

REGIONE LOMBARDIA

Provincia di Varese



COMUNE DI BIANDRONNO

Studio geologico del territorio comunale
(L.R. n.12/2005 – D.G.R. 28 Maggio 2008 n. 8/7374)

Ottobre 2009

RELAZIONE GEOLOGICA



Studio Associato di geologia applicata
Dott. Geol. Roberto Granata – Dott. Geol. Paolo Granata
Via Santa Croce n° 7 - 21100 Varese
Tel. 0332/242283 Fax 0332/241231
e-mail: studiocongeo@libero.it

INDICE

1	INTRODUZIONE	3
1.1	<i>RILIEVI IN SITO E DATI ACQUISITI</i>	4
1.2	<i>BASI CARTOGRAFICHE.....</i>	5
1.3	<i>INQUADRAMENTO GEOGRAFICO</i>	5
2	ELEMENTI DI GEOLOGIA GENERALE.....	6
3	ELEMENTI LITOLOGICI.....	9
4	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA E GEOMECCANICA	13
5	DINAMICA GEOMORFOLOGICA.....	16
5.1	<i>ELEMENTI IDROLOGICI ED IDROGRAFICI</i>	20
6	ELEMENTI IDROGEOLOGICI	21
6.1	<i>PUNTI DI CAPTAZIONE</i>	21
6.2	<i>STRUTTURA IDROGEOLOGICA.....</i>	22
6.3	<i>AREE A BASSA SOGGIACENZA DI FALDA</i>	25
6.4	<i>BILANCIO IDROLOGICO</i>	26
6.5	<i>VULNERABILITÀ INTRINSECA DELL'ACQUIFERO SUPERFICIALE.....</i>	28
7	IL LAGO DI BIANDRONNO.....	38
7.1	<i>EVOLUZIONE STORICA</i>	38
7.2	<i>STATO FISICO DELLA PALUDE.....</i>	39
7.3	<i>GEOLOGIA DELL'AREA PALUSTRE</i>	40
7.4	<i>BILANCIO IDROGEOLOGICO</i>	41
8	RISCHIO SISMICO.....	43
8.1	<i>NORMATIVA.....</i>	45
8.2	<i>ANALISI DELLA SISMICITÀ DEL TERRITORIO</i>	46
8.3	<i>CARTA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE (PSL).....</i>	48

9 VINCOLI.....	52
9.1 VINCOLI DERIVANTI DALLA PIANIFICAZIONE DI BACINO AI SENSI DELLA L. 183/89	52
9.2 VINCOLI DI POLIZIA IDRAULICA	52
9.3 AREE DI SALVAGUARDIA DELLE CAPTAZIONI AD USO IDROPOTABILE.....	56
9.4 GEOSITI.....	58
10 SINTESI	60
10.1 AMBITI DI PERICOLOSITÀ E VULNERABILITÀ DEL TERRITORIO COMUNALE.....	63
10.2 DESCRIZIONE DEGLI ELEMENTI DI SINTESI.....	64
11 FATTIBILITÀ GEOLOGICA.....	69
11.1 FATTIBILITÀ CON MODESTE LIMITAZIONI (CLASSE 2)	70
11.2 FATTIBILITÀ CON CONSISTENTI LIMITAZIONI (CLASSE 3).....	71
11.3 FATTIBILITÀ CON GRAVI LIMITAZIONI (CLASSE 4).....	76
BIBLIOGRAFIA	79

APPENDICI:

- 1 - Stratigrafie pozzi
- 2 - Scheda per il censimento dei pozzi

TAVOLE:

- Tav. 1: Carta litologica e della dinamica geomorfologica (1:2.000)
- Tav. 2: Carta idrogeologica (1:5.000)
- Tav. 3: Carta della pericolosità sismica locale (1:5.000)
- Tav. 4: Carta dei vincoli(1:5.000)
- Tav. 5: Carta di sintesi (1:2.000)
- Tav. 6: Carta di fattibilità (1:2.000)
- Tav. 7: Carta della fattibilità con elementi di pericolosità sismica (1:5.000)

1 INTRODUZIONE

Il Comune di Biandronno (VA) ha affidato allo *Studio Associato CONGEO* di Varese l'incarico di redigere lo studio geologico dell'intero territorio comunale, al fine di definire una fattibilità geologica per le azioni di piano ai sensi della L.R. 11 Marzo 2005 N° 12 "*Legge per il governo del territorio*", secondo i criteri indicati nelle direttive attuative D.G.R. 22 Dicembre 2005 n. 8/1566 "*Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57 della L.R. 11 Marzo 2005 N°12*" e secondo il D.G.R. 28 Maggio 2008 n.8/7374 "*Aggiornamento dei criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57, comma 1, della l.r. 11 Marzo 2005, n. 12*".

L'adozione dei piani di bacino da parte delle Autorità competenti come previsto dalla L. 183/89 ha valorizzato il ruolo della pianificazione locale come strumento di base di ogni pianificazione subordinata.

La finalità di tali documenti è di individuare i contenuti essenziali degli studi geologici da eseguire ai fini della predisposizione degli strumenti urbanistici generali comunali e delle loro varianti, nell'ottica di offrire un valido contributo alla prevenzione del dissesto idrogeologico.

Lo studio, di cui la presente relazione espone i risultati, si è posto l'obiettivo di approfondire il livello di conoscenza dei fattori geologici (processi geomorfologici e di dinamica fluviale, assetto litostratigrafico, caratteristiche idrogeologiche ecc.) che caratterizzano il Comune di Biandronno.

Le diversità nell'attribuzione della classe di fattibilità rispetto allo studio precedente (Settembre 2003) rispecchia i risultati di nuovi rilievi in sito, le indicazioni fornite dai nuovi criteri attuativi per la definizione della

componente geologica, idrogeologica, sismica, e gli studi, gli approfondimenti e le prescrizioni del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale.

1.1 RILIEVI IN SITO E DATI ACQUISITI

Gli elementi di supporto alla redazione della relazione geologica sono rappresentati in parte dalla sintesi delle conoscenze acquisite attraverso studi precedenti e relazioni tecniche reperite presso l'ufficio tecnico comunale e presso sedi private (cfr. bibliografia) ed in parte da rilievi originali in sito.

I rilievi di dettaglio hanno avuto lo scopo di identificare le diverse unità litologiche presenti e di evidenziare le caratteristiche geomorfologiche ed idrogeologiche dell'area in esame.

Inoltre, l'osservazione ed interpretazione delle foto aeree (fotogeologia) ha consentito una migliore definizione degli elementi individuati durante i rilievi.

I limiti tra le diverse unità litologiche risultano per la maggior parte di tipo interpretativo.

Con l'aiuto delle tavole derivate e con l'ausilio di indagini puntuali, utilizzando le basi topografiche esistenti, è stata definita come elaborato finale la "Carta di fattibilità geologica", che sintetizza, con una valutazione incrociata degli elementi raccolti, la situazione del territorio suddividendo lo stesso in classi di fattibilità geologica, cioè in aree a differente grado d'utilizzo del territorio.

La classificazione fornisce, oltre alla possibile destinazione d'uso, le cautele da adottare per gli interventi, gli studi ed eventuali altre indagini puntuali da effettuare.

Lo studio presenta valutazioni di carattere generale, pertanto la presente relazione e gli allegati cartografici non possono ritenersi esaustivi di problematiche geologico-tecniche specifiche.

Certamente tale documento **non può e non deve** sostituire la normativa vigente (es. D.M. 14/01/08, Testo Unico delle Costruzioni) ma rappresenta il punto di partenza per scelte territoriali ed urbanistiche.

1.2 BASI CARTOGRAFICHE

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

- Rilievo aerofotogrammetrico alla scala 1:2.000 del Comune di Biandronno (2009).
- Carta Tecnica Regionale della Regione Lombardia, alla scala 1:10.000 (volo del 1994), sezioni A4c5 e A4c4.

1.3 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Il Comune di Biandronno si trova nella parte meridionale delle Prealpi varesine, sulla sponda occidentale del Lago di Varese. Esso ha un'estensione di 8.37 km² distribuiti in parte lungo il lago. L'altitudine media è di 250 m con modellato topografico quasi del tutto pianeggiante. Le quote più elevate si trovano in corrispondenza dei rilievi attorno al Lago di Biandronno: presso il confine con Bregano raggiungono m 300 s.l.m., mentre presso il lago di Varese raggiungono m 287 s.l.m.

Le quote minori si riscontrano in corrispondenza del confine con il Comune di Travedona Monate e raggiungono m 228 s.l.m.

Biandronno confina a N con il Comune di Bardello, a NW con i comuni di Bregano e Travedona Monate, a S e SE con Ternate e Cazzago Brabbia e ad E con il Lago di Varese.

2 ELEMENTI DI GEOLOGIA GENERALE

Il Comune di Biandronno è inserito nel territorio di pertinenza delle Prealpi Lombarde Occidentali, in un contesto geologico contraddistinto dalla presenza di depositi glaciali e fluvio-glaciali quaternari; l'unica emergenza di roccia prequaternaria è presente in una fascia presso il Lago di Biandronno ed è costituita dal Calcarea di Bardello, di età cretacea (Santoniano).

Il basamento delle Prealpi Lombarde Occidentali è costituito da rocce metamorfiche di età ercinica ricoperte da una serie di corpi rocciosi che rappresentano un lasso di tempo che va dal Paleozoico al Cenozoico.

Tale successione è caratterizzata alla base da rocce vulcaniche del Permiano, nella porzione centrale da dolomie e calcari Triassico-Giurassici e in parte Cretacei cui fanno seguito marne, arenarie e conglomerati che occupano parte del Cretaceo e del Cenozoico.

Successivamente, a partire dal Pliocene, le glaciazioni quaternarie, con le loro azioni di erosione, trasporto e rideposizione, hanno modellato ulteriormente il territorio, dando origine alla morfologia attuale; si possono riconoscere dossi morenici allungati all'incirca NE-SW. Questi sono circondati da ampie piane fluvio-glaciali a morfologia pianeggiante o debolmente ondulata.

La storia geologica recente invece è rappresentata dalla sedimentazione nelle aree a bassa energia dei principali corsi d'acqua e da quella lacustre e palustre .

I tratti essenziali di questo assetto geologico, presso il territorio comunale di Biandronno, sono ben evidenziati dalla carta geologica della zona ad occidente del Lago di Varese (Fig. n. 2.1) e dalla sezione che rappresenta l'andamento delle unità geologiche individuate (Fig. n. 2.2).

La sezione mostra la presenza del substrato roccioso, a profondità generalmente inferiori a m 40, su cui si impostano i depositi glaciali e fluvio-glaciali; nelle aree depresse sono presenti i depositi fini lacustri (Lago di Biandronno e di Varese) e glaciolacustri.

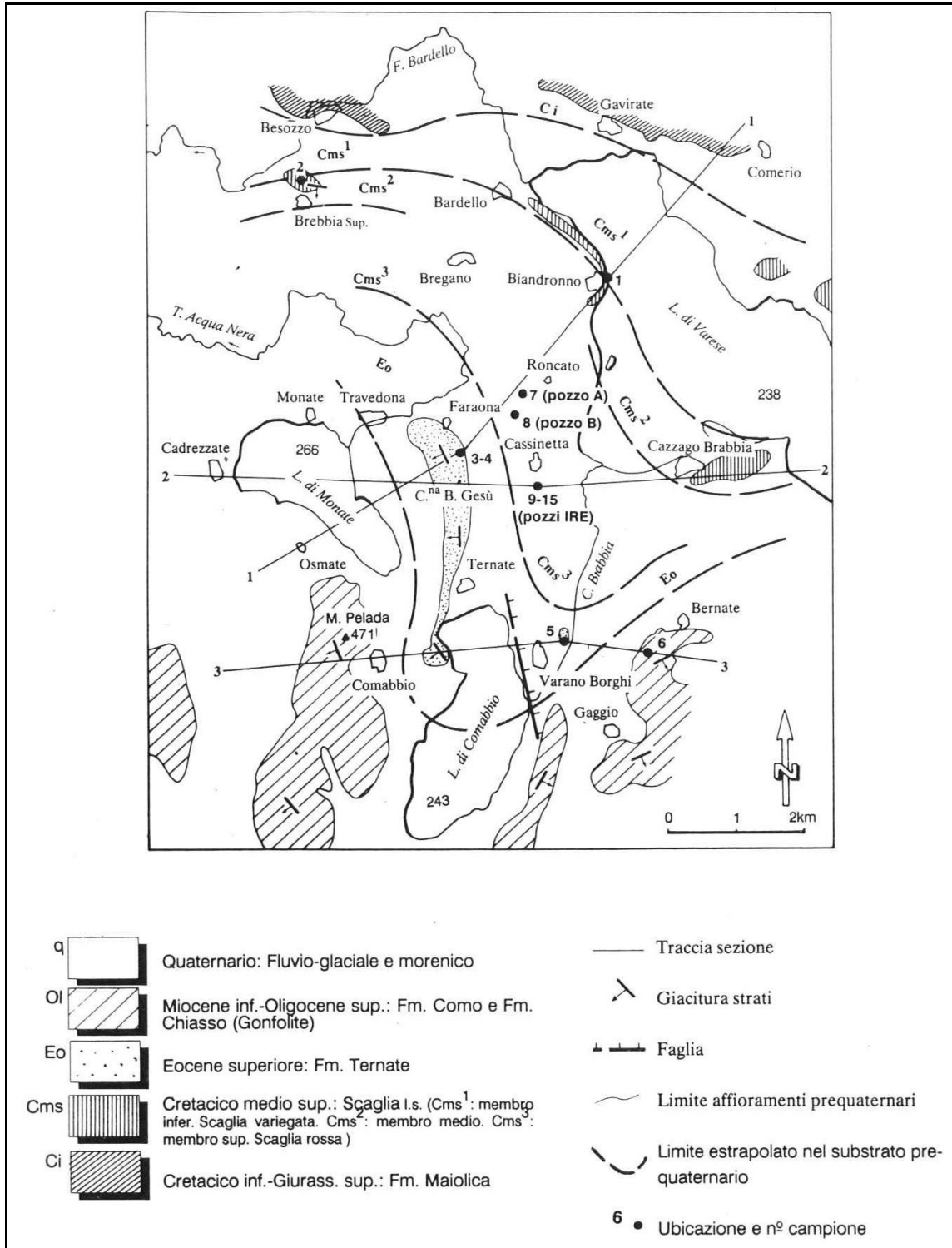


Fig. n. 2.1: Carta geologica della zona ad occidente del Lago di Varese (da Barnaba, 1989).

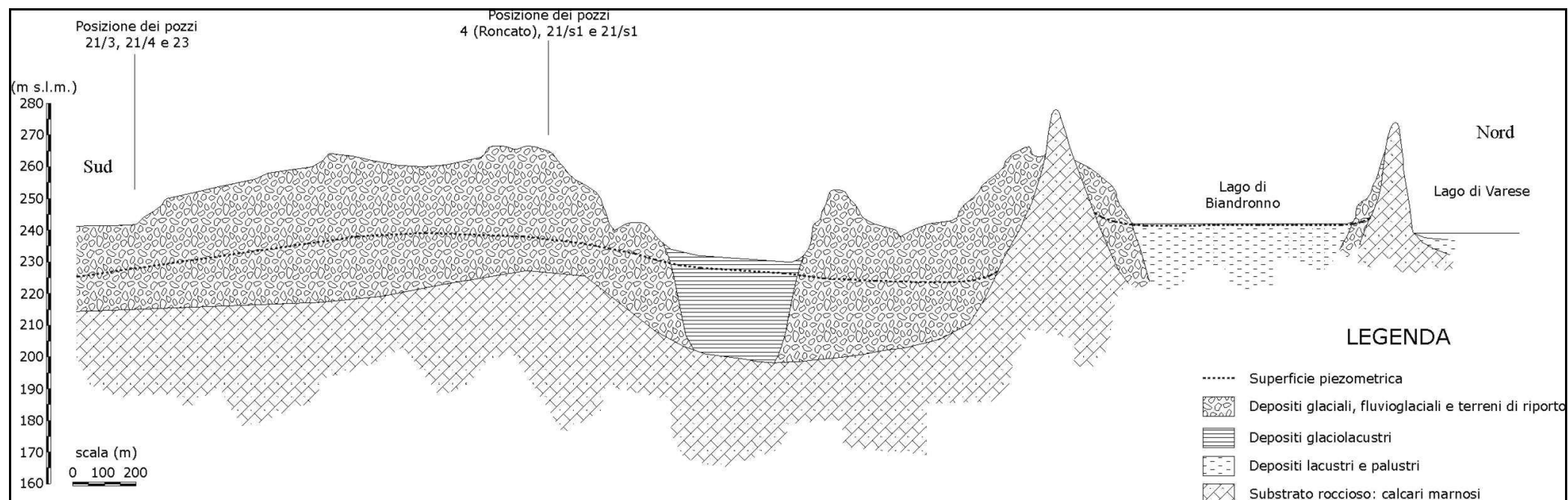


Fig. n. 2.2: Sezione schematica Sud- Nord.

3 ELEMENTI LITOLOGICI

I limiti tra le diverse unità litologiche risultano per la maggior parte di tipo interpretativo, a causa della estrema eterogeneità dei depositi quaternari e per la presenza di estese coperture eluvio-colluviali.

Limitata è la presenza di affioramenti significativi, principalmente osservabili lungo i tagli stradali, le incisioni dei corsi d'acqua ("Rio Montese" e "Rio Fornace") ed in scavi di cantiere.

In questo contesto pertanto si è adottato il metodo morfologico come criterio nella delimitazione delle diverse unità litologiche.

I limiti litologici sono pertanto da considerare come aree di transizione tra litotipi differenti.

Nell'ambito del territorio comunale si sono rilevate le seguenti unità (cfr. Tav. n. 1), denominate dalla più antica alla più recente:

Substrato lapideo di origine sedimentaria

- Calcare di Bardello

Depositi quaternari

- Sabbia con ciottoli e massi (Depositi morenici)
- Sabbia limosa con ciottoli centimetrici (Depositi fluvioglaciali)
- Limi argillosi (Depositi glaciolacustri)
- Limi sabbiosi con torba (Depositi lacustri)

Depositi antropici

- Riporto

CALCARE DI BARDELLO (SUBSTRATO LAPIDEO)

Rappresenta l'antico basamento su cui si sono successivamente impostati i depositi di età quaternaria; si tratta di calcare conglomeratico a matrice calcilutitica nella quale sono immersi clasti e ciottoli da subangolosi ad arrotondati di dimensioni centimetriche.

Nell'area investigata questa unità affiora a Nord del territorio comunale, presso il lago di Biandronno e presso il Lago di Varese.

Gli affioramenti osservati sono costituiti da calcare conglomeratico, caratterizzato da stratificazione da parallela ad ondulata con spessori compresi tra 10 e 50 cm, di colore grigio chiaro.

E' principalmente subaffiorante; le poche esposizioni cartografabili sono presenti in prevalenza lungo le sponde del lago di Varese nel tratto che costeggia il lungolago di Daverio in prossimità del Porto di Biandronno.

Di particolare interesse, per estensione (lunghezza 30 metri circa ed altezza di 2÷3 metri circa), è l'affioramento presente all'interno di proprietà privata in prossimità di Via Verdi, nel quale sono riconoscibili l'aspetto conglomeratico dell'ammasso, la fratturazione e la variabilità dello spessore della bancatura da centimetrica a decimetrica.

La formazione in esame presenta permeabilità di tipo secondario, variabile in funzione del grado di fratturazione, ma nel complesso buona.

SABBIE CON CIOTTOLI E MASSI (DEPOSITI MORENICI)

Sono depositi sciolti di origine glaciale costituiti da prevalente matrice sabbiosa all'interno della quale sono inglobati clasti poligenici aventi dimensioni da centimetrici a decimetrici.

All'interno del territorio comunale sono localizzati in due fasce parallele di larghezza compresa tra 200÷400 metri circa, e direzione prevalente N-SW, in corrispondenza dell'alto morfologico compreso tra il Rio Fornace ed il Rio Montese.

La prima fascia, avente estensione maggiore, ha inizio immediatamente a Sud dei Calcari di Bardello, e, attraverso i rilievi delle località Montese e Roncato, termina al confine con il Comune di Travedona.

La seconda con inizio all'altezza di Via Trieste si sviluppa fino alla zona industriale di Cassinetta Rizzone.

Per la definizione dei limiti dei depositi morenici si è adottato un criterio morfologico; l'affioramento più esteso e più rappresentativo di questi depositi è presente in località Montese a Sud di Via Verdi, reso visibile dallo sbancamento realizzato a retro di un edificio. L'affioramento è caratterizzato da matrice sabbiosa di colore marrone chiaro inglobante clasti ciottolosi e rari massi (blocchi), di dimensione massima dell'ordine di 50÷60 cm.

A questi depositi è attribuibile permeabilità media.

SABBIA LIMOSA CON CIOTTOLI CENTIMETRICI (DEPOSITI FLUVIOGLACIALI)

Depositi sciolti costituiti da matrice sabbioso-limosa inglobante elementi ciottolosi di natura eterogenea, rappresentanti il litotipo più esteso sul territorio comunale.

Da studi precedenti si è osservato che questi depositi sono costituiti, al di sotto dei depositi di coltivo/riporto, da sabbie fini e medie a tratti limose fino ad assenza di limo ed inglobanti ghiaie e ciottoli.

Gli affioramenti presenti sul territorio sono di limitata estensione, visibili lungo le erosioni spondali dei corsi d'acqua (Rii Fornace e Montese), e lungo Via Isola Virginia immediatamente a Sud della stessa isola.

Sono costituiti da matrice sabbioso-limosa di colore marrone inglobante elementi ghiaioso-ciottolosi di dimensioni centimetriche.

A questi depositi è attribuibile permeabilità media.

LIMI ARGILLOSI (DEPOSITI GLACIOLACUSTRI)

Sono costituiti da depositi di materiale fine limoso-argilloso di colore marrone.

Questo litotipo è presente a Nord della località Fermata al confine con il Comune di Bregano.

Gli unici affioramenti osservabili sono localizzati in corrispondenza delle incisioni dei corsi d'acqua (Rii Fornace e Montese).

La presenza di aree di ristagno d'acqua fanno attribuire a questi depositi scarsa permeabilità.

LIMI ARGILLOSI CON TORBA (DEPOSITI LACUSTRI)

Sono costituiti da depositi limoso-argillosi di colore da marrone bruno a nerastro in corrispondenza dei livelli di torba, localmente grigio-azzurro.

Questa unità comprende anche i depositi palustri, costituiti da accumuli, a vario grado di humificazione, di materiale vegetale.

Sono localizzati nella conca costituente il lago di Biandronno, quest'ultimo caratterizzato da un evidente fenomeno di impaludamento (cfr. Cap 7), e lungo le sponde del lago di Varese.

A questi depositi è attribuibile permeabilità scarsa.

DEPOSITI ANTROPICI

Sono costituiti da materiali inerti utilizzati per la realizzazione di rilevati stradali e ferroviari o per costruzioni civili ed industriali, sono stati cartografati poiché di estensione areale e spessore non trascurabili

Sono localizzati nella zona industriale di Cassinetta Rizzone, lungo la sede ferroviaria ed in corrispondenza del campo sportivo prossimo a Via Mazzini.

4 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA E GEOMECCANICA

Sulla base dei caratteri litologici e delle prove penetrometriche dinamiche eseguite in passato è possibile effettuare una prima caratterizzazione geotecnica dei terreni, in modo da fornire una suddivisione in *unità a comportamento geologico-tecnico omogeneo*; vista la diretta correlazione tra litologia e caratterizzazione geotecnica dei depositi in situ, le risultanze sono state riportate sulla Carta litologica e della dinamica geomorfologica (cfr. Tav. n. 1)

Per *caratterizzazione geotecnica* s'intende una definizione speditiva delle proprietà fisico-meccaniche dei terreni e delle rocce (in questo caso si parla di *caratterizzazione geomeccanica*), in relazione ad eventuali interventi di modificazione del suolo e primo sottosuolo.

Le indicazioni riportate in questo capitolo e nell'allegato cartografico relativo (cfr. Tav. n. 1) vanno considerate d'inquadramento preliminare e *non sufficienti per il dimensionamento di opere puntuali come edifici, infrastrutture, etc... (D.M. 14.01.08).*

Inoltre, all'interno delle classi particolarmente sfavorevoli dal punto di vista geotecnico e dove la normativa in vigore lo richiede sarà necessario provvedere a campagne geognostico-geotecniche e/o idrogeologiche adeguate.

In base alle risultanze dei rilievi e delle indagini in sito si sono distinte cinque unità geologico-tecniche principali, di cui le prime quattro riguardano i materiali incoerenti, l'ultima prende in considerazione i materiali lapidei. Sono ordinate tenendo conto del miglioramento delle caratteristiche geotecniche o geomeccaniche basando le considerazioni fatte sui risultati di una B.G.D., Basic Geotechnical Description of Rock Masses, effettuata sulle litologie presenti sul territorio comunale.

UNITA' 1

Denominazione: depositi lacustri.

Descrizione litologica: limi argillosi con torba.

Caratteristiche geotecniche: terreni prevalentemente coesivi, condizioni di addensamento basse, a comportamento geotecnico scadente; grado di compressibilità elevato. Permeabilità scarsa.

Giudizio sintetico: CARATTERISTICHE GEOTECNICHE SFAVOREVOLI.

UNITA' 2

Denominazione: depositi glaciolacustri.

Descrizione litologica: limi argillosi.

Caratteristiche geotecniche: terreni a comportamento prevalentemente coesivo, condizioni di addensamento basse;

Giudizio sintetico: CARATTERISTICHE GEOTECNICHE SFAVOREVOLI.

UNITA' 3

Denominazione: depositi fluvioglaciali.

Descrizione litologica: sabbie limose con ciottoli centimetrici

Caratteristiche geotecniche: terreni a comportamento incoerente, condizioni di addensamento variabili da medio-basse a medie, con densità relativa discreta, angolo di attrito medio. Permeabilità media.

Giudizio sintetico: CARATTERISTICHE GEOTECNICHE MEDIAMENTE FAVOREVOLI.

UNITA' 4

Denominazione: depositi morenici.

Descrizione litologica: sabbie inglobanti clasti poligenici di dimensione da centimetrica a decimetrica

Caratteristiche geotecniche: terreni a comportamento incoerente, condizioni di addensamento medie, con densità relativa discreta, angolo di attrito medio. Permeabilità media.

Giudizio sintetico: CARATTERISTICHE GEOTECNICHE MEDIAMENTE FAVOREVOLI.

UNITA' 5

Denominazione: Calcari Nummulitici

Descrizione litologica: calcari particellari di colore grigio chiaro biancastro.

Caratteristiche geotecniche-geomeccaniche: per una prima caratterizzazione di questa unità è stata eseguita, sull' affioramento in prossimità di Via Verdi, una B.G.D. (Basic Geotechnical Description of Rock Masses); qui di seguito vengono esposti i risultati ottenuti:

B.G.D n.1	Calcari Nummulitici					
Classi	5	4	3	2	1	0
L						
F						
S						
A						
W						
DESCRIZIONE	L3,F4,S3,A3,W4					
VRU	5÷10 cm ³					

Giudizio sintetico: CARATTERISTICHE GEOTECNICHE FAVOREVOLI.

5 DINAMICA GEOMORFOLOGICA

La carta litologica e della dinamica geomorfologica (Tav. n. 1) individua e descrive gli elementi esistenti relativi all'idrologia superficiale ed all'idrogeologia del territorio comunale, nonché le forme naturali attive e non attive dovute al modellamento del territorio da parte degli agenti geologici, idrogeologici, climatici ed antropici.

I molteplici elementi riprodotti in carta sono stati quindi analizzati e, per una migliore comprensione delle forme di dissesto e/o pericolosità, quelli potenzialmente a rischio sono stati riportati nella carta di sintesi

L'aspetto attuale del paesaggio è il risultato della sovrapposizione di processi in atto, costituenti le forme attive, che possono conoscere temporanei stati di quiescenza o di definitiva stabilizzazione e di forme relitte, ereditate da precedenti cicli di modellamento. In tutta l'area la morfologia attuale è il risultato dell'impronta glaciale spesso modificata e accidentata dai processi di evoluzione innescatesi dopo l'ultimo evento glaciale, nonché dall'intervento antropico.

Queste hanno lasciato come testimonianza della loro presenza delle conche occupate da laghi e paludi (Lago di Varese e di Biandronno) e da torbiere (la Torbiera di Cazzago Brabbia, per esempio), e degli anfiteatri e cordoni morenici intervallati da valli interglaciali.

L'assetto geomorfologico è condizionato da una serie di processi, i principali dei quali sono riferibili a:

- *Forme e processi legati all'azione delle acque superficiali;*
- *Forme e processi legati all'azione glaciale e fluvio-glaciale;*
- *Forme e processi legati all'azione antropica;*
- *Forme poligeniche.*

Forme e processi legati all'azione delle acque superficiali

EROSIONI DI SPONDA

Tali forme sono localizzate quasi esclusivamente lungo i Rii Fornace e Montese, in corrispondenza di tratti d'alveo ad andamento meandriforme. In particolare questi processi interessano la parte esterna del meandro dove l'azione erosiva dell'acqua è maggiore. Alla base della parete erosionale si ritrova l'accumulo del materiale franato ed in parte asportato dal corso d'acqua. Il progredire del processo erosionale all'esterno del meandro e di sedimentazione nella sua parte interna, comporta nel tempo il possibile salto del meandro, con creazione di un tipico laghetto a "corno di bue".

SOLCHI DI EROSIONE CONCENTRATA

Tali morfologie s'impostano a causa dell'azione erosiva concentrata e localizzata da parte delle acque di scorrimento superficiale lungo versanti ripidi. In particolare sul territorio comunale sono localizzati lungo Via Isola Virginia in corrispondenza della scarpata di raccordo tra i terrazzi fluvioglaciali e la piana occupata dai depositi lacustri.

AREE DI ESONDAZIONE LACUALE

Per il tracciamento delle aree di esondazione si è tenuto conto di diversi fattori quali le linee di costa desunte dalle mappe catastali, le evidenze morfologiche osservate nel corso dei rilievi in sito, aree interessate dagli eventi alluvionali del Novembre 2002 e le misurazioni del livello lacuale agli idrometri di Gavirate e Bodio.

Sono state quindi perimetrate le aree più frequentemente coinvolte dall'innalzamento delle acque del Lago di Varese, indicativamente con tempi di ritorno di c.ca 10/20 anni, corrispondenti ad una quota di c.ca m 239 s.l.m. e le aree comprese fino ad una quota di c.ca 240 m s.l.m., considerata la massima quota di esondazione in base alle misurazioni del livello del lago effettuate dal Consorzio del Fiume Bardello (misurazione del 02/12/2002).

AREE A RISTAGNO D'ACQUA

Sono state riconosciute alcune aree caratterizzate da modesta capacità drenante in corrispondenza di terreni a granulometria fine limoso-

argillosa e morfologicamente depresse rispetto alle aree circostanti. Queste sono localizzate principalmente lungo i Rii Fornace e Montese, in corrispondenza delle teste dei rami secondari, in prossimità delle località Fermata e Roncato, e tra le Vie Gramsci ed Europa concentrati in corrispondenza di bassi morfologici dove si raccolgono le acque di dilavamento superficiale che scorrono lungo le pendici dei rilievi collinari morenici. E' stata cartografa come area di ristagno anche gran parte della sponda del lago di Varese.

DEFLUSSI SUPERFICIALI E FENOMENI DI RUSCELLAMENTO

Il territorio è contraddistinto da deflussi superficiali che in occasione di intense precipitazioni possono dare origine a situazioni di media criticità interessando vie di scorrimento preferenziale come sedi stradali e carrarecce.

Similmente possono essere interessate dallo stesso fenomeno le numerose vallecole presenti nelle zone boschive.

Si possono inoltre osservare fenomeni di ruscellamento diffuso, dato il basso coefficiente di permeabilità delle coltri colluviali superficiali, in particolare lungo i versanti di località Roncato e nell'area immediatamente a monte della testa del Rio Fornace.

Forme e processi legati all'azione glaciale e fluvio-glaciale

CORDONI MORENICI

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

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

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

Nel territorio studiato si riconosce con chiarezza un dosso morenico, con direzione all'incirca N-SW. Presenta morfologia pronunciata, fianchi

mediamente acclivi che passano gradualmente alla "piana" fluvioglaciale, l'aspetto originario è stato localmente alterato dall'attività edificatoria .
Il primo tratto presenta quote massime sul dosso di località Montese m 273.70 s.l.m. e su quello di località Roncato m 278.98 s.l.m., e quote minime in Via Verdi m 264.27 s.l.m. ed Via F.lli Cairoli m 264.02 s.l.m..
Il secondo ed il terzo tratto, presenti a Sud di Via F.lli Cairoli, presentano rispettivamente quote massime di m 269.76 s.l.m e di m 270.46 s.l.m.
Un piccolo cordone morenico è anche localizzato ad Ovest della località Fornace, compreso tra i Rii Fornace e Montese con quote massime di m 253.71 s.l.m..

ORLI DI TERRAZZO

Rappresentano delle nette variazioni di pendenza della topografia. In questo contesto la loro genesi è da attribuire principalmente all'erosione da parte di corsi d'acqua ad opera di vecchie superfici di origine glaciale e fluvioglaciale. Tali forme si ritrovano distribuite su tutto il territorio comunale, soprattutto lungo il lago di Varese (cfr. Tav. n. 1 - Carta litologica e della dinamica geomorfologica).

Forme e processi legati all'azione antropica

GABBIONATE

Si tratta di opere realizzate per il contenimento di fenomeni di smottamento della ripa di sotto scarpa di Via Mazzini all'incrocio con Via Daverio.

GALLERIA

Si tratta di quello che sarebbe dovuto essere il canale esattore del Lago di Biandronno. Attualmente è presente una galleria (segnata in Tav. n. 1) aventi pareti di CLS e della lunghezza approssimativa di m 55. Al termine della galleria è presente del materiale franato.

RETI DI PROTEZIONE IN ADERENZA AL VERSANTE

Si tratta di pannelli in rete ancorati al substrato roccioso in corrispondenza dell'ingresso di due abitazioni private poste sulla trasversale di Via Verdi poco prima dell'incrocio con Via di Vittorio, e finalizzati al contenimento di eventuali rilasci di materiale lapideo.

ORLI DI TERRAZZO ANTROPICO

Rappresentano delle nette variazioni di pendenza della topografia. Sono distribuiti su tutto il territorio comunale, ed in corrispondenza di entrambi i campi sportivi coincidono con l'orlo del riempimento realizzato con materiale di riporto.

RIPORTI DI TERRENO

Sul territorio comunale si individuano estesi settori interessati dalla presenza di materiali riportati.

Sono localizzati nella zona industriale di Cassinetta Rizzone, lungo il tratto settentrionale della linea ferroviaria ed in corrispondenza del campo sportivo prossimo a Via Mazzini.

Forme poligeniche

ROTTURE DI PENDIO

Rappresentano, anche in questo caso, delle variazioni di pendenza della topografia, distinguendosi però dagli orli di terrazzo per le dimensioni nettamente maggiori e per la loro origine poligenica. All'interno del territorio comunale delimitano il versante calcareo prospiciente al lago di Varese.

5.1 ELEMENTI IDROLOGICI ED IDROGRAFICI

Corsi d'acqua

Nella cartografia prodotta sono stati evidenziati i principali corsi d'acqua che interessano il territorio comunale, distinguendo in modo dettagliato i tratti a cielo aperto e quelli tombinati.

6 ELEMENTI IDROGEOLOGICI

6.1 PUNTI DI CAPTAZIONE

L'approvvigionamento idrico del Comune di Biandronno è garantito dal Consorzio Bregano-Bardello-Biandronno-Malgesso.

Il sistema di alimentazione idrica del Comune di Biandronno è rappresentato da pozzi situati sia all'interno del territorio comunale sia al di fuori di esso.

L'unico pozzo ad uso idropotabile presente sul territorio comunale è il Pozzo Roncato situato a quota di m 262,8 s.l.m., in prossimità del confine comunale con Travedona Monate; i restanti tre pozzi di approvvigionamento idrico si trovano in Comune di Bregano (pozzi "Funtanitt").

Nella tabella successiva (Tab. 6.1) si riportano i pozzi pubblici che permettono l'approvvigionamento idrico del Comune.

codice	Località	Profondità	Falda	Portata
<u>1</u>	Bregano	32,50 m	Freatica	4 L/sec.
<u>2</u>	Bregano	45,00 m	Freatica	12 L/sec.
<u>3</u>	Bregano	45,00 m	Freatica	20 L/sec.
<u>4</u>	Biandronno (Loc. Roncato)	45,50 m	Freatica	3 L/sec.

Tab. 6.1: ubicazione e caratteristiche dei pozzi ad uso idropotabile

I dati di soggiacenza della falda relativi al pozzo Roncato sono riportati nella seguente tabella:

Anno	Profondità dal p.c. (metri)
1998	24,42
2003	23,40

Tab. 6.2: livelli statici della falda presso il pozzo Roncato

Nel Comune di Bregano è inoltre presente una sorgente il località "Funtanitt", con una portata di 15 L/sec.

A Biandronno sono presenti anche alcuni pozzi privati, utilizzati in passato per scopi prevalentemente agricoli o industriali. Alcuni di questi pozzi risultano attualmente chiusi; di altri non è noto se siano ancora attivi.

Tutti i pozzi presenti sul territorio comunale, idropotabili e privati, sono riportati nella Tav. n. 2; la stratigrafia è riportata in Allegato 1.

6.2 STRUTTURA IDROGEOLOGICA

I litotipi presenti nel Comune di Biandronno non permettono la presenza di falde superficiali sfruttabili dal punto di vista idropotabile.

I depositi di origine lacustre presentano scarsa permeabilità: essendo costituiti da materiali prevalentemente limoso - argillosi; i depositi glaciali e fluvio-glaciali, caratterizzati da una matrice fine sabbioso limosa in percentuale elevata, presentano una permeabilità media. Essi impediscono l'infiltrazione e la circolazione di acqua negli strati superficiali e subsuperficiali di terreno. In alcuni casi si formano falde sospese di piccola entità, costituite da un livello acquifero, solitamente di spessore modesto, incluso tra due strati di terreno impermeabili.

Diversamente la formazione litoide è molto fratturata in particolare in prossimità del confine con Bardello e questa sua caratteristica la rende molto permeabile.

Per la zona compresa tra i laghi di Monate, Comabbio e Varese è rappresentata, nella fig. n. 6.1, la carta delle isobate riferite alla superficie del substrato roccioso pre-quadernario, prevalentemente

impermeabile, che sorregge il principale acquifero della zona, contenuto nella sovrastante coltre di terreni incoerenti. Questo substrato, avendo subito gli effetti di intense azioni di erosione e di escavazione glaciale, presenta una morfologia piuttosto accidentata con lineamenti prevalenti di direzione nord-sud; si osserva infatti una successione di alti e bassi morfologici da occidente verso oriente (Barnaba, 1992).

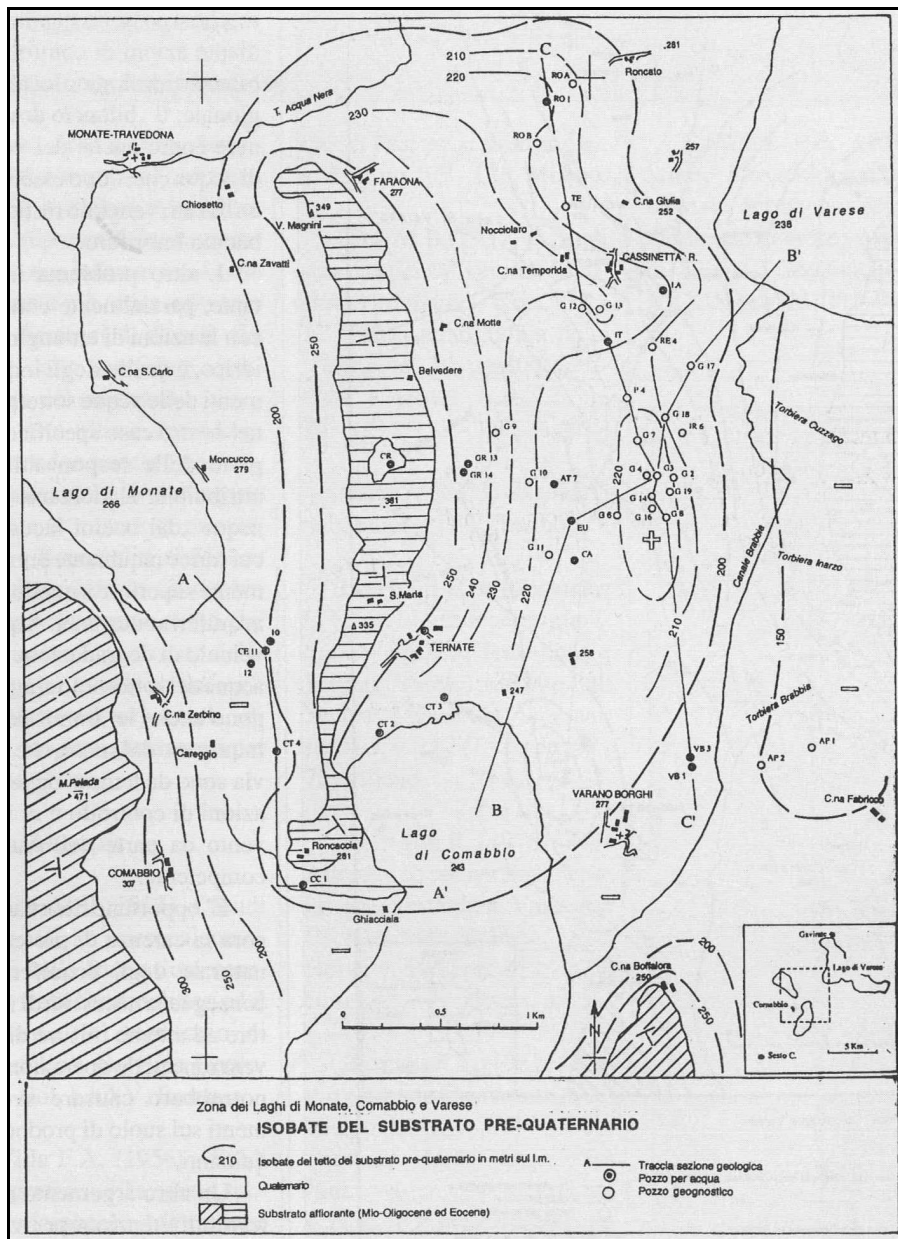


Fig. n. 6.1: Carte delle isobate del tetto del substrato pre-quaternario (Barnaba, 1992).

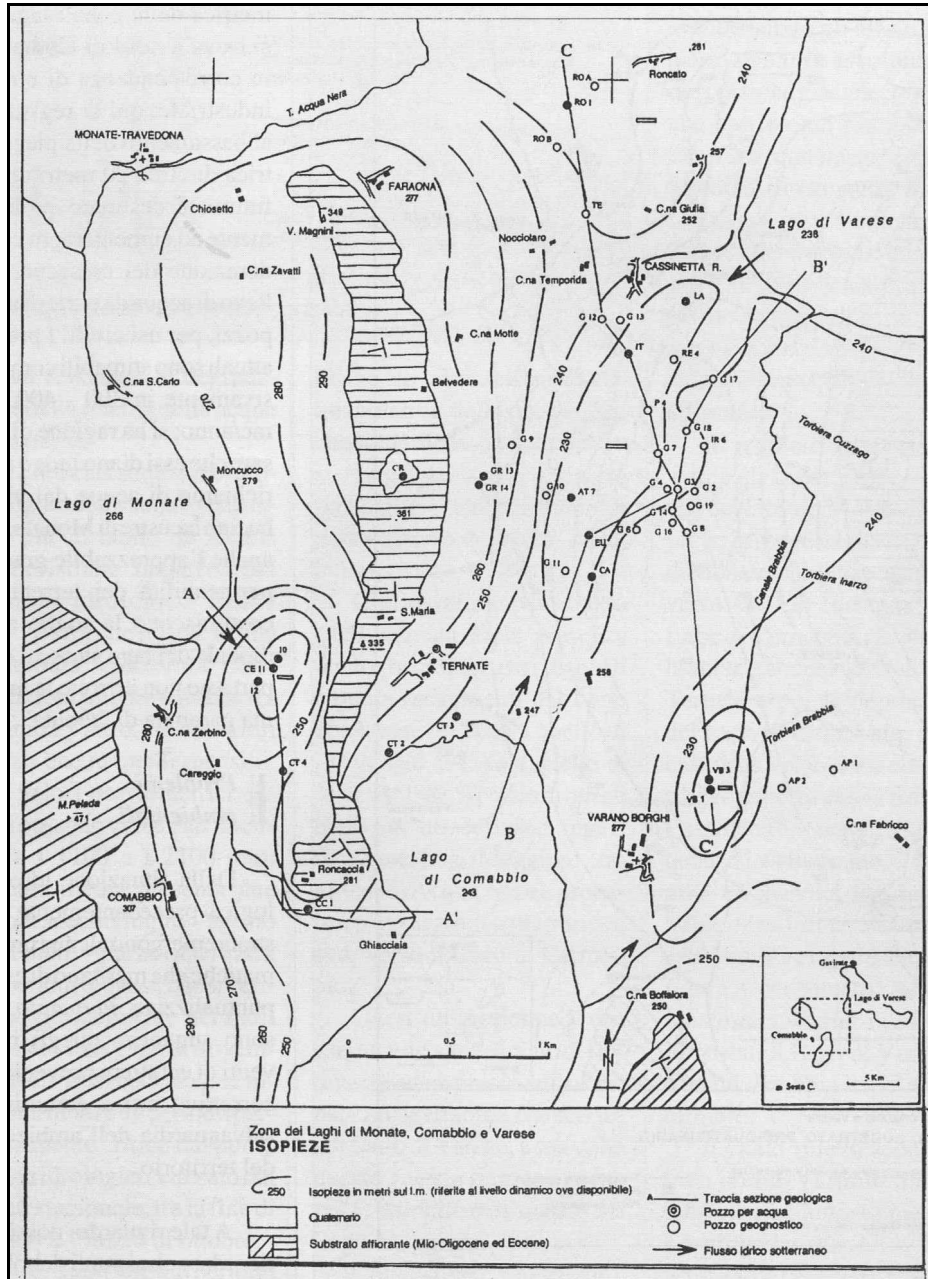


Fig. n. 6.2: Carte delle isopieze (Barnaba, 1992).

Da Ovest si trovano i rilievi mio-oligocenici di M. Pelada cui segue la depressione del Lago di Monate, che tende a fondersi verso sud-est con quella del Lago di Comabbio; successivamente si trovano la dorsale eocenica di Faraona- Ternate e la depressione del Lago di Comabbio che si esaurisce verso nord contro il rilievo sepolto che si trova tra Cassinetta e Varano, a sud del quale si sviluppano i rilievi mio-oligocenici di C.na Boffalora; infine, si trova l'avvallamento del

substrato in cui sono impostati il Lago di Varese, il Canale Brabbia e le vicine torbiere.

L'andamento della superficie piezometrica (Fig n. 6.2) è di conseguenza influenzato dalla morfologia del substrato pre-quaternario, questo è dovuto al fatto che alle depressioni morfologiche in genere corrispondono ispessimenti dei terreni acquiferi soprastanti e quindi maggiori potenzialità idriche sotterranee, mentre i dossi del substrato possono costituire delle barriere di permeabilità nei confronti delle acque sotterranee influenzandone il percorso.

Bacini idrogeologici

Nell'ambito del territorio varesino sono stati identificati (ATO, 2007; PTCP, 2007), per i diversi ambiti territoriali (montagna, collina e pianura) diverse strutture idrogeologiche aventi caratteristiche idrogeologiche omogenee. Il territorio di Biandronno ricade in un'area appartenente ai bacini idrogeologici del lago di Varese e del Ticino nord.

Il deflusso delle acque sotterranee risulta centripeto verso il lago di Varese, ad eccezione del limite meridionale del bacino del lago di Varese che cede una parte delle proprie acque al bacino del Ticino nord attraverso consistenti perdite lungo lo spartiacque.

6.3 AREE A BASSA SOGGIACENZA DI FALDA

Attraverso i dati acquisiti dalle indagini effettuate in passato ed a riscontri e rilievi effettuati in sito, oltre che dalla geomorfologia del territorio, si sono individuate sul territorio delle aree caratterizzate da falde acquifere presenti a bassa profondità (cfr. Tav. n. 2 – Carta idrogeologica).

Sono inoltre presenti, presso l'area urbanizzata del Comune di Biandronno, alcune falde sospese a bassa profondità, aventi presumibilmente limitata estensione laterale. Per la difficoltà di stabilire

con precisione la loro reale estensione, queste falde non sono state cartografate nella Tavola allegata.

6.4 BILANCIO IDROLOGICO

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

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

$$P = E_r + R + I$$

P = Precipitazioni (mm/a)

E_r = Evapotraspirazione reale (mm/a)

R = Ruscellamento superficiale (mm/a)

I = Infiltrazione efficace (mm/a)

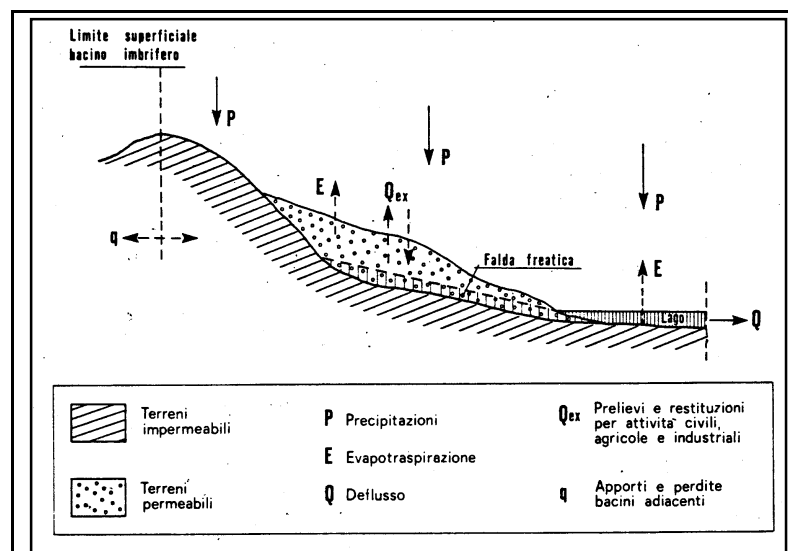


Fig.n. 6.2 – Schema idrologico teorico (Barnaba, 1982).

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

Precipitazioni – il valore della precipitazione media annua sul territorio comunale è stato ricavato dall'analisi della carta delle precipitazioni medie annue del territorio alpino lombardo (periodo 1891 – 1990) realizzata dalla Regione Lombardia; da questa si osservano valori di precipitazioni medie di c.ca 1.550 mm/a.

Evapotraspirazione – Il calcolo dell'evapotraspirazione reale è stato condotto tramite la formula di Turc (1954), di semplice utilizzo perché richiede la conoscenza solo delle precipitazioni e delle temperature medie. Per il territorio in esame è stato ricavato un valore medio di 615 mm/a.

Ruscamento superficiale – E' stato stimato considerando il coefficiente di deflusso del bacino analizzato (0,30), valutato in base alle caratteristiche litologiche e di uso del suolo. Si è quindi ottenuto un valore di c.ca 465 mm/a.

Infiltrazione efficace – Il valore dell'infiltrazione si ricava dall'equazione del bilancio idrico per sottrazione dei valori sopra ricavati ($I = P - D - E$). Per il territorio comunale di Biandronno si ottengono 470 mm/a corrispondenti sulla superficie in analisi a c.ca 2.394.000 m³/anno

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

Analizzando in particolare l'acquifero presente tramite una sezione idrogeologica (Fig. n. 2.1) ortogonale alle linee di flusso è possibile stimare la quantità d'acqua che costituisce la risorsa idrica comunale.

Considerando un gradiente idraulico medio di c.ca 1% ed una permeabilità pari a c.ca 1×10^{-5} m/sec con uno spessore di acquifero stimato in base alla sezione di c.ca 20 m si ricava un valore di flusso

naturale attraverso l'acquifero di c.ca $3 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{sec}$, che rapportato alla lunghezza della sezione analizzata (c.ca 2800m) determina una quantità d'acqua pari a c.ca 265.000 m^3/anno .

In base ai dati forniti dall'Ente gestore dell'acquedotto, il Consorzio fornisce annualmente 900.000 m^3 d'acqua ai 6810 abitanti dei comuni di Bardello (1512), Biandronno (3233), Bregano (788) e Malgesso (1277).

In base all'attuale condizione dell'acquedotto e dei punti di captazione il Consorzio stima nel 40% l'incremento di utenze alle quali è in grado di garantire l'approvvigionamento idrico.

6.5 VULNERABILITÀ INTRINSECA DELL'ACQUIFERO SUPERFICIALE

Generalità

La vulnerabilità intrinseca o naturale degli acquiferi si definisce come la suscettibilità specifica dei sistemi acquiferi, nelle loro diverse parti componenti e nelle diverse situazioni geometriche ed idrodinamiche, ad ingerire e diffondere, anche mitigandone gli effetti, un inquinante fluido od idroveicolato tale da produrre impatto sulla qualità delle acque sotterranee, nello spazio e nel tempo (Civita, 1987).

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

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

$$\text{Rischio} = \text{Pericolosità} * \text{Vulnerabilità} * \text{Valore}$$

La pericolosità viene intesa come la probabilità che si verifichi un certo evento di contaminazione con un determinato tempo di ritorno. La

vulnerabilità, invece, esprime l'attitudine a sopportare l'evento mentre il valore si riferisce alla qualità del corpo idrico che subisce l'evento, in termini socio-economici.

In questo ambito, è stata valutata la vulnerabilità intrinseca degli acquiferi. Sono state prese in considerazione, infatti, le caratteristiche idrogeologiche, litostrutturali e idrodinamiche del sottosuolo assimilando il comportamento dell'inquinante a quello dell'acqua, senza considerare le caratteristiche chemiodinamiche delle sostanze. Questa approssimazione rappresenta, in generale, un fattore di sicurezza poiché si verifica frequentemente che le interazioni liquido-liquido o liquido-solido da parte dell'inquinante determinano un'attenuazione del fronte di inquinamento. La vulnerabilità specifica degli acquiferi, invece, viene calcolata anche in base alle caratteristiche chimiche dell'inquinante e alle interazioni tra esso e il sistema in cui si diffonde, attraverso l'uso di opportuni modelli di simulazione.

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

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

Metodo SINTACS

Nel presente lavoro si è ritenuto opportuno procedere alla valutazione della vulnerabilità intrinseca dell'acquifero superficiale avvalendosi del metodo SINTACS (Civita, 2005), sia perché permette di

valutare la vulnerabilità intrinseca degli acquiferi basandosi su tutti i principali parametri che la determinano, sia perché esclude un condizionamento soggettivistico mediante l'uso di punteggi e pesi.

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

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

- Soggiacenza, risulta essere un parametro molto importante poiché dal suo valore assoluto e dalle caratteristiche idrogeologiche dell'insaturo dipende il tempo di transito (TOT) di un qualsiasi inquinante idroportato e la durata delle azioni autodepurative dell'insaturo;
- Infiltrazione efficace, da cui dipende il trascinamento in profondità degli inquinanti e la loro diluizione, dapprima nell'insaturo e quindi nella zona di saturazione;
- Non-saturo (effetto di autodepurazione del), comprende la parte di sottosuolo tra la base del suolo e la zona satura dell'acquifero nella quale fattori fisici e chimici lavorano in sinergia favorendo i processi di attenuazione;
- Tipologia della copertura, costituisce la prima linea di difesa ove avvengono importanti processi fisici chimici e biologici che costituiscono il potenziale di attenuazione del suolo;
- Acquifero (caratteristiche idrogeologiche del), ove avvengono i processi di dispersione, diluizione, assorbimento e reattività chimica del mezzo al di sotto della superficie piezometrica;
- Conducibilità idraulica dell'acquifero, ossia la capacità di spostamento dell'acqua sotterranea nel mezzo saturo e dunque degli inquinanti idroportati o con le stesse caratteristiche di densità dell'acqua sotterranea;

- Superficie topografica (acclività della), da cui dipende la quantità di ruscellamento che si produce a parità di precipitazione e la velocità di spostamento dell'acqua, e quindi degli inquinanti, sulla superficie.

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

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

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

dove:

- W è il peso relativo della stringa prescelta;
- S, I, N, T, A, C, S sono il punteggio di ciascuno dei sette parametri considerati dal metodo.

Risultati ottenuti

La stima della vulnerabilità intrinseca dell'acquifero superficiale alla scala comunale è stata effettuata suddividendo il territorio in cinque aree omogenee, principalmente in base alle caratteristiche litologiche dell'unità subaffiorante, parametro che riveste il peso maggiore nel calcolo della vulnerabilità.

Di seguito vengono descritte le caratteristiche delle cinque aree omogenee prese in considerazione:

- Area 1 - si tratta del settore settentrionale, presso la riva del Lago di Varese e l'intera area palustre del Lago di Biandronno. E' caratterizzata dalla presenza di limi sabbioso-argillosi con torbe; la falda idrica è subaffiorante.
- Area 2 - è caratterizzata dall'estesa copertura di origine fluvioglaciale che occupa gran parte del territorio comunale. Le litologie più rappresentate sono quelle a prevalenza sabbioso-

limosa con ciottoli e massi. La falda superficiale è supposta a profondità comprese tra 3 e 6 m da p.c. I suoli sono moderatamente profondi a tessitura medio fine.

- Area 3 – caratterizzata dai depositi morenici presenti nel settore centrale del territorio comunale. Tessitualmente si possono ricondurre a sabbie e sabbie limose con ghiaie, ciottoli e massi; non è presente una vera e propria falda, ma si possono verificare venute idriche per profondità superiori a m 7 - 10 da p.c. I suoli sono moderatamente profondi con tessitura medio fine.
- Area 4 – caratterizzata dai depositi glaciolacustri presenti presso il confine con Bregano. Questi depositi sono costituiti da materiale fine limoso-argilloso e sono caratterizzati da bassa permeabilità, senza una vera e propria falda.
- Area 5 - costituita da calcare conglomeratico a matrice calcilutitica (Calcare di Bardello) presente attorno al Lago di Biandronno; la falda è presente all'interno delle fessure e fratture esistenti nella roccia. I suoli sono poco profondi a tessitura grossolana.

I valori attribuiti ai 7 parametri sono convertiti in punteggi attraverso alcuni abachi previsti dal metodo stesso; questi punteggi vengono successivamente moltiplicati per i pesi scelti all'interno della stringa che meglio descrive la situazione idrogeologica. Per l'area presso il lago è stata scelta la stringa di pesi per aree soggette a drenaggio (Tabella 6.3), adatta a zone soggette ad esondazione; per le restanti quattro aree è stata utilizzata la stringa per aree soggette ad impatto rilevante, adatta a zone con antropizzazione estesa e/o abbondanti colture.

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

Tab. n. 6.3 – Stringa di pesi moltiplicatori previsti per Sintacs R5

Nelle tabelle seguenti sono rappresentati, per ciascuna delle cinque aree prese in esame, i punteggi assegnati ai diversi parametri, ai pesi e i totali. Nella parte bassa delle tabelle è inoltre indicato il grado di vulnerabilità delle aree ricavato confrontando i risultati delle analisi con gli intervalli di vulnerabilità definiti dal metodo Sintacs (Civita, 2005) e illustrati in figura 6.3.

Limi argillosi con torba (Depositi lacustri)				
Parametro	Valore	Punt.	Peso	Tot.
Soggiacenza	0 - 2 m	10	4	40
Infiltrazione	40 mm/y	2	4	8
Non-saturo	Argilla, limo, torba	1,5	4	6
Tipologia copertura	Argilla, limo, torba	0,5	2	1
Acquifero	Argilla, limo, torba	1,5	5	7,5
Conducibilità idrica	10^{-6} - 10^{-7} m/s	2	5	10
Superficie topografica	Pianeggiante	10	2	20
Grado di vulnerabilità basso				92,5

Tab. n. 6.4 – Stima della vulnerabilità intrinseca nell'Area 1.

Sabbia limosa con ciottoli (Depositi fluvioglaciali)				
Parametro	Valore	Punt.	Peso	Tot.
Soggiacenza	3 – 6 m	7	5	35
Infiltrazione	430 mm/y	5	5	25
Non-saturo	Depositi glaciali	5,5	4	22
Tipologia copertura	Franco sabbioso limoso	4	5	20
Acquifero	Depositi glaciali	5	3	15
Conducibilità idrica	$10^{-5} - 10^{-6}$ m/s	3,5	2	7
Superficie topografica	Subpianeggiante	8	2	16
Grado di vulnerabilità medio				140

Tab. n. 6.5 – Stima della vulnerabilità intrinseca nell'Area 2.

Sabbie con ciottoli e massi (Depositi morenici)				
Parametro	Valore	Punt.	Peso	Tot.
Soggiacenza	7 – 10 m	6	5	30
Infiltrazione	430 mm/y	5	5	25
Non-saturo	Depositi glaciali	4	4	16
Tipologia copertura	Franco sabbioso limoso	4,5	5	22,5
Acquifero	Depositi glaciali	4	3	12
Conducibilità idrica	10^{-6} m/s	2,5	2	5
Superficie topografica	Poco inclinato	6,5	2	13
Area subpianeggiante	Grado di vulnerabilità medio			123,5

Tab. n. 6.6 – Stima della vulnerabilità intrinseca nell'Area 3.

Limi argillosi (depositi glaciolacustri)				
Parametro	Valore	Punt.	Peso	Tot.
Soggiacenza	3 - 5 m	8	4	32
Infiltrazione	100 mm/y	4,5	4	18
Non-saturo	Argilla, limo, torba	1,5	4	6
Tipologia copertura	Argilla, limo, torba	0,5	2	1
Acquifero	Dep. glaciali fini	3	5	15
Conducibilità idrica	$10^{-6} - 10^{-7}$ m/s	2	5	10
Superficie topografica	Pianeggiante	9	2	18
	Grado di vulnerabilità basso			100

Tab. n. 6.7 – Stima della vulnerabilità intrinseca nell'Area 4.

Calcere di Bardello (Substrato lapideo)				
Parametro	Valore	Punt.	Peso	Tot.
Soggiacenza	10 - 30 m	4	5	20
Infiltrazione	480 mm/y	4,5	5	22,5
Non-saturo	Calcere	7	4	28
Tipologia copertura	Franco-sabbioso	6	5	30
Acquifero	Calcere	7	3	21
Conducibilità idrica	10^{-4} m/s	7	2	14
Superficie topografica	inclinata	2	2	4
Area inclinata	Grado di vulnerabilità medio			139,5

Tab. n. 6.8 – Stima della vulnerabilità intrinseca nell'Area 5.

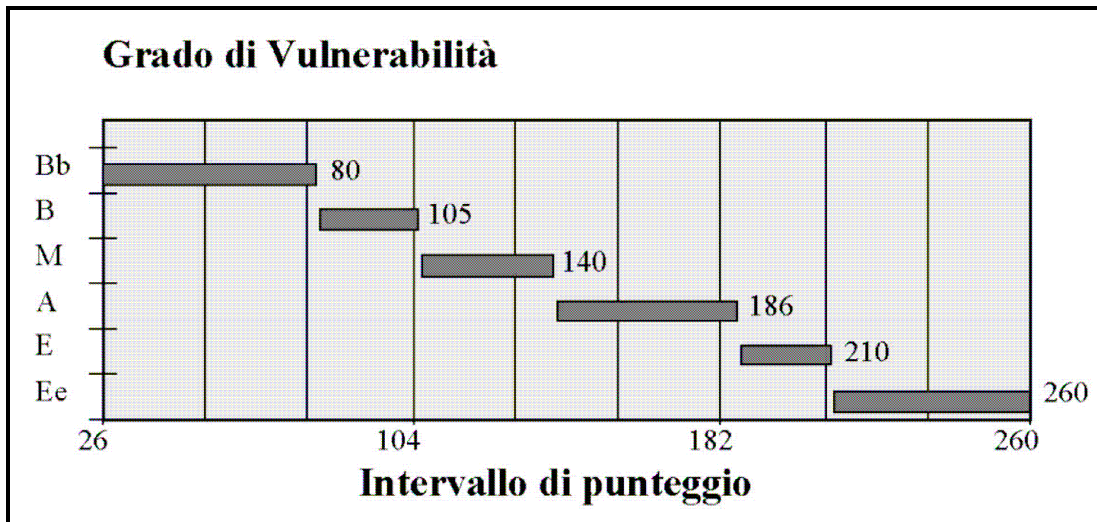


Fig. n. 6.3 – Intervalli di classificazione del grado di vulnerabilità (Civita, 2005).

Dalle tabelle precedenti si evince che presso le aree omogenee 2, 3 e 5 (copertura di origine glaciale, fluvioglaciale e substrato roccioso) i valori dei risultati ottenuti con il metodo SINTACS risultano compresi tra circa 120 e 140 con grado di vulnerabilità intrinseca medio, stimato secondo Civita. Nelle aree omogenee 1 e 4 (aree a tessitura fine), invece, i valori ottenuti sono compresi tra 90 e 100, con grado di vulnerabilità basso. Pertanto, nel comune di Biandronno sono stati individuati due diversi gradi di vulnerabilità, come rappresentato nella Carta idrogeologica (Tav. n. 2).

GRADO DI VULNERABILITÀ BASSO

Rientrano in questa classe le aree pianeggianti caratterizzate dalla presenza di depositi fini, dove il grado di vulnerabilità è determinato dalla presenza di una tavola d'acqua discontinua a debole profondità, parzialmente protetta da suoli più o meno profondi e da depositi di copertura aventi permeabilità bassa. In questa categoria rientrano i depositi pianeggianti presso il Lago di Varese, il Lago di Biandronno e l'area pianeggiante al confine con Travedona Monate.

GRADO DI VULNERABILITÀ MEDIO

Appartiene a questa classe la maggior parte del territorio comunale caratterizzato dalla presenza di depositi glaciali e fluvioglaciali a prevalente componente sabbiosa o sabbioso limosa; anche qui è presente una tavola d'acqua discontinua a debole profondità (3 – 10 m da p.c.) che però non risulta protetta da terreni a bassa permeabilità. Rientrano in questa categoria anche i dossi a scheletro calcareo presenti presso il Lago di Biandronno.

7 IL LAGO DI BIANDRONNO

Il lago di Biandronno, o meglio la torbiera di Biandronno, occupa una piccola conca grossolanamente subcircolare di ampiezza chilometrica (km 1,5 x 1 circa) di chiara origine glaciale collocata lungo la sponda nord-occidentale del lago di Varese, dal quale è separato da un esile setto di roccia calcarea. L'area di 128,2 ettari, situata tra i Comuni di Biandronno, di Bardello e di Bregano, costituisce un esempio di bacino lacustre giunto all'ultimo stadio della sua vita. Da un punto di vista geomorfologico, tutto il comprensorio, infatti, appare attualmente come una compatta formazione ad elofite (canneti e cariceti), contornata da boschi igrofilii e prati da sfalcio. Al centro della depressione sono presenti alcuni piccoli specchi d'acqua residuali che rappresentano ciò che resta dell'antico lago. Le informazioni che seguono sono in parte state tratte dal libro "Laghi e torbiere del circondario di Varese", Ing. Arch. Giuseppe Quaglia, Tipografia Macchi e Brusa - Varese, 1884 (per quanto riguarda le notizie storiche) e dallo "Studio idrogeologico della riserva naturale Lago di Biandronno", Uggeri A., Provincia di Varese - Sezione Caccia, Pesca e Agricoltura, 1999 (per quanto riguarda i rilievi attuali)

7.1 EVOLUZIONE STORICA

Questo lago, conosciuto anche come laghetto di Bardello, alla fine del XIX secolo aveva forma ovoidale (diametro maggiore di metri 1260 e larghezza di metri 380), con pelo libero superiore di 3,96 m a quello del Lago di Varese e volume complessivo di acqua pari a 917400 mc.

Secondo l'Ing. Quaglia, degli 81 ettari costituenti la depressione, lo specchio d'acqua ne occupava ben 54. In quegli anni l'anello di palude circostante il lago si estendeva per 27 ettari ed era in stato di espansione tale da far supporre all'autore una riduzione di superficie lacustre (pari a circa 13 ettari) nei due secoli precedenti.

Secondo i dati di livellazione di precisione effettuata dall'IGM nel 1896 le quote del Lago di Varese e del Lago di Biandronno sul livello del mare erano rispettivamente 238,3 m e 241,4 m.

Prima che gli interventi umani modificassero la situazione naturale, il lago di Biandronno era in stato di relativo isolamento, privo di immissari e di emissari, soggetto a cospicui innalzamenti (40-50 cm) dopo precipitazioni prolungate che potevano recare notevoli disagi alle popolazioni rivierasche.

Per l'Ing. Quaglia il collegamento, parte in trincea parte in galleria, del Lago di Biandronno con il Lago di Varese (Roggia Gatto) andrebbe fatto risalire alla fine del 1600, mentre l'escavazione del secondo canale (Roggia della Valle Resiga) sarebbe avvenuta successivamente, nel corso del XIX secolo. La realizzazione di questo canale sarebbe stata la causa della disattivazione della Roggia Gatto e del suo temporaneo interrimento.

Ricerche recenti compiute nel 1985 dagli ingegneri P. Mignosa e M. G. Tanda ("Relazione idraulica sul biotopo Lago di Biandronno") hanno evidenziato modifiche (manutenzione e parziale rifacimento) apportate nell'ultimo secolo al canale Roggia Gatto tali da farne riacquistare l'importanza per il mantenimento dei livelli nel corpo idrico.

7.2 STATO FISICO DELLA PALUDE

Attualmente l'area denominata come Lago di Biandronno è costituita quasi interamente da una palude: si presenta completamente piatta, con piccole zone emerse con modestissimo rilievo morfologico.

Sono presenti alcuni piccoli specchi d'acqua di cui il più esteso si trova in Comune di Bardello, nel settore nord-occidentale (superficie meno di m² 62.000) ed è a sua volta suddiviso in due bacini, comunicanti attraverso

due canali. Nello specchio d'acqua sono presenti numerosi isolotti, che indicano un processo di progressiva chiusura. Il pelo libero dell'acqua si attesta attorno a m 421,26 s.l.m.

Nella parte centrale della palude è presente un raggruppamento di specchi minori, in alcuni casi allineati quasi a simulare la presenza di un canale: si tratta presumibilmente di vecchi specchi lacustri in cui il processo di chiusura è più avanzato rispetto a quello del lago settentrionale. Sia in vicinanza del lago principale, sia in corrispondenza di quelli minori, non vi sono evidenze di scorrimento idrico.

Nella parte orientale della palude è presente un canale, approssimativamente lineare, che si raccorda con la Roggia Gatto (immissario del Lago di Varese), attualmente unico emissario della palude. Questo canale è riconoscibile per una sessantina di metri e perde quindi progressivamente la sua identità.

Attualmente il livello delle acque all'interno del bacino, anche durante cospicue precipitazioni meteoriche, non è soggetto ad innalzamenti quali avvenivano nel secolo scorso; questo a testimoniare il perfetto funzionamento della Roggia Gatto come canale regimatore delle piene.

Nella tabella seguente vengono raffrontati i dati di rilievi effettuati nel 1999 con quelli tratti dagli studi dell'Ing. Quaglia del 1880.

	Rilievi 1880	Rilievi 1999
Volume idrico totale (m ³)	917.400	83.120
Superficie totale occupata dalle acque (m ²)	540.000	70.380
Profondità massima (m)	2,50	1,36
Interrimento medio annuo (dal 1880 al 1999)	6.952 m ³	
Riduzione areale media annua (dal 1880 al 1999)	3.913 m ²	

Tab. n. 7.1: Confronto dimensionale rilievi 1880 – rilievi 1999.

7.3 GEOLOGIA DELL'AREA PALUSTRE

I depositi presenti all'interno di quest'area sono di due tipi: palustri e lacustri.

I depositi palustri sono costituiti da accumuli, a vario grado di humificazione, di materiale vegetale, poggianti su sabbie o limi, il cui spessore massimo si aggira, in prossimità delle rive, attorno al metro.

Dal punto di vista pedologico i suoli presso i confini della palude sono ascrivibili all'ordine degli Histosuoli della classificazione Soil Taxonomy dell'USDA. Si tratta di suoli caratterizzati da orizzonti dominati dal materiale organico.

I depositi lacustri sono rappresentati da limi argillosi massivi, di colore grigio-azzurro. Essi sembrano diffusi, in prevalenza, sulla riva sudorientale della palude.

7.4 BILANCIO IDROGEOLOGICO

Il bilancio idrogeologico di un bacino viene effettuato cercando di quantificare gli apporti al sistema e le uscite. Sinteticamente, si può ipotizzare il seguente modello:

Alimentazione del bacino

- precipitazione diretta sulla superficie palustre;
- scorrimento superficiale (precipitazione efficace sul settore di bacino esterno alla palude)
- alimentazione da parte di sorgenti.

Uscite

- evapotraspirazione
- evaporazione diretta dalla superficie lacustre
- deflusso superficiale (attraverso l'unico emissario: Roggia Gatto)
- travaso idrogeologico (verso il Lago di Varese attraverso il Complesso Carbonatico).

Attualmente il sistema si suppone stabile poiché non sono stati registrati innalzamenti o abbassamenti della superficie idrica degli specchi d'acqua presenti; per tale motivo il bilancio idrogeologico è pari (l'alimentazione eguaglia l'uscita).

8 RISCHIO SISMICO

Le particolari condizioni geologiche e geomorfologiche di una zona (condizioni locali) possono influenzare, in occasione di eventi sismici, la pericolosità sismica di base producendo effetti diversi che devono essere considerati nella valutazione generale della pericolosità sismica dell'area. Tali effetti vengono distinti in funzione del comportamento dinamico dei materiali coinvolti; pertanto gli studi finalizzati al riconoscimento delle aree potenzialmente pericolose dal punto di vista sismico sono basati, in primo luogo, sull'identificazione della categoria di terreno presente in una determinata area.

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

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

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

- *effetti di amplificazione topografica:* si verificano quando le condizioni locali sono rappresentate da morfologie superficiali più o meno articolate e da irregolarità topografiche in generale; tali condizioni favoriscono la focalizzazione delle onde sismiche in prossimità della cresta del rilievo a seguito di fenomeni di riflessione sulla superficie libera e di interazione fra il campo d'onda incidente e quello diffratto; se l'irregolarità topografica è rappresentata da substrato roccioso (bedrock) si verifica un puro effetto di amplificazione topografica, mentre nel caso di rilievi costituiti da

materiali non rocciosi l'effetto amplificatorio è la risultante dell'interazione (difficilmente separabile) tra l'effetto topografico e quello litologico di seguito descritto;

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

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

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

Nel caso di *aree interessate da particolari strutture geologiche sepolte e/o affioranti in superficie tipo contatti stratigrafici o tettonici quali faglie sismogenetiche* si possono verificare movimenti relativi verticali ed orizzontali tra diversi settori areali che conducono a scorrimenti e cedimenti differenziali interessanti le sovrastrutture.

Nel caso di *terreni particolarmente scadenti dal punto di vista delle proprietà fisico-meccaniche* si possono verificare fenomeni di

scivolamento e rottura connessi a deformazioni permanenti del suolo; per terreni granulari sopra falda sono possibili cedimenti a causa di fenomeni di densificazione ed addensamento del materiale, mentre per terreni granulari fini (sabbiosi) saturi di acqua sono possibili fluimenti e colamenti parziali o generalizzati a causa dei fenomeni di liquefazione. Nel caso di *siti interessati da carsismo sotterraneo o da particolari strutture vacuolari presenti nel sottosuolo* si possono verificare fenomeni di subsidenza più o meno accentuati in relazione al crollo parziale o totale di cavità sotterranee.

8.1 ***NORMATIVA***

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

La Regione Lombardia, con D.G.R. n. 14964 del 7 novembre 2003, ha preso atto della classificazione fornita in prima applicazione dalla citata Ordinanza 3274/03 (Fig. n. 8.1).

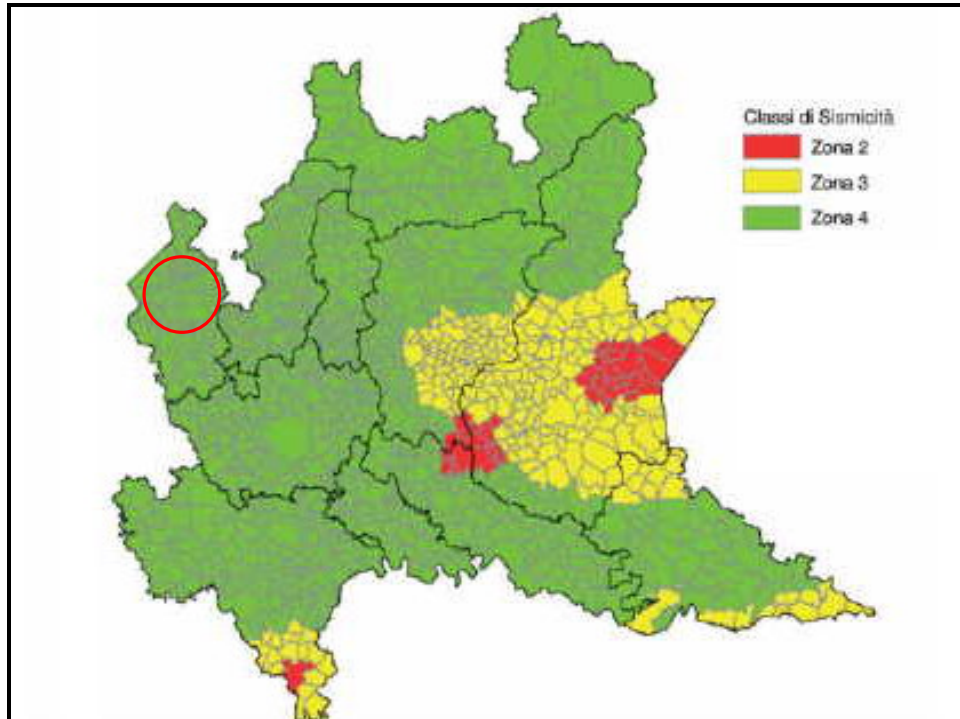


Fig. n. 8.1 – Classificazione sismica dei Comuni della Lombardia.

8.2 ANALISI DELLA SISMICITÀ DEL TERRITORIO

L'analisi della sismicità locale è stata condotta secondo la metodologia presentata nell'Allegato 5 della D.G.R. n. 8/1566 del 22-12-05. La metodologia utilizzata si fonda sull'analisi di indagini dirette e prove sperimentali effettuate su alcune aree campione della Regione Lombardia, i cui risultati sono contenuti in uno "Studio-Pilota" redatto dal Politecnico di Milano – Dip. di Ingegneria Strutturale, reso disponibile sul SIT regionale.

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

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

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

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

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

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

- quando, a seguito dell'applicazione del 2[^] livello, si dimostra l'inadeguatezza della normativa sismica nazionale all'interno degli scenari PSL caratterizzati da effetti di amplificazioni morfologiche e litologiche (zone Z3 e Z4 della Tabella 1 dell'Allegato 5);

- in presenza di aree caratterizzate da effetti di instabilità, cedimenti e/o liquefazione e zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico meccaniche molto diverse (zone Z1, Z2 e Z5).

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

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

8.3 CARTA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE (PSL)

La carta della pericolosità sismica locale (Tav. n. 3) rappresenta il risultato dell'analisi di 1[^] livello che consiste in un approccio di tipo qualitativo, propedeutico ai successivi livelli di approfondimento; si tratta di un metodo empirico che trova le basi nella continua e sistematica osservazione diretta degli effetti prodotti dai terremoti.

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

Nella Carta della pericolosità sismica locale viene riportata la perimetrazione areale delle diverse situazioni tipo (Tab. n. 8.1) in grado di determinare gli effetti sismici locali.

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

Tab. n. 8.1 – Scenari di pericolosità sismica locale (sono evidenziati gli scenari individuati per il territorio di Biandronno).

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

Z1c) Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana (determinata in base alla pendenza): comprende le aree nelle quali, in base a considerazioni sulla litologia dei terreni affioranti e sulla pendenza, oltre che dalle evidenze in sito, si ritengono possibili fenomeni di dissesto. Si tratta delle aree di scarpata maggiormente acclivi.

Z2) Zona con terreni di fondazione particolarmente scadenti:

comprende due aree: la zona lungo le sponde del Lago di Varese e l'area del Lago di Biandronno. Sono aree caratterizzate dalla presenza di terreni a granulometria fine, di chiara origine palustre, spesso con falda prossima al piano campagna, suscettibili di potenziale liquefazione.

Z3a) Zona di ciglio ($H > 10$ m):

è evidenziato sulla cartografia da un elemento lineare che mette in risalto l'orlo delle scarpate principali, aventi altezza superiore a 10 m e inclinazione superiore a 10° : sono localizzate in corrispondenza delle scarpate verso il Lago di Varese.

Z3b) Zona di cresta e/o cocuzzolo:

anch'essa evidenziata sulla cartografia da un elemento lineare che mette in risalto le linee di cresta principali (arrotondate e appuntite) ed i cocuzzoli, ubicati presso i principali dossi (in roccia e morenici).

Z4a) Zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e

fluvio-glaciali: in questa zona è compreso il centro storico di Biandronno e buona parte del settore urbanizzato; è costituita da materiali di origine fluvio-glaciale e glacio-lacustre di natura sabbioso-limosa con ciottoli e massi.

Z4c) Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o

coesivi: in questa zona sono comprese alcune fasce del settore centrale del territorio comunale, caratterizzate dalla presenza di rilievi morenici, con coperture glaciali di spessore consistente.

La carta della pericolosità sismica locale permette anche l'assegnazione diretta della classe di pericolosità e dei successivi livelli di approfondimento necessari (Tab. n. 8.2):

Sigla	SCENARIO PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE	CLASSE DI PERICOLOSITA' SISMICA
Z1a	Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi	H3
Z1b	Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti	H2 – livello di approfondimento 3°
Z1c	Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana	
Z2	Zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti (riporti poco addensati, terreni granulari fini con falda superficiale)	H2 – livello di approfondimento 3°
Z3a	Zona di ciglio H > 10 m (scarpata con parete subverticale, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica)	H2 – livello di approfondimento 2°
Z3b	Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo: appuntite - arrotondate	
Z4a	Zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi	H2 – livello di approfondimento 2°
Z4b	Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre	
Z4c	Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (compresi le coltri loessiche)	
Z4d	Zone con presenza di argille residuali e terre rosse di origine eluvio-colluviale	
Z5	Zona di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse	H2– livello di approfondimento 3°

Tab. n. 8.2 – *Classi di pericolosità per ogni scenario di pericolosità sismica locale (sono evidenziati gli scenari individuati per il territorio di Biandronno).*

All'interno delle aree definite come suscettibili di amplificazione sismica ed in prossimità delle linee di ciglio e di cresta (entro una distanza pari a c.ca l'altezza complessiva della relativa scarpata), nel caso di edifici strategici e rilevanti (elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n. 19904/03), devono essere sviluppati anche i livelli di approfondimento 2° e 3°.

9 VINCOLI

La carta dei vincoli (Tav. n. 4) è stata redatta su tutto il territorio comunale alla scala 1:5.000; vi sono rappresentate le limitazioni d'uso del territorio derivanti da normative e piani sovraordinati in vigore di contenuto prettamente geologico con particolare riferimento a:

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

Nell'ambito del territorio comunale di Biandronno sono stati individuati i seguenti vincoli.

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

Non sono presenti vincoli derivanti dal Piano di Assetto Idrogeologico del bacino del Fiume Po, ne si è ritenuto, in base agli studi effettuati, di proporre elementi in aggiornamento del quadro del dissesto presente nel SIT regionale.

9.2 VINCOLI DI POLIZIA IDRAULICA

In conformità a quanto previsto nel D.G.R. n° 7/13950 del 01 agosto 2003 "*Determinazione del reticolo idrico principale. Trasferimento delle funzioni relative alla polizia idraulica concernenti il reticolo idrico minore come indicato dall'art. 3 comma 114 della l.r. 1/2000 – Determinazione*

dei canoni regionali di polizia idraulica”, il Comune di Biandronno ha provveduto ad identificare il reticolo idrico comunale e a delimitare delle fasce di rispetto con istituzione di apposite norme tecniche per la difesa idrogeologica delle fasce stesse.

Lungo il corso dei fiumi e dei torrenti presenti sul territorio comunale sono state delimitate due fasce di rispetto:

- una fascia di tutela assoluta
- una fascia di protezione

Fascia di tutela assoluta

La fascia di tutela assoluta è stata tracciata seguendo un criterio combinato di tipo morfologico e geometrico; si estende quindi, per una distanza di 10 metri a partire dal piede arginale esterno del corso d’acqua oppure, in assenza di argini in rilevato, dalla sommità della sponda incisa. Questo criterio è stato adottato per tutti i corsi d’acqua presenti sul territorio comunale, fatta eccezione per il tratto di Canale Brabbia al confine con il Comune di Cazzago dove si sono tenuti 20 metri dal ciglio in relazione ad evidenze di possibili esondazioni legate all’assenza di argini idonei al contenimento delle acque di piena

Per quanto riguarda il Fosso di via Europa e il Fosso di via Vittorio Veneto sarà possibile ridurre a 5 m la fascia di tutela assoluta a seguito dell’approvazione da parte delle Autorità Competenti di un apposito studio idraulico che dimostri l’adeguatezza del canale al deflusso delle acque di piena.

In tali aree sono previste operazioni di difesa dall’erosione spondale, arginale e di regimazione dei deflussi idrici. Tali interventi devono essere progettati e realizzati anche in funzione della salvaguardia e della promozione della qualità dell’ambiente. Quando l’intervento prevede la costruzione di opere, è necessario adottare metodi di realizzazione tali da non compromettere in modo irreversibile le funzioni biologiche dell’ecosistema in cui vengono inserite ed arrecare il minimo danno possibile alle comunità vegetali ed animali presenti, rispettando contestualmente i valori paesaggistici dell’ambiente fluviale e vallivo.

Le tipologie utilizzate per la realizzazione delle opere devono corrispondere ai criteri di basso impatto ambientale; è pertanto raccomandato, ove possibile, l'utilizzo di tecniche d'ingegneria naturalistica quali: inerbimento, messa a dimora di specie arbustive o arboree, gradonate con talee e/o piantine, cordonata, viminata o graticciata, fascinata, copertura diffusa con astoni, grata in legname con talee, palizzata in legname con talee, palificata in legname con talee, muro di sostegno in pietrame rinverdito, gabbioni con talee, drenaggi con fascinate, briglie in legname e pietrame, terre rinforzate, reti o tessuti, etc. (cfr. Quaderno delle opere tipo – Piano per la difesa del suolo ed il riassetto idrogeologico legge n° 102 del 2 maggio 1990).

Norme tecniche

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

a.1) Sono lavori ed attività vietate quelle previste dall'art. 96 del R.D. n° 523 del 25.07.1904 ed in particolare:

- Lo scavo, il riporto, la trasformazione morfologica delle aree.
- Le piantagioni di alberi, siepi ed arbusti; lo sradicamento di piante e ceppaie oltre a qualsiasi attività agricola.
- La costruzione di muri anche non sporgenti dal piano campagna.
- La realizzazione di pescaie e chiuse.
- La realizzazione di impianti di smaltimento rifiuti, discariche e cave.
- Sono ammesse le recinzioni su paletti e reti da 6 a 10 metri dal piede esterno dell'argine fermo restando il divieto assoluto da 0 a 6 metri.
- Qualunque intervento che possa essere di danno alle sponde e/o alle opere di difesa esistenti.

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

Sono lavori ed attività ammessi:

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

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

- La previsione degli interventi edilizi per quanto riguarda gli aspetti geologici dovrà far riferimento alla D.G.R. del 22/12/2005 n.8/1566.
- Sono possibili interventi manutentivi.
- E' permessa la demolizione senza ricostruzione.
- Non è consentito il cambio di destinazione d'uso.

Fascia di protezione

La seconda fascia, tracciata su base geometrica (eccezionalmente su base morfologica), si estende per un minimo di 10 metri dalla fascia di

tutela assoluta, ad esclusione del Rio Gatto, del fosso della Palude e del tratto di Canale Brabbia dove non è stata prevista la fascia di protezione in quanto si è ritenuto la fascia di tutela assoluta sufficientemente ampia ai fini di un'adeguata salvaguardia.

Norme tecniche

Per tali fasce è permessa la realizzazione d'interventi di difesa idrogeologica come per le zone di tutela assoluta, ma anche interventi edificatori ed in tal caso la progettazione dovrà essere accompagnata da uno studio geologico di dettaglio teso a definire:

- Gli aspetti geotecnici e/o geomeccanici dei terreni e/o rocce di sedime.
- Gli aspetti concernenti la stabilità del complesso opera-ciglio spondale.
- Gli aspetti idrologici con particolare riferimento all'erosione operata dalle acque di scorrimento superficiale dirette verso l'alveo torrentizio.

Tali studi dovranno tener conto di fattori quali: l'orografia, il clima, il suolo e sottosuolo, il regime idraulico e la vegetazione. Non ultimo dovranno essere considerati i fattori antropici come il periodo d'intervento, la possibilità di manutenzione e la modalità di esecuzione del lavoro.

In linea generale non dovranno essere previsti interventi che favoriscano il deflusso "selvaggio" delle acque con susseguente erosione lungo il versante e lungo il ciglio torrentizio e che impediscano l'assorbimento naturale nel suolo.

9.3 AREE DI SALVAGUARDIA DELLE CAPTAZIONI AD USO IDROPOTABILE

Sono riportate le aree di tutela assoluta e di rispetto, ai sensi del D.Lgs. 258/2000, art. 5, del pozzo comunale (Pozzo Roncato).

L'**area di tutela assoluta** (art. 5 comma 4 D.Lgs. 258/2000) è costituita dall'area immediatamente circostante la captazione: essa deve avere una estensione di almeno dieci metri di raggio dal punto di captazione, deve essere adeguatamente protetta (recinzioni; sistemi di allontanamento delle acque meteoriche; impermeabilizzazione del terreno superficiale; difesa da esondazioni di corpi idrici superficiali) e adibita esclusivamente ad opere di captazione o presa e ad infrastrutture di servizio.

L'**area di rispetto** è costituita dalla porzione di territorio circostante la zona di tutela assoluta, delimitata secondo il criterio geometrico (circonferenza di raggio 200 m).

Quest'area deve essere sottoposta a vincoli e destinazioni d'uso tali da tutelare qualitativamente e quantitativamente la risorsa idrica captata (art. 5 comma 5 D.Lgs. 258/2000). In particolare nella zona di rispetto sono vietati l'insediamento dei seguenti centri di pericolo e lo svolgimento delle seguenti attività:

- a. dispersione di fanghi ed acque reflue, anche se depurati;
- b. accumulo di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi;
- c. spandimento di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi, salvo che l'impiego di tali sostanze sia effettuato sulla base delle indicazioni di uno specifico piano di utilizzazione che tenga conto della natura dei suoli, delle colture compatibili, delle tecniche agronomiche impiegate e della vulnerabilità delle risorse idriche;
- d. dispersione nel sottosuolo di acque meteoriche proveniente da piazzali e strade;
- e. aree cimiteriali;
- f. apertura di cave che possono essere in connessione con la falda;
- g. apertura di pozzi ad eccezione di quelli che estraggono acque destinate al consumo umano e di quelli finalizzati alla variazione della estrazione ed alla protezione delle caratteristiche qualitative e quantitative della risorsa idrica;
- h. gestione di rifiuti;

- i. stoccaggio di prodotti ovvero sostanze chimiche pericolose e sostanze radioattive;
- l. centri di raccolta, demolizione e rottamazione di autoveicoli;
- m. pozzi perdenti;
- n. pascolo e stabulazione di bestiame che ecceda i 170 chilogrammi per ettaro di azoto presente negli effluenti, al netto delle perdite di stoccaggio e distribuzione. E' comunque vietata la stabulazione di bestiame nella zona di rispetto ristretta.

Per gli insediamenti o le attività di cui ai punti precedenti, preesistenti, ove possibile e comunque ad eccezione delle aree cimiteriali, sono adottate le misure per il loro allontanamento: in ogni caso deve essere garantita la loro messa in sicurezza.

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

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

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

9.4 GEOSITI

I Geositi rappresentano un oggetto geologico ritenuto meritevole di tutela (WIMBLEDON); elemento geologico riconoscibile come bene geologico qualora ad esso sia possibile associare un valore scientifico, ai fini della comprensione dei processi geologici in atto e/o nei termini

dell'esemplarità didattica (PANIZZA, PIACENTE). I geositi trovano una posizione ben definita nella normativa comunitaria, in particolare nella Raccomandazione del Consiglio d'Europa Rec(2004)3 sulla conservazione del patrimonio geologico e delle aree di particolare interesse geologico, adottata dal Comitato dei Ministri il 5 maggio 2004.

Lago di Biandronno – è compreso come Geosito nell'allegato 14 della D.G.R. 28 Maggio 2008 n. 8/7374; è stato istituito con D.C.R. 1857 del 19/12/1984 e rientra nella categoria delle riserve naturali.

È inoltre un'area classificata come Sito di Importanza Comunitaria (SIC) nell'ambito del programma Rete Natura 2000 secondo la Direttiva 92/43/CEE (G.U. della Repubblica Italiana n. 156 del 7 luglio 2005)

Le caratteristiche salienti di quest'area sono riportate nell'apposito capitolo della presente relazione (Cap. n. 8 – Lago di Biandronno)

10 SINTESI

Al fine di raccogliere, in un unico elaborato, le informazioni più significative per la pianificazione territoriale è stata proposta una Carta di Sintesi alla scala 1:2.000 (Tav. n. 5), che evidenzia i differenti aspetti dell'area oggetto di studio.

L'elaborato risulta essere il documento finalizzato al gruppo interdisciplinare di progettazione del piano ed avrà lo scopo di fornire un quadro sintetico dello stato del territorio al fine di procedere a valutazioni diagnostiche.

Tale documento, in conformità alle specifiche tecniche di cui alle Direttive regionali N° 8/1566 del 22-12-05 e N° 8/7374 del 28 Maggio 2008, in attuazione della L.R. 12/05, alle linee guida metodologiche ed alle indicazioni classificative ivi contenute è stato elaborato attraverso la sovrapposizione dei singoli tematismi considerati, che sono parsi i più idonei per descrivere compiutamente le caratteristiche del territorio comunale. Gli elementi geo-ambientali riportati nella cartografia di dettaglio sono stati raggruppati secondo tematiche simili tenendo conto dei fattori prevalenti, sia in senso qualitativo sia quantitativo, al fine di fornire un quadro sintetico dello stato del territorio.

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

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

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

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

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

C.7	Aree interessabili da fenomeni di erosione fluviale e non idoneamente protette da interventi di difesa	4
C.8	Aree adiacenti a corsi d'acqua da mantenere a disposizione per consentire l'accessibilità per interventi di manutenzione e per la realizzazione di opere di difesa	4
C.9	Aree potenzialmente interessate da flussi di detrito in corrispondenza dei conoidi pedemontani di raccordo collina - pianura	3
C. ..	Altro	

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

Tab. n. 10.1 – *Ambiti di pericolosità e vulnerabilità secondo il D.G.R. n° 8/1566 del 22-12-05; *Classi di ingresso di fattibilità che non possono essere variate.*

10.1 *AMBITI DI PERICOLOSITÀ E VULNERABILITÀ DEL TERRITORIO COMUNALE*

Qui di seguito verranno elencate le classi effettivamente rinvenibili sul territorio del comune di Biandronno:

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

- A.11.1: Aree a pericolosità potenziale elevata legata a possibilità di innesco di fenomeni di dissesto in detrito e terreno;
- A.11.2: Aree a pericolosità potenziale medio-bassa legata a possibilità di innesco di fenomeni di dissesto in detrito e terreno.

B: Aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico

- B.2: Aree con emergenze idriche diffuse (emergenza della falda);

- B.3: Aree a bassa soggiacenza della falda.

C: Aree vulnerabili dal punto di vista idraulico

- C.4: Aree soggette a esondazioni lacuali;
- C.7: Aree interessabili da fenomeni di dinamica fluviale a pericolosità bassa.

D: Aree che presentano scadenti caratteristiche geotecniche

- D.1: Aree di possibile ristagno, torbose e paludose;
- D.2: Aree prevalentemente limo-argillose con limitata capacità portante;
- D.4: Aree con riporti di materiale.

F: Altre aree

- F1: Aree con scarsi/assenti fenomeni geologici e geomorfologici in zone da debolmente acclivi a pianeggianti.

10.2 DESCRIZIONE DEGLI ELEMENTI DI SINTESI

Le varie classi saranno diffusamente descritte qui di seguito indicando le tipologie di dissesto che le interessano e dando dei riferimenti geografici per la loro individuazione nelle cartografie tematiche.

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

A11: AREE A PERICOLOSITÀ POTENZIALE LEGATA A POSSIBILITÀ DI INNESCO DI FENOMENI DI DISSESTO IN DETRITO E TERRENO.

- **A11.1: AREE A PERICOLOSITÀ POTENZIALE ELEVATA**
- **A11.2: AREE A PERICOLOSITÀ POTENZIALE MEDIO-BASSA**

In base alla geomorfologia ed all'analisi della topografia sono state delimitate le aree che presentano versanti con pendenze elevate. Ricadono in questa categoria i versanti del substrato lapideo calcareo, a Nord del Rio Fornace e lungo il tratto di sponda più settentrionale del lago di Varese.

Queste aree a causa della loro morfologia acclive che potrebbe dare adito a dissesti, specialmente in caso di eventi meteorologici eccezionali o in caso di interventi antropici destabilizzanti (quali la rimozione della copertura vegetale), sono da considerare ad elevata pericolosità .

I fenomeni più probabili sono: "creep" superficiale o scivolamenti della copertura lungo la superficie suolo-substrato, colate di materiale fine durante eventi meteorici intensi e crolli di roccia per substrato affiorante fratturato.

Sono state suddivise due sottoaree, a diverso grado di pericolosità in funzione della pendenza.

Al momento dei rilievi non erano evidenti segni che lasciassero presupporre una attività del suolo (alberi caduti, nicchie di frana) ma si pone l'attenzione sul fatto che, in questo ambito, i fenomeni gravitativi possono essere attivati in seguito al taglio della vegetazione sia arborea sia arbustiva, rendendo inoltre il terreno più esposto all'azione delle acque meteoriche.

Classe B: Aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico

B2: AREE CON EMERGENZE IDRICHE DIFFUSE (EMERGENZA DELLA FALDA)

In questo ambito ricade l'intera area facente parte del Lago di Biandronno. Date le caratteristiche dell'area, la falda si trova alla stessa quota del piano campagna ed emerge diffusamente in aree in cui i depositi si trovano al di sotto del livello freatico.

B3: AREE A BASSA SOGGIACENZA DELLA FALDA

La porzione di territorio a ridosso della zona lacuale si caratterizza per la presenza della falda acquifera ad un livello prossimo al piano campagna.

Classe C: Aree vulnerabili dal punto di vista idraulico

C.4: AREE SOGGETTE A ESONDAZIONI LACUALI

Le aree comprese in questa classe di sintesi sono localizzabili nella zona rivierasca del Lago di Varese che presenta sponde basse ed è fiancheggiata da aree pianeggianti.

Questo assetto morfologico favorisce l'esondazione delle acque lacustri in caso di forti piogge o di periodi prolungati di piovosità.

Si distinguono due sottoclassi:

C.4.1: Aree soggette a frequenti esondazioni lacuali

Si tratta delle aree poste ad una quota inferiore a m 239 s.l.m., allagabili con tempi di ritorno indicativi di 10/20 anni; nel caso di eventi eccezionali in questi settori (al di sotto di quota m 239 s.l.m.) si registrerebbero valori di altezza d'acqua dal p.c. anche superiori al metro che determinano condizioni di elevata pericolosità.

C.4.2: Aree soggette a esondazioni lacuali con minor frequenza

Comprende le sponde del Lago di Varese fino ad una quota di c.ca 240 m s.l.m., considerata la massima quota di esondazione secondo le misurazioni del Consorzio del Fiume Bardello.

C.7 - AREE INTERESSABILI DA FENOMENI DI DINAMICA FLUVIALE

Sono incluse in questa classe tutte le aree adiacenti ai corsi d'acqua che presentano fenomeni di esondazione e dissesti morfologici legati all'azione delle acque torrentizie (esondazioni, erosioni, dissesti, ecc) dovuti a precipitazioni di eccezionale intensità.

L'erosione fluviale attiva al piede dei versanti causa numerosi fenomeni di smottamento, in genere di piccole dimensioni che provocano accumuli di materiali in alveo, restringendone la

sezione, e un costante arretramento del ciglio; sono anche osservabili fenomeni di esondazione localizzati nei settori dove sono presenti sponde e argini più bassi, o fenomeni di spagliamento, dove l'alveo del corso d'acqua perde definizione in corrispondenza di zone pianeggianti.

Queste aree, poste lungo i corsi d'acqua che presentano delle problematiche dal punto di vista della dinamica fluviale presentano sempre, all'interno del Comune di Biandronno, bassa pericolosità.

Classe D: Aree contraddistinte da scadenti caratteristiche geotecniche

D1: AREE DI POSSIBILE RISTAGNO, TORBOSE E PALUOSE

Ricadono in questa categoria le aree che presentano consistenti ristagni idrici, localizzati in corrispondenza di litologie limoso-argillose. Il fenomeno di ristagno è favorito dalla bassa permeabilità tipica di depositi fini nonché dalla presenza di numerose venute d'acqua che favoriscono lo sviluppo di piccoli canneti e danno vita ad una rigogliosa vegetazione palustre.

Sono localizzate in corrispondenza del lago di Biandronno, in alcuni tratti prossimi agli alvei dei corsi d'acqua e lungo la sponda del lago di Varese.

D2: AREE PREVALENTEMENTE LIMO-ARGILLOSE CON LIMITATA CAPACITA' PORTANTE

In questa classe si possono identificare le aree che presentano caratteristiche geotecniche scadenti, come rappresentate sulla carta litologica con la sigla A (cfr. Tav. 1). Sono presenti nella zona del lago di Biandronno e nel suo immediato intorno, nell'area compresa tra i Rii Fornace e Montese, caratterizzata dalla presenza di depositi glaciolacustri e nella fascia spondale del lago di Varese, compresi l'Isola Virginia ed il tratto prossimo al Canale Brabbia.

Lo scadente comportamento geotecnico, evidenziato spesso da ristagni idrici, e' dovuto alla composizione prevalentemente fine di questi terreni ed alla loro natura paludosa con una frequente presenza di torbe.

D4: AREE CON RIPORTI DI MATERIALE

Ricadono in questa categoria estese aree di materiale di riporto, le quali presentano un'ampia variabilità di caratteristiche litologiche e geotecniche in funzione delle finalità per cui sono stati realizzati, dei materiali utilizzati e della metodologia di messa in posto.

Sono localizzati in corrispondenza della zona industriale in località Cassinetta Rizzone, di rilevati stradali e ferroviari, e dei due campi sportivi.

Classe F: Altre aree

Le zone comprese in questa classe non evidenziano consistenti situazioni di pericolosità, grazie al loro favorevole assetto geologico e geomorfologico o alla stabilizzazione di antichi eventi franosi.

F.1: AREE CON SCARSI/ASSENTI FENOMENI GEOLOGICI E GEOMORFOLOGICI IN ZONE DA DEBOLMENTE ACCLIVI A PIANEGGIANTI.

Rientrano in questa categoria di sintesi quelle aree che non mostrano particolari fenomeni d'instabilità potenziali o in atto e che presentano una morfologia semi pianeggiante o poco ondulata con pendenze mediamente inferiori a 15°.

Caratterizzano la maggioranza del territorio comunale, interessando sia la piana dei depositi fluvioglaciali che i rilievi morenici.

11 FATTIBILITA' GEOLOGICA

Tutte le analisi condotte permettono la definizione di questo elaborato (Tav. n. 6) che, mediante la valutazione incrociata degli elementi cartografati, individua e formula una proposta di suddivisione dell'ambito territoriale d'interesse in differenti aree, che rappresentano una serie di "classi di fattibilità geologica". Tale elaborato non è da intendersi come una semplice carta del rischio geologico ma rappresenta una sintesi più applicativa delle problematiche connesse al territorio, unitamente alla situazione urbanistico-ambientale dell'area.

Sulla base delle indicazioni formulate dal Servizio Geologico della Regione Lombardia è proposta una classificazione costituita da differenti classi, in ordine alle possibili destinazioni d'uso del territorio; sono zone per le quali sono indicate sia informazioni e cautele generali da adottare per gli interventi, sia gli eventuali studi e le indagini di approfondimento.

In base alle valutazioni effettuate, considerando gli elementi geologici, geomorfologici ed idrogeologici riconosciuti, il territorio comunale è stato suddiviso in tre classi di fattibilità geologica:

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

Le zone limite tra le differenti classi di fattibilità geologica vanno necessariamente intese come «fasce di transizione», sia per i limiti grafici delle basi topografiche utilizzate che per i possibili mutamenti naturali del territorio; in queste zone dovrà essere prestata particolare attenzione all'intorno dei limiti, considerando l'eventualità che essi possano subire rettifiche in base ad indagini geologiche specifiche di approfondimento. Si ricorda che per tutte le aree, indipendentemente dalla classe di fattibilità geologica, valgono le prescrizioni dettate dal D.M. 14.01.2008: "Norme Tecniche per le Costruzioni".

11.1 FATTIBILITÀ CON MODESTE LIMITAZIONI (CLASSE 2)

In questa classe ricadono le aree nelle quali sono state riscontrate modeste condizioni limitative alla modifica d'uso dei terreni. Sono tuttavia indicate le specifiche costruttive degli interventi edificatori e gli eventuali approfondimenti per la mitigazione del rischio.

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

2-A: AREE CON MODESTE PROBLEMATICHE GEOLOGICHE, IDROGEOLOGICHE, IDRAULICHE E GEOTECNICHE

➤ *F1: Aree con scarsi/assenti fenomeni geologici e geomorfologici in zone da debolmente acclivi a pianeggianti;*

In queste zone i progetti degli interventi di urbanizzazione dovranno porre particolare attenzione alla modalità di smaltimento delle acque meteoriche ed in particolare al rapporto tra opera e versante in relazione al possibile verificarsi di instabilità dei terreni oggetto di modifica morfologica.

Si dovrà fare attenzione a non favorire lo scorrimento incontrollato delle acque con susseguente erosione lungo il versante e a non realizzare opere che impediscano l'assorbimento naturale nel suolo. Bisognerà porre attenzione all'esecuzione di recinzioni che potrebbero fungere da sbarramento al naturale deflusso superficiale delle acque.

Si dovrà inoltre porre attenzione alla profondità di riscontro di eventuali falde sospese ed acquiferi superficiali di interstrato e vista la predominanza di depositi limosi dovranno essere messe appunto idonee opere di smaltimento delle acque meteoriche.

Per le opere di nuova edificazione, pur non essendo stati individuati fenomeni geologici e geomorfologici di rilievo, si devono prevedere *approfondimenti per l'individuazione delle possibili problematiche*

geologiche a scala locale, oltre che le indagini previste dal D.M. del 14.01.2008 in fase esecutiva.

11.2 FATTIBILITÀ CON CONSISTENTI LIMITAZIONI (CLASSE 3)

La classe comprende le zone nelle quali sono state riscontrate consistenti limitazioni alla modifica delle destinazioni d'uso dei terreni per l'entità e la natura dei rischi individuati.

L'utilizzo di queste aree per interventi di edificazione sarà subordinato alla realizzazione di indagini supplementari volte all'acquisizione di informazioni più particolareggiate ed alla programmazione di eventuali interventi di tutela e/o protezione.

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

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

➤ ***A.11.2: Aree a pericolosità potenziale medio-bassa legata a possibilità di innesco di fenomeni di dissesto in detrito e terreno***

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

Per le aree cartografate in questa classe di fattibilità, in caso di interventi che implicino modifiche alla destinazione d'uso o in caso vengano destinate ad interventi di urbanizzazione, è necessario procedere alla previsione di *relazioni geologiche di approfondimento*.

Più precisamente saranno richieste:

- Verifica di stabilità del versante.
- Caratterizzazione geotecnica dei litotipi presenti per definire i parametri fisici fondamentali.

- Rilievo geomorfologico di dettaglio con analisi dei deflussi idrici superficiali.

Nella progettazione di opere edificatorie dovranno essere previsti interventi di regimazione idraulica per lo smaltimento delle acque meteoriche, interventi di difesa del suolo ed accorgimenti per garantire le necessarie condizioni di sicurezza dell'interazione tra il versante e l'opera in progetto; in fase di corso d'opera dovrà essere garantita anche la sicurezza dei fronti di scavo.

3-B: AREE VULNERABILI DAL PUNTO DI VISTA IDROGEOLOGICO

- *B.3: Aree a bassa soggiacenza della falda;*

Le aree situate in corrispondenza di tale ambito di sintesi dovranno essere soggette a verifiche atte a definire, mediante relazione idrogeologica, le caratteristiche locali della falda, la posizione, le oscillazioni e le interazioni con l'opera in progetto; in particolare andranno rispettati i criteri dettati dal *D.M. 14.01.2008*.

3-C: AREE VULNERABILI DAL PUNTO DI VISTA IDRAULICO

- *C.4.2: Aree soggette a esondazioni lacuali con minor frequenza;*
- *C.7: Aree interessabili da fenomeni di dinamica fluviale a pericolosità bassa.*

La progettazione di nuove opere edificatorie dovrà prevedere la realizzazione di interventi tecnici a protezione delle eventuali acque di inondazione. Dovranno essere chiaramente indicate le metodologie per la messa in sicurezza delle opere previste, mediante uno studio idraulico ed idrogeologico specifico, che verifichi la quota di inondabilità del lotto edificabile in relazione alla piena di riferimento e l'interazione tra l'intervento ed il deflusso delle acque di piena.

Per le nuove edificazioni devono essere eseguite specifiche e puntuali indagini atte ad accertare le caratteristiche geotecniche dei terreni di imposta delle fondazioni ed il progetto dovrà essere accompagnato da una relazione idrogeologica specifica che definisca nel dettaglio:

- l'analisi dell'assetto idrologico ed idrogeologico sia del sito di costruzione e/o intervento di modifica/trasformazione sia delle aree potenzialmente interagenti con il settore e definizione delle metodologie e soluzioni tecniche da adottare, comprendendo nell'analisi sia quanto attuabile come soluzione tecnica direttamente nell'opera sia quanto necessario realizzare a difesa del sito con eventuali interventi esterni;
- l'analisi del reticolo superficiale e la tipologia della dinamica morfologica del bacino;
- le portate di piena del reticolo idrografico presente, l'individuazione di eventuali punti critici e definizione del grado di deflusso delle sezioni esistenti;
- la valutazione della possibile evoluzione territoriale e degli interventi attivi e/o passivi proponibili al fine di mitigare il rischio.

Inoltre, nelle aree C.7, la progettazione degli interventi edificatori dovrà essere accompagnata da uno studio geologico e geotecnico/geomeccanico di dettaglio teso a definire in particolare le caratteristiche dinamiche dell'alveo e le proprietà dei materiali, attraverso rilievi e prove in sito e/o di laboratorio, in modo da valutare puntualmente le condizioni di stabilità naturale delle sponde dei torrenti in relazione all'opera da realizzarsi.

Si dovrà prevedere anche uno studio idrologico ed idraulico che stimi le portate di piena e le altezze del livello idrico in corrispondenza delle sezioni di interesse; tale studio deve valutare inoltre l'erosione operata dalle acque di scorrimento superficiale dirette verso il corpo d'acqua ed i fenomeni di spagliamento, che si vengono a generare dove l'alveo perde definizione in corrispondenza delle zone pianeggianti.

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

Saranno possibili ed auspicabili opere di difesa dall'erosione spondale, arginale ed in alveo e di regimazione dei flussi idrici.

Al fine di salvaguardare l'acquifero ogni nuovo progetto dovrà prevedere il recapito delle acque reflue e meteoriche in fognatura. Si consiglia di limitare in questa area la realizzazione di attività potenzialmente pericolose per la contaminazione delle acque superficiali quali stoccaggio di prodotti chimici o di carburanti non gassosi (es. gasolio), anche per consumo privato.

Le opere che prevedono la permanenza stabile di persone dovranno essere sopraelevate rispetto al livello della piena di riferimento, evitando in particolare la realizzazione di piani interrati.

Ogni tipo di superficie abitabile e sede di processi industriali e di impianto tecnologico dovrà preferibilmente essere progettata considerando la massima quota di esondazione valutata almeno con tempi di ritorno centennali; le aperture degli edifici situate al di sotto della piena di riferimento dovranno essere a tenuta stagna; gli ingressi dovranno essere disposti parallelamente al flusso principale della corrente.

La disposizione delle opere non deve creare allineamenti di grande lunghezza nel senso di scorrimento delle acque, per non indurre la formazione di canali di scorrimento a forte velocità; sono altresì da evitare allineamenti trasversali alla corrente principale.

La stabilità delle fondazioni dovrà essere garantita da opere drenanti (per evitare sottopressioni idrostatiche nei terreni di fondazione), opere di difesa (che limitino i fenomeni di erosione delle fondazioni) e fondazioni profonde.

Dovranno essere previsti accorgimenti per l'evacuazione di persone e beni in caso di inondazione quali le uscite di sicurezza situate al di sopra del livello della piena riferimento.

La realizzazione di opere pubbliche dovrà essere limitata. Si sconsiglia la realizzazione di opere che prevedano la permanenza stabile di persone quali scuole ed ospedali; potranno invece essere realizzate opere come parchi pubblici attrezzati, campi sportivi, moli, etc..

Per le opere infrastrutturali, è necessario verificare che esse non modificano i fenomeni idraulici naturali, non costituiscano un significativo ostacolo al deflusso, non limitino in modo significativo la capacità d'invaso e garantiscano la sicurezza d'esercizio delle funzioni cui sono destinate.

3-D: AREE CHE PRESENTANO SCADENTI CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

- *D1: Aree di possibile ristagno, torbose o paludose;*
- *D2: Aree prevalentemente limo-argillose con limitata capacità portante;*
- *D4: Aree con riporti di materiale.*

In assenza di altre problematiche geologiche possono essere realizzati tutti i tipi di opere (residenziali, produttive, infrastrutturali, etc.).

Per queste aree che presentano scadenti caratteristiche geotecniche (unità di sintesi D1-D2-D4) si dovrà procedere a:

- indagini geognostico-geotecniche di dettaglio, in base a quanto previsto dal D.M. 14.01.2008, per l'individuazione dei *parametri geotecnici* fondamentali con le opportune *verifiche di portanza e la definizione dei cedimenti* allorché il terreno venga sottoposto all'azione di carichi.
- Indagini geomorfologiche e di definizione dei deflussi idrici superficiali
- Indagini idrogeologiche per la determinazione dei parametri fondamentali e dei rapporti con le falde acquifere e con i corsi d'acqua presenti

Nella realizzazione di opere edificatorie dovranno essere previsti interventi di regimazione idraulica per lo smaltimento delle acque meteoriche, interventi di difesa del suolo ed accorgimenti per garantire le necessarie condizioni di sicurezza dell'interazione tra il suolo e l'opera in progetto; in fase di corso d'opera dovrà essere garantita anche la sicurezza dei fronti di scavo.

Si dovrà evitare la realizzazione di piani interrati per la possibilità di allagamenti.

Al fine di salvaguardare l'acquifero, inoltre, ogni nuovo progetto dovrà prevedere il collettamento degli scarichi idrici in fognatura.

11.3 FATTIBILITÀ CON GRAVI LIMITAZIONI (CLASSE 4)

In questa classe sono individuate le aree ove l'alto rischio geologico comporta gravi limitazioni per la modifica alla destinazione d'uso del territorio.

In tale ambito sono **escluse** le nuove edificazioni, se non interventi volti al consolidamento e/o alla sistemazione idrogeologica per la messa in sicurezza dei siti.

Per gli edifici esistenti saranno consentiti esclusivamente le opere relative ad interventi di demolizione senza ricostruzione, manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro e risanamento conservativo così come definiti dall'art. 27, comma 1, lettere a) b) e c) della L.R. 12/2005, senza aumento di superficie o volume e senza aumento del carico insediativo. Sono consentite le innovazioni necessarie per l'adeguamento alla normativa antisismica.

Eventuali infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico potranno essere realizzate solo se non altrimenti localizzabili e dovranno comunque essere puntualmente e attentamente valutate in funzione della tipologia di dissesto e del grado di rischio che determinano l'ambito di pericolosità/vulnerabilità omogenea. A tal fine, alle istanze per l'approvazione da parte dell'autorità comunale, dovrà essere allegata apposita relazione geologica e geotecnica che dimostri la compatibilità degli interventi previsti con la situazione di grave rischio idrogeologico.

Per i nuclei abitati esistenti, quando non sarà strettamente necessario provvedere al loro trasferimento, dovranno essere predisposti idonei piani di protezione civile ed inoltre dovrà essere valutata la necessità di

predisporre sistemi di monitoraggio geologico che permettano di tenere sotto controllo l'evoluzione dei fenomeni in atto.

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

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

➤ *A.11.1: Aree a pericolosità potenziale elevata legata a possibilità di innesco di colate in detrito e terreno;*

In tutte quelle aree potenzialmente evolvibili in processi franosi è auspicabile la realizzazione di opere di difesa privilegiando l'utilizzo di interventi con tecniche di ingegneria naturalistica.

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

4-B: AREE VULNERABILI DAL PUNTO DI VISTA IDROGEOLOGICO

➤ *B.2: Aree con emergenze idriche diffuse (emergenza della falda)*

4-C: AREE VULNERABILI DAL PUNTO DI VISTA IDRAULICO

➤ *C.4.1: Aree soggette a frequenti esondazioni lacuali*

Per i settori compresi entro questa classe di sintesi potrà essere realizzato un apposito rilievo planialtimetrico di dettaglio (con quote chiaramente collegate a punti fissi presenti nella carta aerofotogrammetria comunale) con lo scopo di perimetrare a scala adeguata le aree poste a quote inferiori a quella di riferimento (239 m s.l.m.) e quindi soggette alle norme della classe di fattibilità con gravi limitazioni.

Si specifica che nessuna nuova opera o trasformazione del suolo può essere realizzata se non preceduta dagli specifici studi prescritti per le classi di fattibilità 2, 3 e 4 (limitatamente ai casi consentiti); questi

devono essere realizzati prima della progettazione degli interventi in quanto propedeutici alla pianificazione dell'intervento e alla progettazione stessa.

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

Si sottolinea che gli approfondimenti di cui sopra, non sostituiscono, anche se possono comprendere, le indagini previste dal D.M. 14 gennaio 2008 "Norme tecniche per le costruzioni".

BIBLIOGRAFIA

- A.A.V.V. (1993): *Proposta di legenda geomorfologica ad indirizzo applicativo*
- Amministrazione Provinciale di Varese (1985): *Carta litologica e geomorfologica del territorio provinciale di Varese in scala 1:10.000*
- Barnaba P. F. (1989): *Studio geologico della zona ad occidente del Lago di Varese* – Ricerca Scientifica ed educazione permanente, Supplemento n. 71
- Bertotti G. (1991): *Early mesozoic and alpine shortening in the Western Alps: the geology of the area between Lugano and Menaggio (Lombardy, Northern Italy)* – Mem. Sc. Geol. Univ. di Padova, XLIII, 17-123
- Carrara, D'Elia, Semenza (1983): *Classificazione delle tipologie di fenomeni di versante*
- Castany G. (1985): *Idrogeologia*
- De Sitter L.U. (1939): *Les porphyres luganois et leurs enveloppes. L'histoire geologique des Alpes Tessenoises entre Lugano et Varese* – Leid. Geol. Med., XI, 1939, 1-61
- Mignosa P., Tanda M. G., (1985): "Relazione idraulica sul biotopo Lago di Biandronno", Amm. Prov. di Varese
- Quaglia G., (1884): "Laghi e torbiere del circondario di Varese - Cenni cronologici con tavole idrografiche e di oggetti preistorici", Tipografia Macchi e Brusa (Varese) – Ristampa anastatica della Società Storica Varesina, Nicolini Ed. (Gavirate)
- Società Geologica Italiana (1990): *Alpi e Prealpi lombarde – Guide geologiche regionali*
- Uggeri A., 1999. Studio idrogeologico della riserva naturale "Lago di Biandronno". Relazione tecnica. Provincia di Varese - Sezione Caccia, Pesca e Agricoltura
- Studi e relazioni tecniche precedenti reperiti presso Sedi private

APPENDICE 1

Stratigrafie dei pozzi

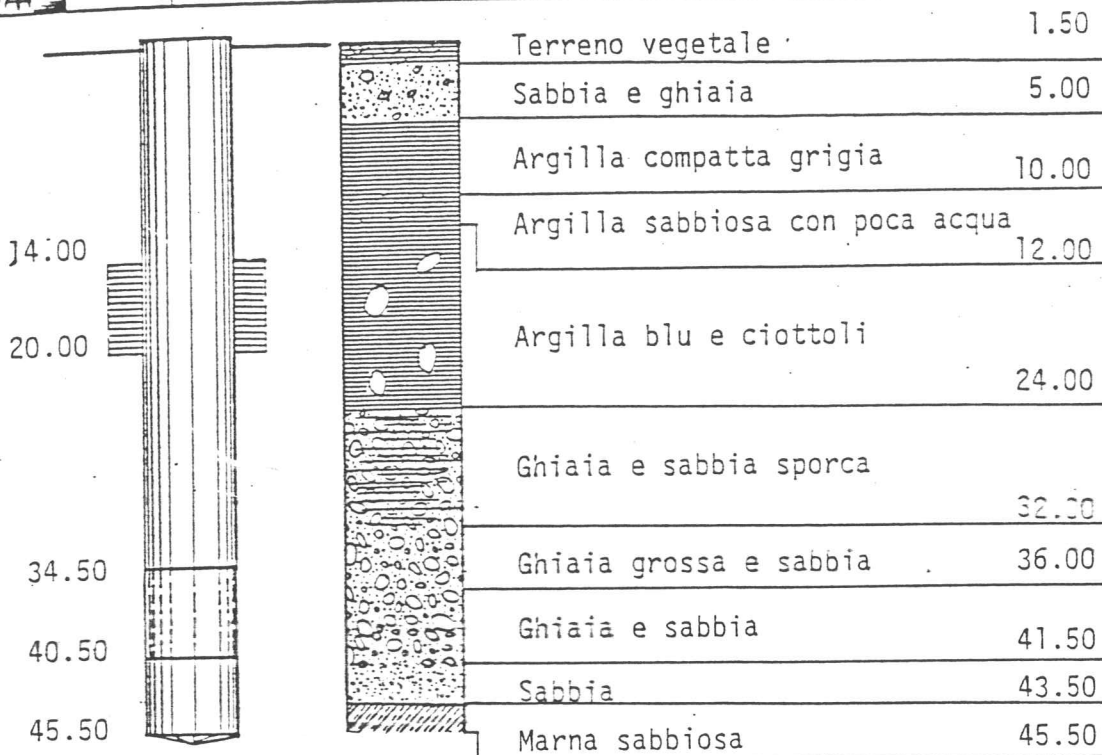


VA

BIANDRONNO

Consorzio Bardello-Biandronno-Bregano
Malgesso - Biandronno Temporida 4

4



F.
Tav.
qt. 263
sez. A4 c5

DITTA PERFORATRICE

Tecnopozzi

DATA

20/8/1984

L.S.

24.00

L.D.

31.00

Q (l/sec)

8.00

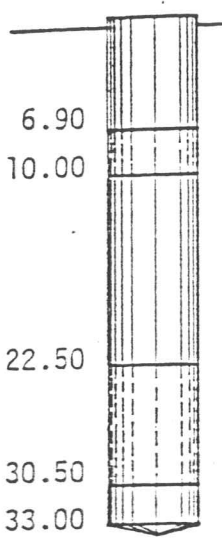


VA

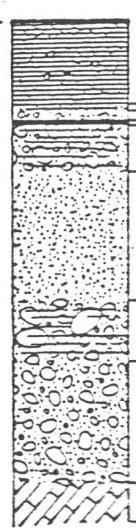
BIANDRONNO

I.R.E. S.p.A. Italia - Cassinetta Rizzone
Riale Fosso della Palude

21/3



350



Materiali di riporto	5.50
Sabbia e limo	6.00
Ghiaia con sabbia	6.40
Torba	6.90
Ghiaia con limo	10.00
Sabbia	18.30
Ciottoii, ghiaia, sabbia, limo	22.50
Ghiaia con poca sabbia	30.50
Gonfolite	33.00

F.
Tav.
Qt. 248
sez. A4 c5
27/13/1983
ls. 5.13
8/5/1983
Q(1/sec)
42.00

DITTA PERFORATRICE

O.P.I.A.

DATA
~~1962~~ 1962

L.S.
7,00

L.D.
8.46

Q(1/sec)
70,00

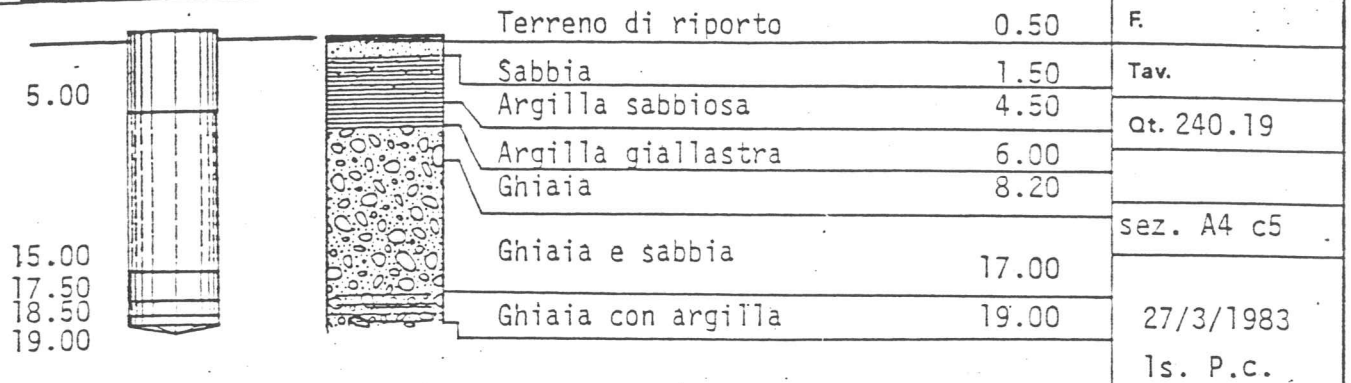


VA

BIANDRONNO

Soc. IRE - Pozzo Laudi

21/4



DITTA PERFORATRICE

DATA

L.S.

L.D.

Q (l/sec)



VA

BIANDRONNO

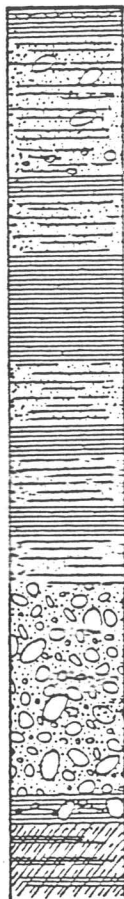
I.R.E. S.p.A. - Roncato - sondaggio 1

21/s1

PIEZOMETRO
Ø 110 mm

36.00

50.00



Coltivo 2.00

Materiale sabbioso-limoso-ciottoloso
con frazione limosa 9.00Sabbie e ghiaie medio-fini sporche
11.00Alternanze di limi e sabbie limose
con ciottoli inglobati
38.00Ghiaie e sabbie ciottolose con
intercalazione subordinata di
fine sabbioso limoso 47.50Ghiaie e ciottoli con fine
dilavato 50.00Banco di argille con elementi di
ghiaietto e ciottoli inglobati passan-
ti ad alternanze di marne argillose
con livelli arenacei 53.80

Substrato di fondo di marne

F.
Tav.
Qt. 268
sez. A4 c5

DITTA PERFORATRICE
GeoprogramDATA
10/6/1980

L.S.

L.D.

Q (l/sec)



VA

BIANDRONNO

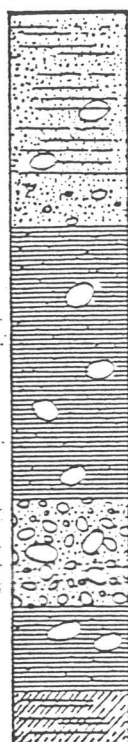
I.R.E. S.p.A. - Roncato - sondaggio 2

21/s2

PIEZOMETRO
Ø 80 mm

32.00

40.00



Sabbie limose con rare presenze
ciottolose

12.00

Livello sabbioso-ghiaioso

14.00

Limi sabbiosi con ciottoli

29.00

Limi con rari ciottoli

32.00

Ghiaie e sabbie con ciottoli

39.00

Limi-argille con presenze ciottolose
a diminuire verso il basso

45.00

Marne argillose grigie

47.00

F.

Tav.

Qt... 270

sez. A4 c5

DITTA PERFORATRICE

Geoprogram

DATA

10/6/1980

L.S.

L.D.

Q (l/sec)



VA

BIANDRONNO

Concord meccanica RE GI S.p.A. -
via N. Bixio n.22 - Cassinetta

23

		Terreno di riporto	1.00	F.
		Torba	2.00	Tav.
		Argilla	11.00	Qt. 240
		Argilla non dura	18.00	sez. A4c5
		Argilla	26.50	13/6/79 Is. 12.00
26.50		Ghiaia con sabbia	30.00	Pompa a m 27.50
30.40		Sabbia con sassi	30.40	
32.00		Ghiaia compatta	32.30	
33.50		Sabbione	33.50	
39.50		Sabbia con sassi e argilla	39.50	
44.00		Marna	44.00	

350

DITTA PERFORATRICE

Brizzolara

DATA

1963

L.S.

L.O.

Q (l/sec)

APPENDICE 2

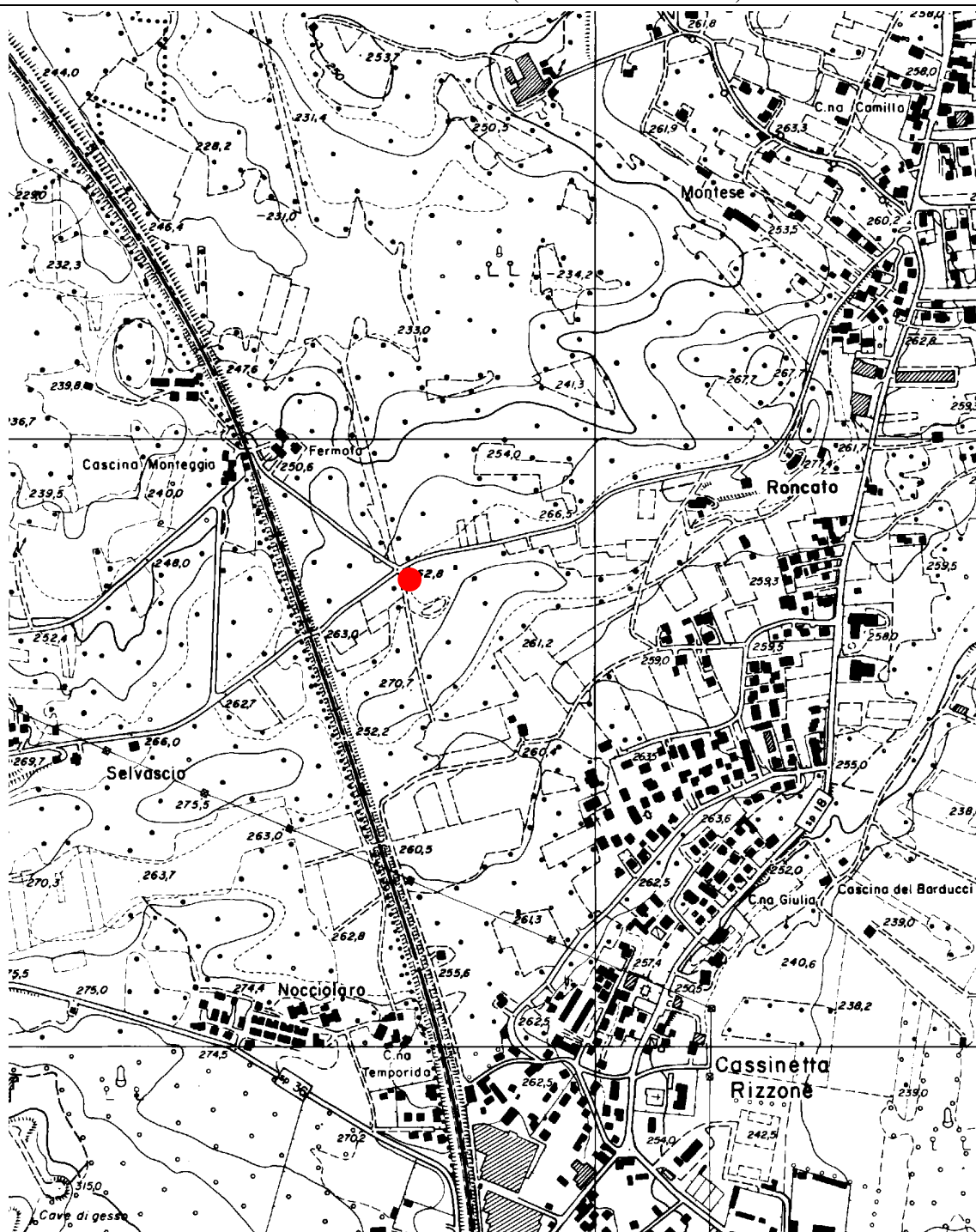
Scheda per il censimento dei pozzi

SCHEDA PER IL CENSIMENTO DEI POZZI

1 - DATI IDENTIFICATIVI

N° di riferimento o denominazione: cod. 4- pozzo Roncato			
Località	Fraz. Roncato		
Comune	Biandronno		
Provincia	Varese		
Sigla CTR	A4c5	Nome CTR	Lago di Varese
Coordinate chilometriche Gauss Boaga (da C.T.R.)		Latitudine	1476689
		Longitudine	5072782
Quota (m s.l.m.)	262,8		
Profondità (m da p.c.)	45,5		

UBICAZIONE POZZO (STRALCIO C.T.R.)



2 – DATI CARATTERISTICI DELL'OPERA

Proprietario	A. C. di Biandronno
Ditta esecutrice	Tecnopozzi
Anno	1984
Stato	
Attivo	X
Disuso	
Cementato	
Altro	
Tipologia utilizzo	Civile
Portata estratta (mc/a e l/s)	78840 – 2,5

SCHEMA DI COMPLETAMENTO						
Tubazioni						
Tubazione n.	Diametro mm	Da m	A m	Filtri	Da m	A m
1	400	0.00	-45.50	1	-34.50	-40.50
Setti impermeabili						
Tipo	Da m			A m		

3 – STRATIGRAFIA

La stratigrafia del pozzo è riportata in Allegato.

4 – PERIMETRAZIONE AREE DI SALVAGUARDIA

CRITERI DI PERIMETRAZIONE (AREA DI RISPETTO)			
Geometrico	X	Temporale	Idrogeologico
Data del provvedimento di autorizzazione			

