caso, assumersi l'impegno e la responsabilità di sorvegliare sulla funzionalità delle opere di sistemazione idrogeologica presenti nel territorio del Comune, stendendo periodici rapporti tecnici che ne certifichino lo stato di conservazione; deve, altresì, programmare gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria delle opere di difesa e degli alvei dei corsi d'acqua.

Per i territori ricadenti in questa Sottoclasse è, in ogni caso, impedita l'utilizzazione come aree per attrezzature di interesse comune (religiose, culturali, sociali, assistenziali, sanitarie); è invece ammessa la realizzazione di aree attrezzate per lo sport e la ricreazione.

Le aree appartenenti a questa Sottoclasse dovranno essere inserite nel piano comunale per la protezione civile.

5.5.3 Sottoclasse di idoneità IIIB3

Si tratta di aree caratterizzate da medio-alto grado di pericolosità geomorfologica e da rischio medio-alto in funzione dell'uso del territorio (aree edificate).

In totale mancanza o inadeguatezza di opere di attenuazione della pericolosità geomorfologica e senza la preventiva realizzazione di piani di riassetto territoriale, in tali aree, saranno comunque ammessi i seguenti interventi:

- manutenzioni e ristrutturazioni dei fabbricati esistenti che non aumentino il carico urbanistico (**MO, MS, RC, RE1, DS, DR**);
- opere infrastrutturali di interesse pubblico non altrimenti localizzabili, secondo quanto previsto dall'art. 31 della L.R. 56/77 (opere previste dal Piano Territoriale, opere dichiarate di pubblica utilità, opere attinenti al regime idraulico, le derivazioni d'acqua, gli impianti di depurazione, gli elettrodotti, gli impianti di telecomunicazione ed altre attrezzature per l'erogazione di pubblici servizi);
- opere di sistemazione idrogeologica e di regimazione delle acque;
- interventi di consolidamento dei versanti o di stabilizzazione di fenomeni di dissesto;
- attività estrattive autorizzate ai sensi della L.R. 69/78;
- strade di servizio alle attività estrattive o agro-silvo-pastorali chiuse al traffico pubblico e piste tagliafuoco.

In tali condizioni l'Amministrazione Comunale deve, comunque, impegnarsi a programmare interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria dei corsi d'acqua e di stabilizzazione dei versanti a tutela del patrimonio urbanistico esistente.

La realizzazione di interventi di trasformazione dell'edificato esistente che comportino un aumento del carico antropico (**RE2, AS**) e/o di cambio di destinazione d'uso (**MD**) è vincolata all'attuazione di interventi globali (o, eventualmente, locali) di riassetto territoriale la cui incidenza e le cui proporzioni possono esulare dalle potenzialità e competenze del singolo intervento; pertanto, l'esecuzione delle necessarie opere di salvaguardia delle aree edificate soggette a rischio, potrà essere di iniziativa pubblica o privata, eventualmente anche attraverso la costituzione di consorzi tra soggetti.

L'Amministrazione Comunale deve assumersi l'impegno e la responsabilità di sorvegliare sulla funzionalità delle opere di sistemazione eventualmente già esistenti e/o di quelle di nuova realizzazione, stendendo periodici rapporti tecnici che ne certifichino lo stato di conservazione; deve, altresì, programmare gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria delle opere di difesa e degli alvei dei corsi d'acqua.

La progettazione degli interventi di riassetto territoriale dovrà essere preceduta da uno studio geologico di dettaglio mirato ad individuare le cause di dissesto e a proporre i più opportuni interventi di mitigazione; tale approfondimento dovrà essere

esteso ad un ambito territoriale significativo in relazione al processo geomorfico dominante.

5.5.4 Sottoclasse di idoneità IIIB4

Si tratta di aree caratterizzate da elevato grado di pericolosità geomorfologica e da rischio elevato in funzione dell'uso attuale del territorio (aree edificate).

In questa Sottoclasse sono ammessi i seguenti interventi:

- manutenzioni e ristrutturazioni dei fabbricati esistenti che non aumentino il carico antropico (**MO, MS, RC, DS**);
- opere di sistemazione idrogeologica e di regimazione delle acque;
- interventi di consolidamento dei versanti o di stabilizzazione di fenomeni di dissesto;
- piste tagliafuoco;

Anche a seguito di interventi di riassetto, sottoposti a periodici programmi di controllo e di manutenzione, non sarà possibile alcun incremento del carico antropico, fatta salva la ristrutturazione di tipo A (**RE1**), la demolizione con ricostruzione (**DR**) e la modifica della destinazione d'uso (**MD**).

L'Amministrazione Comunale deve assumersi l'impegno e la responsabilità di sorvegliare sulla funzionalità delle opere di sistemazione eventualmente già esistenti e/o di quelle di nuova realizzazione, stendendo periodici rapporti tecnici che ne certifichino lo stato di conservazione; deve, altresì, programmare gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria delle opere di difesa e degli alvei dei corsi d'acqua.

Tabella 1 – Sottoclassi della classe III B

Sottoclasse di idoneità urbanistica	grado di rischio geomorfologico	interventi urbanistici consentiti allo stato attuale	VINCOLI	Interventi urbanistici consentiti a seguito eliminazione o riduzione rischio
IIIB1	da medio-basso ad elevato	MO, MS, RC, RE1, DS, DR	Aree in cui l'attuazione delle previsioni urbanistiche è sospesa sino alla verifica della validità delle opere esistenti con successiva prevista trasformazione in una delle altre sottoclassi IIIB	Dopo la verifica trasformazione nelle altre sottoclassi IIIB
IIIB2	medio basso	MO, MS, RC, RE1, RE2, DS, DR, AS	A seguito della realizzazione delle opere di mitigazione del rischio sarà possibile la realizzazione di nuove edificazioni, ampliamenti e completamenti	MO, MS, RC, RE1, RE2, DS, DR, AS, MD, Nca, IC
IIIB3	elevato	MO, MS, RC, DS, DR, RE1	A seguito della realizzazione delle opere di riassetto sarà possibile solo un modesto incremento del carico antropico. Da escludersi nuove unità abitative e completamenti	MO, MS, RC, RE1, RE2, DS, DR, AS, MD
IIIB4	molto elevato	MO, MS, RC, DS	Anche a seguito della realizzazione di opere di sistemazione, indispensabili per la difesa dell'esistente, non sarà possibile alcun incremento del carico antropico	MO, MS, RC, RE1, DS, DR, MD

5.6 FASCE DI RISPETTO DEI CORSI D'ACQUA

Per quanto attiene la definizione di fasce di rispetto per i corsi d'acqua defluenti nel territorio Comunale, si farà riferimento principalmente al R.D. 25 luglio 1904, n. 523 con le indicazioni proposte dalla la Circolare del P.G.R. 8-10-98 n 14 LAP/PET "Determinazioni delle distanze di fabbricati e manufatti dai corsi d'acqua ai sensi dell'art. 96, lettera f) del T.U. approvato con R.D. 25 luglio 1904, n. 523", la quale afferma che "le prescrizioni del piano regolatore, conformi alle disposizioni dell'art. 29 della L.R. 56/77 s.m.i., possano assumere l'efficacia e la disciplina locale, ai sensi e per gli effetti dell'art. 96, lettera f) del T.U. approvato con R.D. n. 523/1904 integrativa, quindi, delle prescrizioni di detto art. 96, alla condizione che le norme del piano regolatore siano supportate da ampie e congrue motivazioni e valutazioni tecniche in ordine ai seguenti

profili: la tutela del regime idraulico, la protezione del bene demaniale e la sicurezza....”.

Nella carta di sintesi vengono evidenziate le fasce di rispetto dei corsi d'acqua ai sensi del R.D. 25 luglio 1904, n. 523 e s.m.i., che sono fissate a **10 metri** dalle sponde per tutti i corsi d'acqua demaniali.

Per i corsi d'acqua non demaniali si propone l'estensione delle norme contenute nel suddetto R.D. 25 luglio 1904, n. 523 e s.m.i. per una fascia di **5 metri** dalle sponde (non cartografate).

All'interno delle fasce di rispetto le aree sono considerate in classe **III A dove inedificate** e in classe **III B4 dove edificate**.

Si ribadisce peraltro il divieto di tombinamento od intubamento dei corsi d'acqua sia demaniali che non demaniali e si raccomanda, laddove possibile, il ripristino a cielo aperto dei tratti tombinati o intubati.

5.7 FASCE DI RISPETTO DELLE OPERE DI PRESA IDROPOTABILI

Nel territorio Comunale di Maggiora, si trovano 3 pozzi che emungono acqua per scopi idropotabili, localizzati tutti nella zona Fornaci.

L'ubicazione delle opere di presa alimentanti l'acquedotto comunale è stata evidenziata negli elaborati "Carta Geoidrologica" in scala 1:10.000 e nella "Carta di Sintesi della Pericolosità Geomorfologica e dell'Idoneità all'Utilizzazione Urbanistica" in scala 1:10.000.

Per tutte queste opere di captazione sono state indicate le relative fasce di rispetto, così come prescritto nel D.p.r. 236/88 e s.m.i.; in particolare sono rappresentate la zona di tutela assoluta (**10 m** di raggio dalla captazione) e la zona di rispetto (**200 m** di raggio dalla captazione). Tale opzione si adotta in assenza della delimitazione definitiva della zona di rispetto da parte della Regione; dal punto di vista urbanistico all'interno delle aree di salvaguardia vigono le norme riportate nell'art. 21, comma 7 del d.lgs. 152/1999.

5.8 NORME DI CARATTERE GENERALE

Le disposizioni qui di seguito riportate hanno validità per l'intero territorio comunale.

A tutti i corsi d'acqua, stagionali o perenni, siano essi di proprietà pubblica o privata, devono essere applicate le seguenti disposizioni:

- nelle zone di rispetto prescritte nel precedente paragrafo 5.6 "Fasce di rispetto dei corsi d'acqua", le utilizzazioni consentite sono esclusivamente quelle previste dal 3° comma dell'art. 27 - L.R. 56/77 e s.m.i.;
- in nessun caso è consentita la copertura dei corsi d'acqua mediante tubi o scolorari, anche se di ampia sezione;
- le opere di attraversamento stradale sui corsi d'acqua dovranno essere realizzate mediante ponti, in maniera tale che la larghezza della sezione di deflusso non risulti in nessun caso inferiore rispetto alla larghezza dell'alveo "a rive piene", misurata a monte dell'opera, indipendentemente dai risultati di verifiche idrauliche condotte considerando le portate di massima piena. Tali verifiche dovranno sempre tenere conto della portata totale del corso d'acqua, comprensiva di portata liquida e trasporto solido. Gli attraversamenti dei corsi d'acqua non dovranno avere larghezza superiore a quella dell'opera viaria;
- sono vietate opere che comportino variazioni nel corso o nel deflusso delle acque, restringimenti di sezioni e quant'altro possa comportare instabilità delle scarpate e delle sponde;
- in nessun caso è ammessa l'occlusione, anche parziale, dei corsi d'acqua (comprese le zone di testata) tramite riporti vari.

Le opere di sistemazione idrogeologica e di regimazione delle acque mireranno a:

- garantire sezioni di deflusso regolari e tali da consentire lo smaltimento di portate di massima piena, calcolate sulla base di eventi meteorici critici, con tempi di ritorno di 100 anni per i rii minori e 200 anni per il torrente Sizzone (in ogni caso le sezioni dovranno assicurare il deflusso di contributi pari a $10 \text{ m}^3/\text{s}/\text{Km}^2$ di bacino);
- assicurare la periodica manutenzione delle opere idrauliche e la pulizia degli alvei, prevedendo, in particolare, l'asportazione della vegetazione arborea ed arbustiva radicata in alveo e/o al piede delle sponde;
- nel caso di corsi d'acqua arginati o dotati di opere idrauliche, deve essere garantita la percorribilità, possibilmente veicolare, delle sponde a fini ispettivi e manutentivi;

- non sono ammesse opere, ivi comprese le recinzioni, che impediscano l'accesso pedonale all'alveo e alle opere di difesa idraulica e che impediscano la percorribilità pedonale longitudinalmente all'alveo stesso in periodi di portata di piena anche eccezionale;
- non sono ammessi scarichi di rifiuti sulle fasce spondali dei corsi d'acqua e sui versanti, ivi compresi i materiali inerti provenienti da demolizioni e scavi e gli scarti vegetali provenienti dalle pratiche agrarie e dalla manutenzione di parchi e giardini;
- eliminare le tratte d'alveo coperte o confinate, anche parzialmente, in manufatti tubolari e/o scatolari, di sezione chiaramente insufficiente.
- In merito alla stabilità dei versanti, dovranno essere rispettate le seguenti disposizioni:
- salvo diverse prescrizioni, evidenziate negli elaborati cartografici (in particolare, nella tav. 7 Carta di Sintesi della Pericolosità Geomorfologica e dell'Idoneità alla Utilizzazione Urbanistica) dovrà essere mantenuta una fascia di rispetto non inferiore a 10 m dall'orlo delle principali scarpate presenti nel territorio comunale;
- nelle zone acclivi, particolare attenzione dovrà essere posta nella regolazione delle acque superficiali, che andranno captate, regimate e convogliate negli impluvi naturali;
- dovrà essere costantemente garantita la manutenzione dei muretti a secco limitrofi agli insediamenti antropici previsti, ripristinando quelli che mostrano segni di ammaloramento e di instabilità.

Infine, per quanto attiene aree depresse dal punto di vista geomorfologico o caratterizzate da insufficiente drenaggio, il ricorso alla riquotatura è ammesso solo ed esclusivamente se viene dimostrato che, in condizioni ordinarie e straordinarie, tale riempimento non aggravi le condizioni di pericolosità delle aree limitrofe.

BIBLIOGRAFIA

- AA.VV.** (1992) - Società Geologica Italiana - Guide Geologiche Regionali. Le Alpi dal M. Bianco al Lago Maggiore, BE-MA Editrice
- Amadesi E.** (1975) - *Fotointerpretazione e aerofotogrammetria*, Pitagora Editrice Bologna.
- Benini G.** (1990) - *Sistemazioni idraulico-forestali*, UTET Torino.
- Boriani A., Bigioggero B., Giobbi Origoni E.** (1977) – Metamorphism, tectonic evolution and tentative stratigraphy of the “Serie dei Laghi” geological map of the Verbania area, *Memorie di scienze geologiche* – vol. XXXII
- Boriani, Burlini, Caironi, Origoni Giobbi, Sassi e Sesana.(1988).
- Carta Geologica dei Graniti dei Laghi: Valsesia, Cusio e Verbania. (Province di Vercelli e Novara).
- Brancucci G. & Maifredi P.** (1980) - *Contributo alle tecniche di elaborazione delle carte dell'acclività* Geologia Tecnica, Anno XXVII n° 4, 23-29.
- Castiglioni G.B.** (1979) – *Geomorfologia*, UTET Torino.
- Mattirolo, Novarese, Franchi, Stella** (1927)- Carta Geologica d'Italia “Varallo”, Fg. 30 della Carta al 100.000 dell'Istituto geografico militare, Stab. L. Salomone Roma
- Mattirolo, Novarese, Taricco, Pullè, Fossa Mancini, Catalisano** (1932)- Carta Geologica d'Italia “Varese”, Fg. 31 della Carta al 100.000 dell'Istituto geografico militare, Stab. L. Salomone Roma
- Redaelli A., Gervasi G., Gobbi M.** (1997) – *Idrogeologia della bassa Valsesia da Quarona S. a Serravalle S.* – Università degli Studi di Milano
- Regione Piemonte** Settore Prevenzione del Rischio Geologico, Meteorologico e Sismico Banca Dati Geologica (Carta delle unità litologiche, Carta dei tributari minori e delle conoidi potenzialmente attive, Carta degli alveo-tipi e portate, Carta dei danni ai centri abitati, Carta dei settori di versante vulnerabili da fenomeni franosi per fluidificazione dei terreni incoerenti della copertura superficiale, Carta delle frane, Carta delle aree inondabili, Carta dei danni alla rete viaria ed ai ponti) Fg. I.G.M. 15 Domodossola, 30 Varallo, 31 Varese – Gestione ed elaborazione dati, allestimento cartografico a cura del C.S.I. Piemonte.
- Servizio Geologico Nazionale** (1994) – *Carta geomorfologica d'Italia 1: 50.000. Guida al rilevamento* Quaderni serie III (4), Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, Roma