



Comune di Maslianico

Via XX Settembre, 43
22026 Maslianico (CO)



Progetto

Componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio ai sensi di D.G.R. n. IX/2616/2011 e D.G.R. n. X/6738/2017

Oggetto

Relazione tecnica

Data:
12 ottobre 2018

Riferimento:
2018 120-072

Revisione: 00

allegata alla delibera di approvazione C. C. n° del ...

il tecnico

il sindaco

il segretario



Dr Vittorio Bruno
Consulenze Geologiche e ambientali
CF BRNVTR66D28C933P
P. Iva n. 02181610136

via Marconi 20B
22076 Mozzate (CO)

Autore: vb
mod:
rel geologica e geotecnica vb04.dot

INDICE

1. PREMESSA.....	5
1.1 RIFERIMENTI NORMATIVI PRINCIPALI	6
2. FASI DI LAVORO PER LA REALIZZAZIONE DELLA COMPONENTE GEOLOGICA... 8	8
2.1 RICERCA STORICA	9
3. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DEL TERRITORIO..... 13	13
4. GEOLOGIA	15
5. ASSETTO TETTONICO E STRUTTURALE	19
6. GEOMORFOLOGIA	22
6.1 FORME, PROCESSI E DEPOSITI GRAVITATIVI DI VERSANTE	23
6.2 FORME, PROCESSI E DEPOSITI PER ACQUE CORRENTI SUPERFICIALI.....	24
6.3 FORME E DEPOSITI GLACIALI	24
6.4 FORME, PROCESSI E DEPOSITI ANTROPICI.....	24
6.5 PERCORSO DI COLATA DI DETRITO ATTIVA (DEBRIS FLOW)	24
6.6 CONOIDE ALLUVIONALE.....	25
7. IDROGRAFIA	26
7.1 SORGENTI	27
7.2 CALCOLO PORTATE DI PIENA.....	28
7.3 TORRENTE BREGGIA.....	29
7.4 ROGGIA MOLINARA.....	31
7.4.1 <i>Caratteristiche del territorio</i>	31
7.4.2 <i>I valletti</i>	36
8. IDROGEOLOGIA.....	47
8.1 CARATTERI GENERALI DELL'AREA.....	47
8.2 PERMEABILITÀ.....	48
8.3 VULNERABILITÀ DEGLI ACQUIFERI ALL'INQUINAMENTO	48
9. INQUADRAMENTO METEOCLIMATICO..... 51	51
9.1 TEMPERATURA DELL'ARIA.....	51
9.2 PRECIPITAZIONI.....	52
9.3 CLIMOGRAMMA DI PEGUY	53
9.4 UMIDITÀ DELL'ARIA.....	55



9.5	EVAPOTRASPIRAZIONE	55
9.6	IL VENTO.....	56
9.7	INDICI CLIMATICI SIGNIFICATIVI	57
10.	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA E GEOMECCANICA DEL TERRITORIO	59
10.1	ASSETTO GEOMECCANICO E ANALISI STRUTTURALE.....	60
10.2	STABILITÀ DELLE COLTRI DETRITICHE DEL VERSANTE MERIDIONALE DEL MONTE BISBINO ...	65
10.2.1	<i>Stima delle precipitazioni soglia</i>	67
10.2.2	<i>Valutazione stabilità delle coltri detritiche</i>	70
11.	ANALISI DEL RISCHIO SISMICO	72
11.1	QUADRO NORMATIVO	73
11.2	METODOLOGIA DI ANALISI SISMICA	74
11.2.1	<i>Primo livello di approfondimento – Carta PSL</i>	76
11.2.2	<i>Secondo livello di approfondimento</i>	77
12.	CARTA DEI VINCOLI ESISTENTI.....	82
12.1	AREE DI SALVAGUARDIA DELLE CAPTAZIONI AD USO IDROPOTABILE	82
12.2	DELIMITAZIONE DELLE ZONE DI RISPETTO	86
12.3	VINCOLI DI POLIZIA IDRAULICA.....	87
12.4	PAI.....	87
12.5	ATTUAZIONE DEL PIANO DI GESTIONE DEI RISCHI DI ALLUVIONE (PGRA) – D.G.R. X/6738/2017	88
12.6	ATTUAZIONE DEL PIANO DI GESTIONE DEI RISCHI DI ALLUVIONE (PGRA) – PERIMETRAZIONI PRESENTI NEL TERRITORIO DI MASLIANICO.....	89
12.7	VERIFICA DI DETTAGLIO DELLE CONDIZIONI DI PERICOLOSITÀ E RISCHIO LOCALI	90
12.7.1	<i>Sintesi del recepimento del Piano di Gestione dei Rischi di Alluvione (PGRA) a scala comunale</i> 95	
12.8	INVARIANZA IDRAULICA, INVARIANZA IDROLOGICA E DRENAGGIO URBANO SOSTENIBILE	96
12.8.1	<i>R.R. n. 7/2017 per il rispetto del principio di invarianza idraulica e idrologica (art. 58 bis, LR 12/2005)</i> 99	
13.	CARTA DI SINTESI	100
14.	FATTIBILITÀ GEOLOGICA DELLE AZIONI DI PIANO	102
	BIBLIOGRAFIA.....	104
	AUTORI.....	106



APPENDICE.....	111
ALLEGATO 1 - TABELLA RIASSUNTIVA ELEMENTI PRESENTI NEL DATABASE GEOIFFI.....	112
ALLEGATO 2 - SCHEDE TECNICO IDROGEOLOGICHE POZZI E DELLE SORGENTI CAPTATE	116
ALLEGATO 3 – REPORT DATI MASW	129
ALLEGATO 4 - FOTOGRAFIE	137



1. PREMESSA

La presente relazione e le tavole che ne costituiscono parte integrante hanno come principale finalità quella di illustrare i rilievi e le analisi che gli scriventi hanno effettuato nel corso dello studio geologico condotto nel territorio di Maslianico nell'ambito delle indagini interdisciplinari realizzate ai fini dell'aggiornamento della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio.

La documentazione è stata predisposta secondo gli standard di lavoro indicati dalla D.g.r. n. 2616 del 30/11/2011 "Aggiornamento dei criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT"; il suddetto provvedimento ha, infatti, sostituito le precedenti delibere n. VIII/1566 del 22/12/2005 "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" e n. VIII/7374 del 28/05/2008 "Aggiornamento dei «Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57, comma 1, della L.R. 11 marzo 2005, n. 12», approvati con D.G.R. 22 dicembre 2005, n. 8/15".

Lo studio, che nel suo complesso costituisce parte integrante del Documento di Piano e del Piano delle Regole del PGT, rappresenta un aggiornamento sostanziale del precedente studio geologico, aggiornato al Dicembre 2011.

In particolare, sono stati recepiti due significativi aggiornamenti normativi intercorsi recentemente, relativi rispettivamente, all'aggiornamento delle zone sismiche della Regione Lombardia e al recepimento della c.d. "Direttiva Alluvioni":

- a partire dal 10 Aprile 2016, in Regione Lombardia sono diventate efficaci la nuova zonazione sismica prevista dalla D.g.r. 11 luglio 2014 - n. X/2129 "Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (L.R. 1/2000, art. 3, c. 108, lett. d)" e la Legge Regionale n. 33 del 12/10/2015 "Disposizioni in materia di opere o di costruzioni e relativa vigilanza in zone sismiche"; inoltre, in data 30 Marzo 2016 la Giunta Regionale ha approvato la D.g.r. n. X/5001 "Approvazione delle linee di indirizzo e coordinamento per l'esercizio delle funzioni trasferite ai comuni in materia sismica (artt. 3, comma 1, e 13, comma 1, della L.R. 33/2015)". Pertanto, nell'ambito del presente studio si è provveduto all'aggiornamento della componente sismica ai sensi di tale normativa; in particolare, si è provveduto ad effettuare un'analisi di dettaglio della pericolosità sismica locale del comune di Maslianico; sebbene per il Comune di Maslianico la classificazione della zona sismica sia rimasta invariata (Zona 4), si è proceduto, d'accordo con l'amministrazione comunale, con l'esecuzione di una prova sismica di tipo MASW per meglio caratterizzare il territorio e fornire un dato dettagliato per la zona indagata.



- inoltre, il presente studio, una volta recepito nello strumento urbanistico comunale consente l'aggiornamento del quadro del dissesto PAI (Elaborato 2 del "Atlante dei rischi idraulici e idrogeologici – allegato 4 – Delimitazione delle aree in dissesto") ai sensi dell'art. 18 delle N.d.A. del PAI; a tale riguardo oltre alle tavole grafiche di seguito citate (tavv. 1÷6) è stata redatta un'apposita "Carta PAI - PGRA" (Tavola 7, in scala 1: 2000) mediante consultazione e recepimento degli elaborati cartografici rappresentati dalle "Mappe della pericolosità" e "Mappe del rischio di alluvione" indicanti la tipologia e il grado di rischio degli elementi esposti, pubblicate sul Geoportale della Regione Lombardia.

Con la recente D.G.R. n. X/6738 del 19/06/2017, infatti, Regione Lombardia ha approvato le disposizioni regionali concernenti l'attuazione del Piano di Gestione dei Rischi di Alluvione (PGRA) nel settore urbanistico e di pianificazione dell'emergenza, ai sensi dell'art. 58 delle Norme di Attuazione del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) del bacino del Fiume Po così come integrate dalla variante adottata in data 07/12/2016 con deliberazione n. 5 dal comitato istituzionale dell'Autorità di bacino del Fiume Po.

L'aggiornamento cartografico della componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT è stato realizzato su tutto il territorio comunale, assumendo come riferimento cartografico la base fotogrammetrica comunale.

6/139

1.1 RIFERIMENTI NORMATIVI PRINCIPALI

- **D.M. 17/01/2018:** "Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»";
- **D.g.r. 18 dicembre 2017 - n. X/7581:** "Aggiornamento della d.g.r. 23 ottobre 2015 – n. X/4229 e ss.mm.ii. «Riordino dei reticoli idrici di Regione Lombardia e revisione dei canoni di polizia idraulica» e determinazione della percentuale di riduzione dei canoni di polizia idraulica (attuazione della legge regionale 15 marzo 2016, n. 4, art. 13, comma 4);
- **D.g.r. n. X/6738 del 19 giugno 2017:** "Disposizioni regionali concernenti l'attuazione Del Piano Di Gestione dei Rischi di Alluvione (PGRA) nel settore urbanistico e di pianificazione dell'emergenza, ai sensi dell'art. 58 delle norme di attuazione del piano stralcio per l'assetto idrogeologico (PAI) del bacino del Fiume Po così come integrate dalla variante adottata in data 7 dicembre 2016 con deliberazione n. 5 dal comitato istituzionale dell'autorità di bacino del Fiume Po"
- **L.R. n. 14 del 26/05/2016:** "Legge di semplificazione 2016"
- **D.g.r. n. X/5001 del 30/03/2016:** "Approvazione delle linee di indirizzo e coordinamento per l'esercizio delle funzioni trasferite ai comuni in materia sismica (artt. 3, comma 1, e 13, comma 1, della L.R. 33/2015)"
- **L.R. n. 4 del 15/03/2016:** "Revisione della normativa regionale in materia di difesa del suolo, di prevenzione e mitigazione del rischio idrogeologico e di gestione dei corsi d'acqua"



- **L.R. n. 33 del 12/10/2015:** “Disposizioni in materia di opere o di costruzioni e relativa vigilanza in zone sismiche”
- **D.g.r. n. X/4144 del 08/10/2015:** “Ulteriore differimento del termine di entrata in vigore della nuova classificazione sismica del territorio approvata con D.G.R. 11 luglio 2014, n. 2129 «Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (L.R. 1/2000, art. 3, comma 108, lett. d)»”
- **D.g.r. n. X/2489 del 10/10/2014:** “Differimento del termine di entrata in vigore della nuova classificazione sismica del territorio approvata con D.G.R. 21 luglio 2014, n. 2129 «Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (L.R. 1/2000, art. 3, comma 108, lett. d)»”
- **D.g.r. n. X/2129 del 11/07/2014:** “Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (L.R. 1/2000, art. 3, c. 108, lett. d)”
- **D.g.r. n. IX/2616 del 30/11/2011:** “Aggiornamento dei ‘Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio, in attuazione dell’art. 57, comma 1, della L.R. 11 marzo 2005, n. 12’, approvati con D.G.R. 22 dicembre 2005, n. 8/1566 e successivamente modificati con D.G.R. 28 maggio 2008, n. 8/7374”
- **Circolare n. 617 del 02/02/2009:** “Istruzioni per l’applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008”
- **D.M. 14/01/2008:** “Norme tecniche per le costruzioni”
- **D.Lgs. n. 152/2006 del 03/04/2006:** “Norme in materia ambientale”
- **L.R. n. 12 del 11/03/2005:** “Legge per il governo del territorio” (ultimo aggiornamento: legge regionale 8 luglio 2016, n. 16)



2. FASI DI LAVORO PER LA REALIZZAZIONE DELLA COMPONENTE GEOLOGICA

La metodologia di lavoro utilizzata per lo studio della componente geologica del PGT si basa, anche in riferimento alle indicazioni della citata D.g.r. 2616/2011 su tre fasi distinte (fase di analisi, fase di sintesi e valutazione e fase di proposta).

La prima fase di analisi ha previsto la consultazione degli studi pregressi e banche dati di carattere sovracomunale e comunale esistenti e disponibili.

La fase di analisi è stata inoltre completata, come concordato con l'amministrazione comunale, effettuando una apposita indagine geofisica in sito tipo MASW in corrispondenza di un settore ritenuto significativo.

Sulla base dei dati geoambientali così raccolti, sono state elaborate e revisionate e aggiornate ove necessario le Carte di Inquadramento (Tavole 1a÷1d in scala 1:2.000) e la Carta della pericolosità sismica locale (Tavola 2 in scala 1:2.000).

La fase di sintesi e valutazione ha previsto la realizzazione delle carte dei vincoli di carattere geologico e di sintesi.

La cartografia dei vincoli (Tavola 3 in scala 1:2.000) contiene la perimetrazione delle aree sottoposte a vincoli particolari:

- Vincoli di polizia idraulica derivati dall'applicazione dello studio sul reticolo idrico del territorio comunale, realizzato ai sensi della DGR n.7/13950 del 01 agosto 2003 e s.m.i.
- Aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile (pozzi ad uso potabile);
- Aree ricadenti all'interno di aree correlate a fenomeni di dissesto gravitativo sui versanti (frane), di dinamica torrentizia sui corsi d'acqua e di trasporto in area di conoide (Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del Bacino del Fiume Po (PAI) Approvato con DPCM 24 maggio 2001).
- Aree ricadenti nell'ambito delle aree allagabili come definite dal PGRA (Piano di Gestione del Rischio Alluvioni secondo quanto indicato dalla D.g.r. n. X/6738 del 19/06/2017

La cartografia di sintesi (Tavole 4a ÷ 4b in scala 1:2.000) rappresenta un documento fondamentale, in quanto in essa sono condensati i risultati di tutta la fase analitica in merito all'individuazione della pericolosità geologica.

Questo elaborato contiene pertanto una serie di poligoni che delimitano:

- Aree pericolose dal punto di vista dell'instabilità dei versanti;
- Aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico;
- Aree vulnerabili dal punto di vista idraulico;
- Aree che presentano scadenti caratteristiche geotecniche.



La fase di proposta costituisce la sintesi finale del lavoro; è stata realizzata mediante la trasposizione dei poligoni della carta di sintesi, integrata con la sovrapposizione di un'apposita retinatura che descrive la pericolosità sismica locale.

Comprende quindi una cartografia con rappresentate le classi di fattibilità geologica dedotte dagli ambiti di pericolosità identificati nella carta di sintesi.

Anche nelle aree non urbanizzate sono state delimitate le classi di fattibilità, come previsto dalla D.g.r. citata nell'introduzione.

La normativa geologica e quella sismica sono riportate in un fascicolo separato, parte integrante del Piano delle Regole.

Si specifica infine che gli studi in seguito illustrati non devono in alcun modo essere considerati sostituiti delle indagini geognostiche di maggior dettaglio prescritte dal D.M. 17/01/2018 e ss.mm.ii.

2.1 RICERCA STORICA

Il territorio di Maslianico ha subito diversi eventi legati a fenomeni di dissesto dei versanti e in misura limitata relativi all'esondazione dei corsi d'acqua naturali ed artificiali presenti sul territorio.

In particolare, segnaliamo gli episodi franosi avvenuti nell'ambito del territorio comunale. Gli smottamenti hanno interessato aree poste tra i 210 e i 250 m s.l.m. in coincidenza di terreni fortemente acclivi e saturati da periodi di forti precipitazioni.

- 30 Ottobre 1976. Frana presso Villa Zeloni (codice FS-7 della tavola 1b –elementi geomorfologici) Nelle prime ore del mattino una struttura di contenimento del terriccio proveniente da monte cedette per il peso accumulato dal terreno imbevuto dalle acque provocando la distruzione parziale dell'edificio sottostante (vd. foto relativa);
- Estate 1996. Nell'ambito dei lavori del cantiere per la costruzione di una abitazione ad uso di civile abitazione in via Matteotti si ha il ribaltamento del muro in cls per pressione delle acque di infiltrazione;
- 18 Ottobre 2000. A seguito di un periodo di intense precipitazioni, si innesca un fenomeno di dissesto franoso nell'area di Via Matteotti al di sopra del valico di Pizzamiglio (codice FS-2);
- 27 Maggio 2002. A seguito delle intense ed eccezionali precipitazioni piovose e localmente concentrate nelle ore del mattino del 27 maggio 2002. nel Comune di Maslianico sono esondati corsi d'acqua appartenenti al reticolo idrico minore (fonte regione Lombardia – Rischi Idrogeologici):
 - Rio Parasciola - proveniente dal territorio Elvetico, straripando ha provocato danni ad abitazioni ed infrastrutture. Si è reso necessario evacuare temporaneamente un'abitazione privata. Il materiale vegetale e solido trasportato ha provocato un'occlusione lungo il tratto tominato dell'impluvio, all'altezza dell'incrocio di via XX Settembre con via



Matteotti. In prossimità di quota 258 m slm il corso in piena; fuoriuscendo dall'alveo artificiale arginato, si è incanalato tra un edificio in costruzione e un lato dello scavo di fondazione dello stesso, a pochi metri dall'argine asportando terreno dall'area di cantiere;

- Esondazione in Località S. Ambrogio/Roggiana. a seguito di una frana oltre la rete di confine, con il territorio Elvetico che, ostruendo il valletto, ha deviato il corso d'acqua. Gli allagamenti hanno interessato la strada principale del paese e la strada di accesso alla frazione;
- Valle del Guasto - La piena del corso d'acqua e il materiale solido trasportato hanno causato numerosi dissesti lungo il tratto combinato della valle che attraversa il paese. Sono stati osservati fenomeni di erosione spondale e deposito di detriti in corrispondenza della passerella pedonale di via Casarico (circa 15 m³);
- Val Paura - Il materiale flottante della piena del 27 maggio 2002 ha occluso il sottopasso di via Scaletto dando luogo alla tracimazione nella sede stradale;
- valle del Ronco a monte del cimitero - L'impluvio principale è stato interessato da una colata detritica originatasi oltre i 400 m slm. Il materiale trasportato si è depositato lungo alcune strade comunali: dopo aver attraversato via Ronco si è divisa lungo via Scaletto e lungo la scalinata che porta in via Mazzini. Più a valle, via Fossato, ha occluso un tratto di tombinatura situato a pochi metri da una nuova edificazione. L'abitazione presente più a monte (342.5 m slm) in prossimità di una deviazione artificiale, è stata investita dal torrente in piena e dal materiale solido trasportato (dimensioni decimetriche). Anche alcuni edifici di via Scaletto (in prossimità del piazzale del cimitero) sono stati coinvolti dalle ondate di fango e detriti che quivi raggiungevano un'altezza di 1-1,5 m.;
- valle del Cosio - Il corso d'acqua che separa il confine con il Comune di Cernobbio ha allagato strade, terreni privati e la cabina di trasformazione dell'ENEL. Si è cercato di risolvere rapidamente il problema evitando interruzioni di corrente;
- Danni ad attività produttive poste nei pressi del Torrente Breggia, corso d'acqua principale, allagate dagli affluenti del Torrente.
- Danni rilevanti si sono verificati alla rete viaria, alla rete idrografica, alle infrastrutture urbanizzative, alle abitazioni private e agli impianti produttivi.
- I danni, soprattutto alla rete viabile, creano problemi al valico doganale italo-svizzero. secondario ai fini delle merci, ma di significativa importanza perché, una sua eventuale chiusura, aggraverebbe notevolmente la già pesante situazione viaria dei valichi di Brogeda e di Ponte Chiasso. *[rapporto Regione Lombardia]*



- 2002-2018: straripamento periodico di valletti presenti sul territorio comunale; in particolare si segnalano il Casarico, il Val Paura e parte del Valletto del Ronco. Per contrastare straripamenti e smottamenti sono tuttavia stati effettuati interventi di pulizia e manutenzione, tra cui la posa di gabbioni sul Valletto Ronco per determinare un'area con effetto di laminazione delle piene.

Le aree citate si caratterizzano per essere soggette a processi geomorfologici in evoluzione. In altre parole le analisi della morfologia e della litologia della zona mostrano versanti prossimi al limite di equilibrio. I terreni superficiali, infatti, poggiano su una base limoso argillosa che causa la formazione di piccole falde sospese nei periodi di maggiori precipitazioni. A questi fattori naturali si unisce l'azione antropica con l'apertura di scavi che hanno causato l'alterazione degli equilibri naturali modificando il profilo dei versanti e il deflusso delle acque sotterranee.

Oltre a tali segnalazioni, ricostruite in collaborazione con gli uffici comunali, sono stati consultati gli archivi delle banche dati regionali relative al dissesto idrogeologico e in particolare quanto segnalato nel GeolFFI – inventario delle frane e dei dissesti idrogeologici della Regione Lombardia; le delimitazioni riportate in tali archivi sono state recepite e confrontate con le informazioni disponibili e le evidenze dei sopralluoghi. Nell'allegato 1 è riportata una tabella riassuntiva degli elementi riportati nel data base regionale.



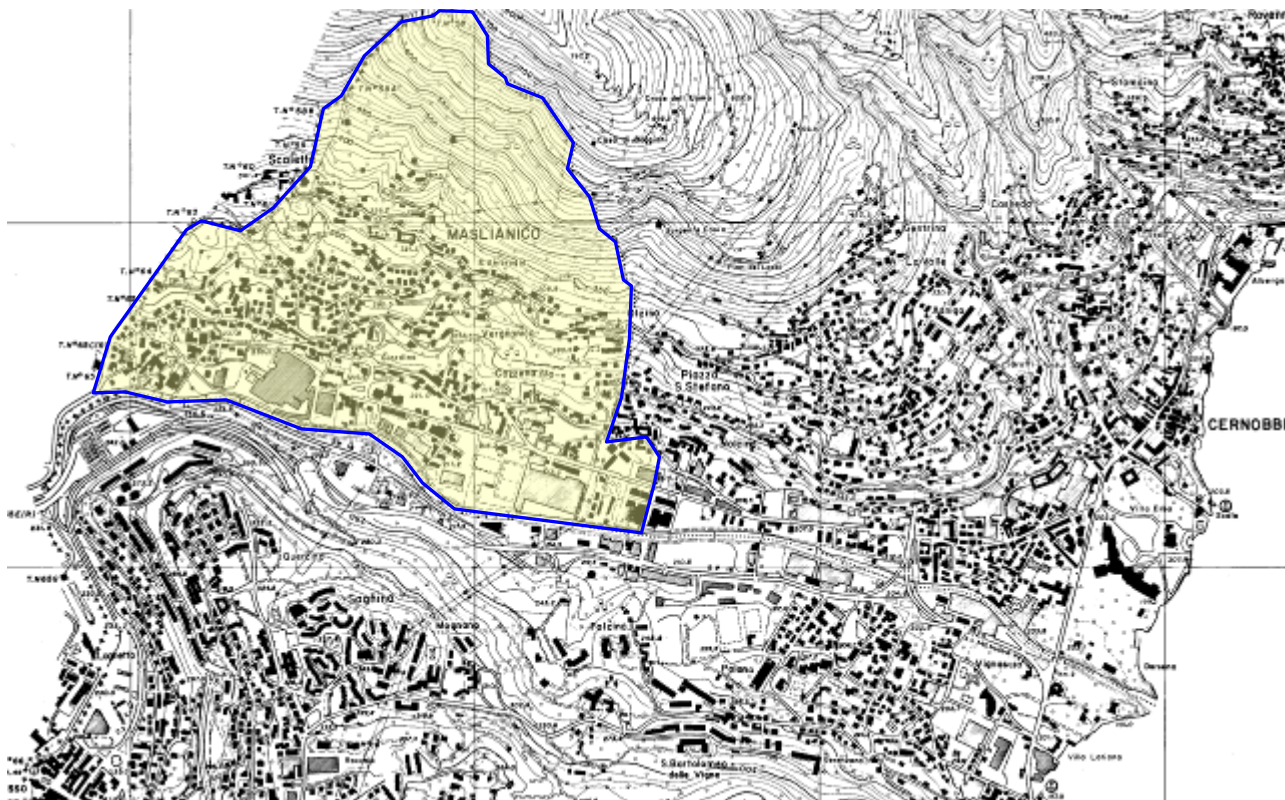


Foto 1: La frana di Villa Zeloni



3. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DEL TERRITORIO

L'ambito territoriale del comune si estende tra la valle del torrente Breggia e il versante sudoccidentale del monte Bisbino per una superficie di 1,33 km².



13/139

Topograficamente il territorio è compreso nelle seguenti tavolette I.G.M. 1:25.000 della Carta d'Italia F 32 IV S.O. (Cernobbio) e nelle tavolette della Carta Tecnica Regionale 1:10.000 B4a4 (Cernobbio)

Confini:

- a Nord: Cernobbio (Como);
- a Est: Cernobbio (Como);
- a Sud: Como;
- a Ovest: Svizzera.

Il territorio ha una forma grossomodo triangolare ed una estensione di circa 1.6 km dall'estremo limite Nord al punto più meridionale e pari sviluppo nella direzione EO. Il settore settentrionale è occupato dal settore di versante e nel territorio comunale raggiunge la quota più elevata di ca. 750 m s.l.m. nei pressi del Culmine del Pizzo (la cui vetta esterna al territorio comunale raggiunge gli 889.3 m s.l.m.); la fascia meridionale è invece sub-pianeggiante e possiede un andamento topograficamente declinante dal piede del ver-



sante posto circa a 300 m s.l.m. sino ai circa 215 m s.l.m. del settore vallivo del torrente Breggia. L'area di maggiore urbanizzazione è localizzata prevalentemente in quest'ultimo settore.

In sintesi, nel territorio comunale si possono individuare tre settori longitudinali (secondo direzione all'incirca EO) a diversa acclività:

- la fascia settentrionale del territorio possiede una pendenza media superiore al 50%;
- la fascia intermedia corrisponde alle aree comprese all'incirca tra le isoipse 330÷220 m s.l.m. e si caratterizza per una pendenza media del 25÷50%;
- la fascia meridionale comprende le aree della piana alluvionale fino ad una quota media di 220 m s.l.m. presentano pendenze medie minori del 25%.



4. GEOLOGIA

Nell'ambito territoriale di Maslianico compaiono esclusivamente formazioni geologiche di origine sedimentaria. Incontriamo calcari, depositi glaciali in facies morenica, fluvioglaciale e fluviolacustre e terreni alluvionali. I primi esprimono un ambiente di formazione marino e sono dovuti all'accumulo di frammenti o intere parti di organismi con rivestimento in carbonato di Calcio, i rimanenti sono depositi continentali dovuti all'azione di erosione, trasporto e deposizione di agenti sedimentari quali i ghiacciai ed i corsi d'acqua.

Il rilievo del territorio è stato riportato alla scala 1:5.000 (*vedi tavola n. 1a Elementi litologici e litotecnici*) seguendo le indicazioni presenti nella "Guida al rilevamento della Carta geologica d'Italia".

La *figura n. 1* presenta una sezione geologica rappresentativa dell'area esaminata.

Durante la campagna di rilevamento geologico si sono osservate le seguenti unità:

Calccare di Moltrasio (Sinemuriano - Carixiano)

Si tratta di una serie spessa fino a 3000 metri, caratterizzata da frequenti slumping, pieghe sinsedimentarie strette e convolute causate da smottamenti sottomarini dovuti alla veloce subsidenza del bacino giurassico lombardo al momento della deposizione dei sedimenti carbonatici.

La roccia si presenta alterata all'esterno, con colori grigio nocciola e grigio piombo su frattura fresca. La stratificazione è piano parallela con strati di 20-30 cm e interstrati marnosi. Il calcare ha granulometria medio fine, frattura scheggiata ed è fetido alla percussione. Contiene frequenti lenti di selce nera, farinosa se alterata. Reagisce debolmente all'acido e vi si trovano fossili, prevalentemente ammoniti piritizzate.

Gli strati hanno immersione prevalente O-NO con inclinazione variabile tra i 10° e 45°.

La formazione affiora naturalmente nella parte settentrionale del territorio comunale a partire da quote superiori ai 300-350 slm, lungo le incisioni dei corsi d'acqua a regime torrentizio che discendono dai versanti del monte Bisbino e laddove l'erosione del ghiacciaio abduano ha posto in affioramento la roccia. Ricordiamo in particolare lo strapiombo del "Cép" (sopra le sorgenti del Cosio) e il ripido versante al di sotto del Culmine del Pizzo. L'azione antropica ha creato altre possibilità di osservazione del Calccare di Moltrasio lungo i numerosi intagli stradali della viabilità di Maslianico e lungo le due piccole cave dismesse in roccia (cava Gatti e dei Pini).

Depositi morenici würmiani (Pleistocene sup.)

La genesi di questi depositi è legata ai ghiacciai e alla relativa azione di esarazione delle rocce e di trasporto dei detriti lungo le valli alpine. Giunti nella zona di ablazione, i detriti si disposero a formare i rilievi morenici che caratterizzano il paesaggio della parte occidentale e meridionale della provincia comasca, mentre parte del materiale morenico fu preso in carico dai torrenti uscenti dalle fronti glaciali che risedimentarono le ghiaie e le sabbie fluvioglaciali (outwash plain).



I depositi morenici si appoggiano lungo superfici di erosione (disconformità) ai calcari della formazione di Moltrasio. Sono legati agli episodi culminati nella colata glaciale Valtellina - Valle Spluga di età würmiana e alla successiva rielaborazione da parte delle acque superficiali. Nell'area incontriamo paraconglomerati in facies di till con profilo di alterazione poco evoluto e con profondità massima del fronte di decarbonatazione di due metri.

I clasti sono immersi in matrice sabbioso limosa giallastra e sono costituiti da ciottoli di origine cristallina (Serizzo e Ghiandone), metamorfica (serpentiniti della Val Malenco) e sedimentaria (calcari mesozoici). Al di sotto del sottile strato di terreno colluviale, prevalgono le frazioni più fini di colorazione grigiastra ad indicare un processo pedogenetico poco evoluto.

Affiorano diffusamente nell'ambito del territorio comunale ed in particolare lungo il versante montuoso laddove il substrato roccioso non è a giorno. Si tratta per lo più di depositi residuali frammisti a depositi eluviali, testimonianza del graduale processo erosivo attuato dagli agenti morfodinamici (scorrimento acque superficiali).

Lo spessore dei depositi varia dalle poche decine di centimetri a qualche metro. Talora questi terreni presentano un certo grado di cementazione per opera della percolazione delle acque ricche in CaCO_3 provenienti dal sistema ipogeo carsico del monte Bisbino.

Depositi fluvioglaciali di età würmiana (Pleistocene sup.)

Si tratta dei depositi, noti anche come "Diluviale recente" (A. Riva), presi in carico dai torrenti uscenti dalle fronti glaciali che risedimentarono le ghiaie e le sabbie fluvioglaciali (outwash plain) dilavandole dalla relativa frazione fine. Nell'ambito della valle del torrente Breggia questi terreni assumono una notevole importanza per lo spessore di sedimentazione e per l'attività di estrazione di sabbia e ghiaia attiva per decenni e solo recentemente cessata.

Sono posizionati lungo una fascia discontinua e parallela al corso del Breggia fino ad una quota di 300 m slm e affiorano chiaramente solo nelle aree in cui l'azione antropica (cave dismesse) o naturale (solchi vallivi) li ha portati a giorno.

A livello litologico i depositi fluvioglaciali sono costituiti da ghiaie e sabbie stratificate e lenticolari con rare intercalazioni limose. Anche in questo caso si hanno talora orizzonti coerenti a cementazione calcarea la cui origine coincide con quanto scritto per gli orizzonti morenici.

Depositi fluviolacustri di età würmiana (Pleistocene sup.)

Nel periodo di ritiro del ghiacciaio abduano lo scioglimento dei ghiacciai diede luogo alla formazione di bacini lacustri a cui corrisposero episodi di sedimentazione di bassa energia. L'espressione litologica di tale periodo è costituita da limi e varve giallastre su alterazione e grigio-azzurre su superficie fresca. Tali depositi costituiscono una fascia che si sovrappone ai depositi fluvioglaciali tra le isoipse dei 220 e 240 metri slm. Hanno spessori variabili da 5 a 20 metri con aumento della potenza procedendo verso il confine di stato.



Complesso sedimentario postglaciale (Olocene)

L'area pianeggiante della valle è costituita da terreni alluvionali recenti. Sono depositi di età olocenica e quindi successivi all'ultimo evento glaciale, costituiti, a livello litologico, dalle sabbie e dalle ghiaie delle alluvioni dei torrenti che discendono dai versanti e principalmente dall'azione sedimentaria del torrente Breggia. I rapporti stratigrafici con i calcari e i depositi morenici sono di disconformità e la stratificazione dei depositi è regolare e talora lenticolare.

Il quadro geologico del territorio oggetto della presente indagine si completa con *l'analisi delle stratigrafie dei pozzi terebrati* nell'area. Si hanno livelli di terreni a granulometria argillosa e limosa tra livelli a sabbia e ghiaia. I primi sono testimonianza di laghi proglaciali e inframorenici che si estendevano nella piana tra Chiasso e Como mentre gli orizzonti più grossolani sono costituiti dalle alluvioni recenti e dai depositi fluvioglaciali ad indicare la presenza di antichi torrenti subglaciali.



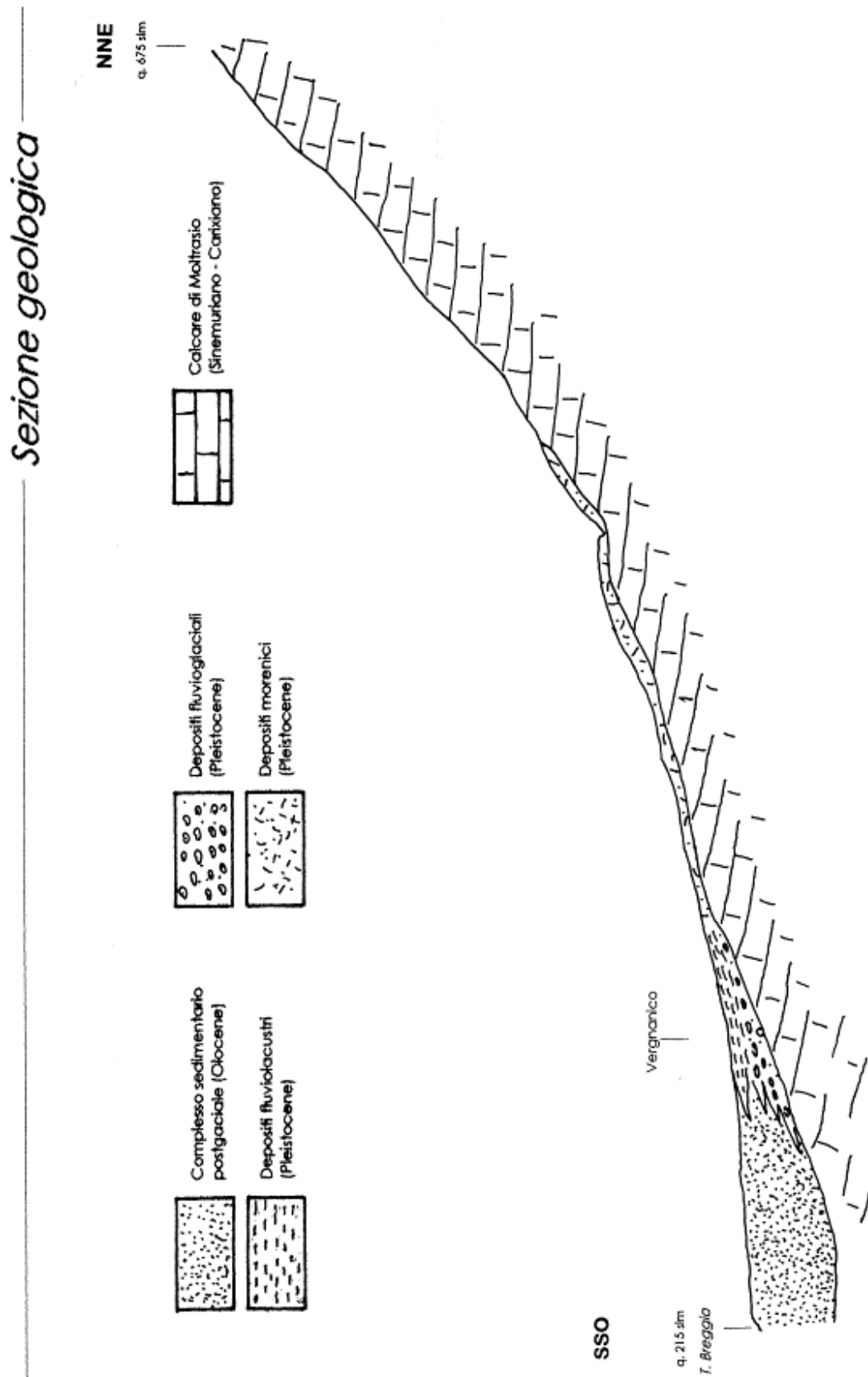


Figura 1: Sezione Geologica 1: 5.000



5. ASSETTO TETTONICO E STRUTTURALE

Le *Alpi meridionali*, o Sudalpino, costituiscono la regione tettonica in cui si inserisce l'area esaminata. Questo ambito è separato dalla catena principale delle Alpi dalla *Linea Insubrica*, elemento che rappresenta la sutura tettonica tra i due domini che rappresentavano i margini opposti dell'antico oceano tetideo (vd. figg. n. 2 e n. 3).

Il lago di Como rappresenta una sezione naturale di circa 50 km di estensione che consente l'osservazione dell'assetto strutturale del Sudalpino dalla linea del Tonale, presso Colico, fino alla *flessura pedemontana*, una piega anticlinale che borda a meridione le Prealpi costituendo la transizione tra i rilievi e la pianura alluvionale.

L'area posta ad occidente del Lario durante l'orogenesi alpina ha subito una compressione prevalentemente nella direzione N-S. Il processo di accorciamento ha avuto due picchi rispettivamente in età preliocenica e tra il Miocene superiore ed il Pliocene inferiore ed ha dato luogo alla messa in posto di fratture, lineazioni e piegamenti.

I fenomeni tettonici sarebbero imputabili ad un innalzamento differenziale del basamento cristallino che avrebbe innescato scivolamenti gravitativi nell'ambito della sovrastante copertura sedimentaria.

La direzione prevalente degli assi delle pieghe nell'area compresa tra il Lario ed il Ceresio è ONO-ESE. In particolare sul versante settentrionale e occidentale del monte Bisbino si ha un sistema di pieghe sinclinale - anticlinale (vd. fig. n. 4) che dalla punta di Torriggia segue l'alta Val della Grotta con direzione dapprima E-O e poi verso Sud lungo il corso del torrente Breggia. Sul versante Sud si incontra un secondo sistema di pieghe, aventi direzione ONO-ESE, corrispondente *flessura pedemontana* o *flessura frontale giurassica*.

Tra le linee di faglia principali ricordiamo la Lugano-Capolago che ha determinato l'abbassamento della struttura comasca rispetto alla luganese e la *linea del Generoso* che ha provocato l'accavallamento della scaglia del Generoso sul basamento del Bisbino-bassa Breggia-Salorino lungo un piano di faglia immerso verso Nord.

Nell'ambito comunale la formazione del Calcare di Moltrasio ha una struttura monoclinale con immersione media degli strati verso O-NO e inclinazione intorno ai 30°÷35°.

Non si hanno evidenze di faglia significative e le fratture hanno significato locale. Una dislocazione significativa potrebbe essere ubicata lungo l'asse della valle del Breggia; pare probabile, infatti, che la brusca deviazione che si ha nella depressione Chiasso Maslianico, tra il monte Bisbino e il dosso Cardina Mognano, sia legata alla presenza di una faglia con flessura (G. Nangeroni, 1969).



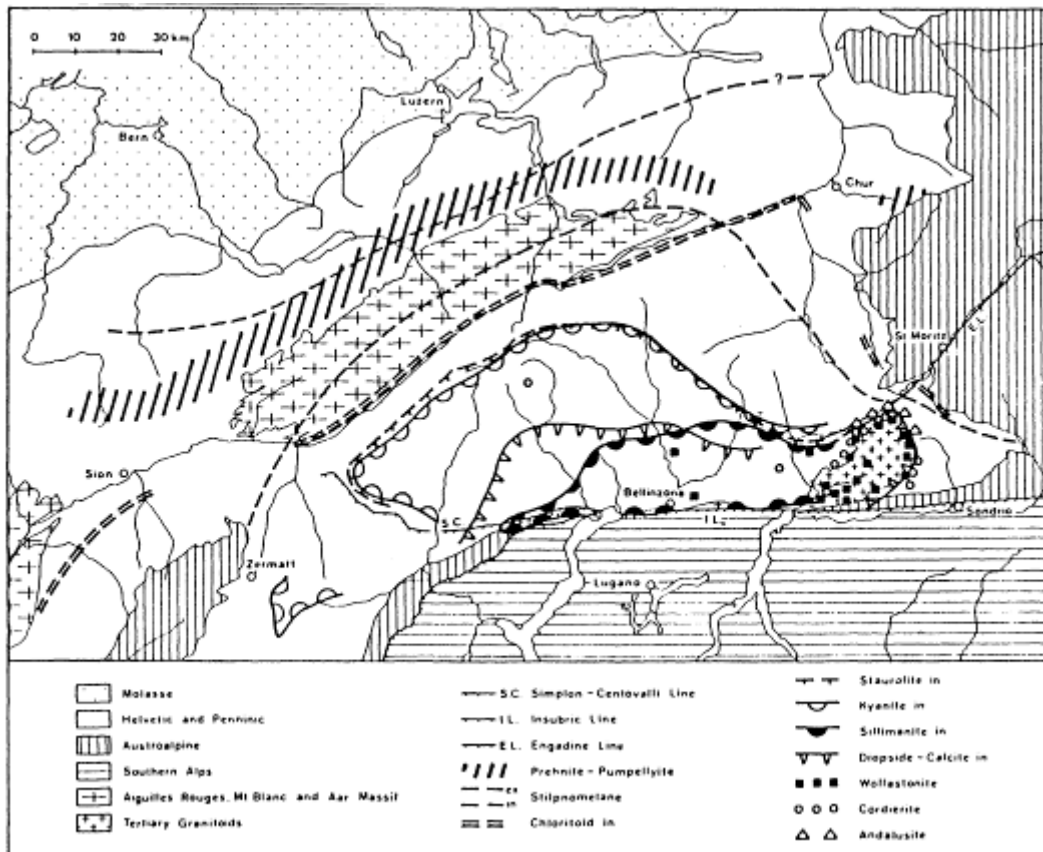


Figura 2: Schema tettonico delle Alpi Centrali

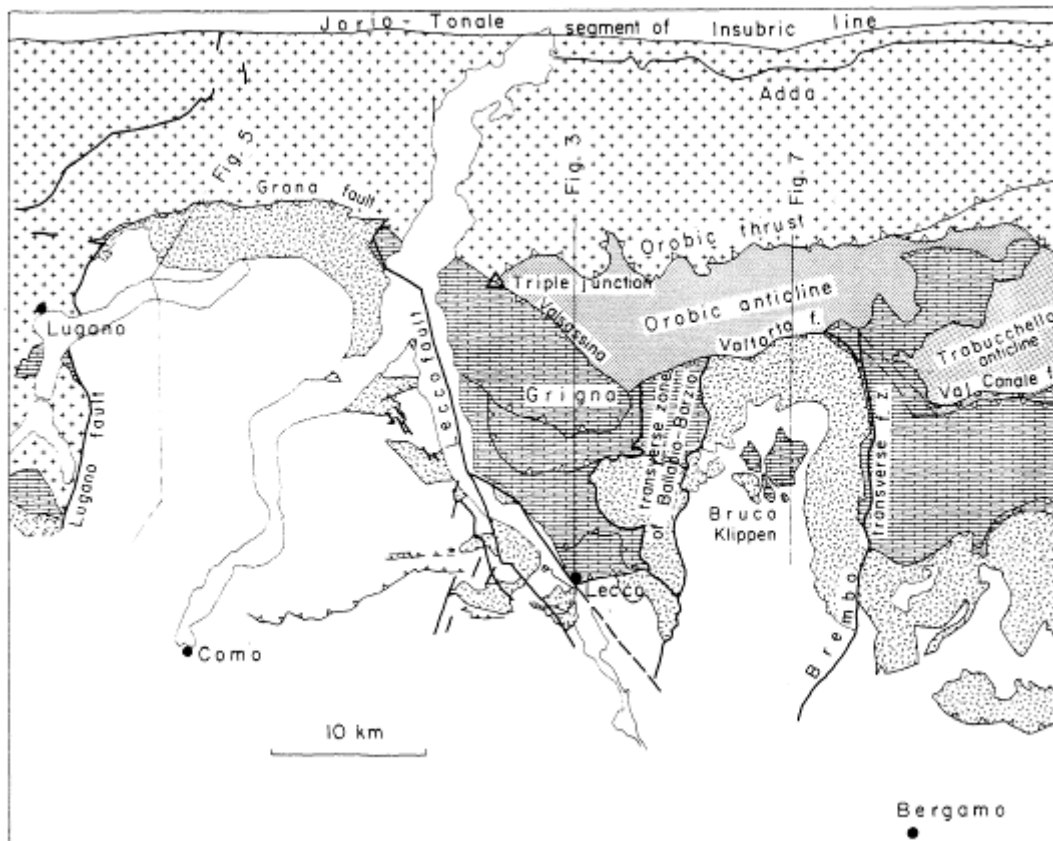


Figura 3: Schema strutturale semplificato delle Alpi Lariane (da Labscher, 1985)



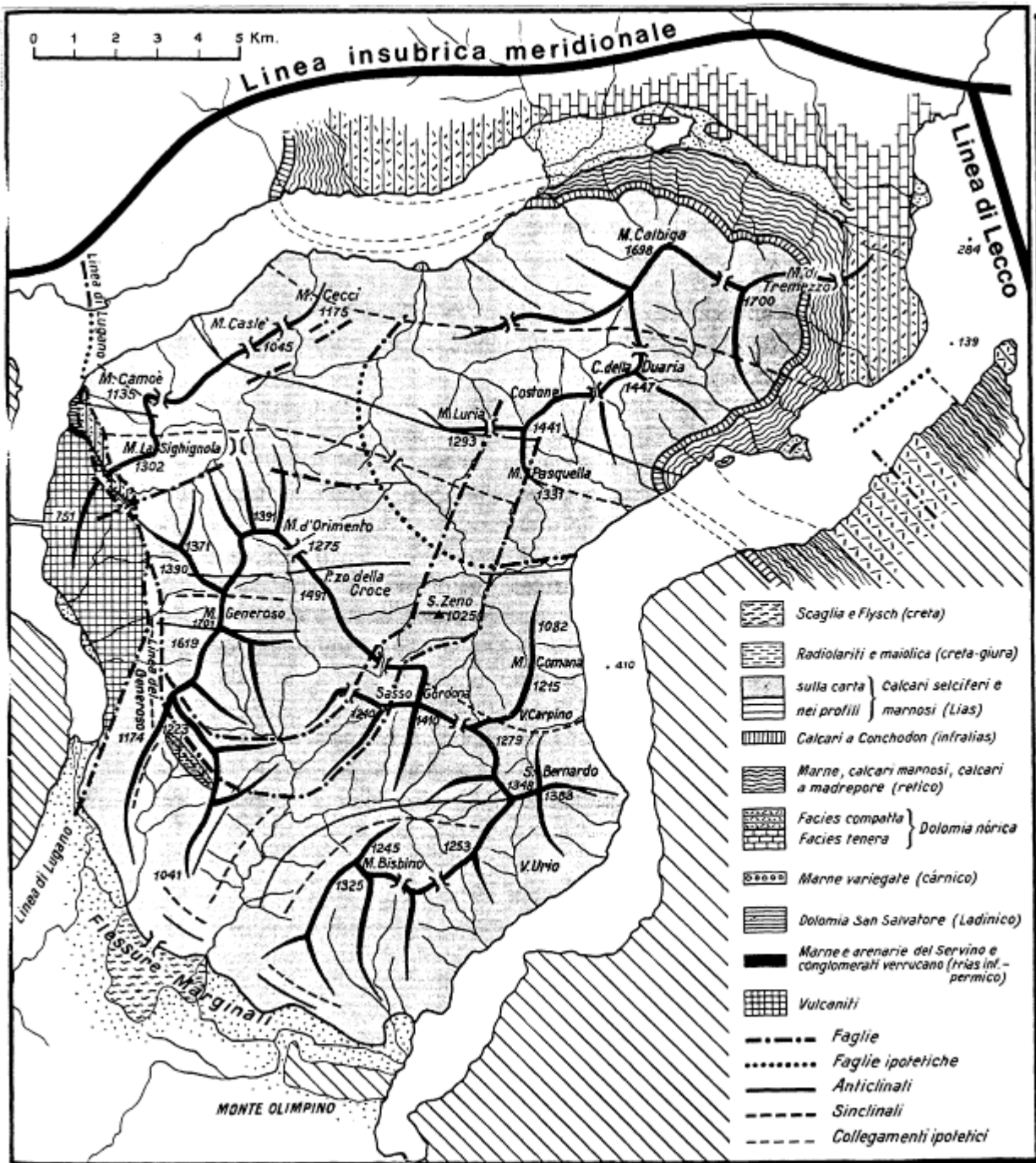


Figura 4: Carta geostrutturale schematica del territorio del Lario Occidentale (da Repposi et al.)



6. GEOMORFOLOGIA

L'attuale morfologia del territorio comunale è dovuta principalmente all'assetto geologico e strutturale del substrato roccioso e al citato glacialismo pleistocenico con l'azione erosiva dei ghiacci (esarazione) e la messa in posto della copertura morenica.

Al termine delle fasi principali dell'orogenesi alpina i calcari marnosi hanno costituito il motivo geologico dominante dell'area. La giacitura suborizzontale o mediamente inclinata e la risposta reologica del litotipo agli agenti morfodinamici, hanno determinato un'area di vetta del monte Bisbino a bassa energia di rilievo; di contro la fascia del versante prospiciente la valle del Breggia, nella fascia settentrionale del territorio comunale, risulta caratterizzata da elevata acclività e talora dalla presenza di terrazzi naturali in roccia.

Il versante si caratterizza inoltre per i solchi vallivi talora sensibilmente incisi, dovuti ai corsi d'acqua che lo percorrono con direzione prevalente NNE-SSO.

Legate all'azione di corrosione chimica delle acque meteoriche sono le numerose cavità carsiche presenti sul Bisbino. Se ne contano fino a 25 nell'area e molto probabilmente molte altre risultano nascoste dalla coltre morenica. Nel territorio comunale sono note almeno cinque cavità sotterranee; presso la località Scallette si trovano tre grotte (la Terza, la Tana ed una minore) con risorgente perenne e temporanea (BANTI et al., 1983). Altre due grotte si localizzano lungo il versante sotto il culmine del Pizzo a q. 675 (Ca' d'Edera) e a q. 640 (Ca'rossa).

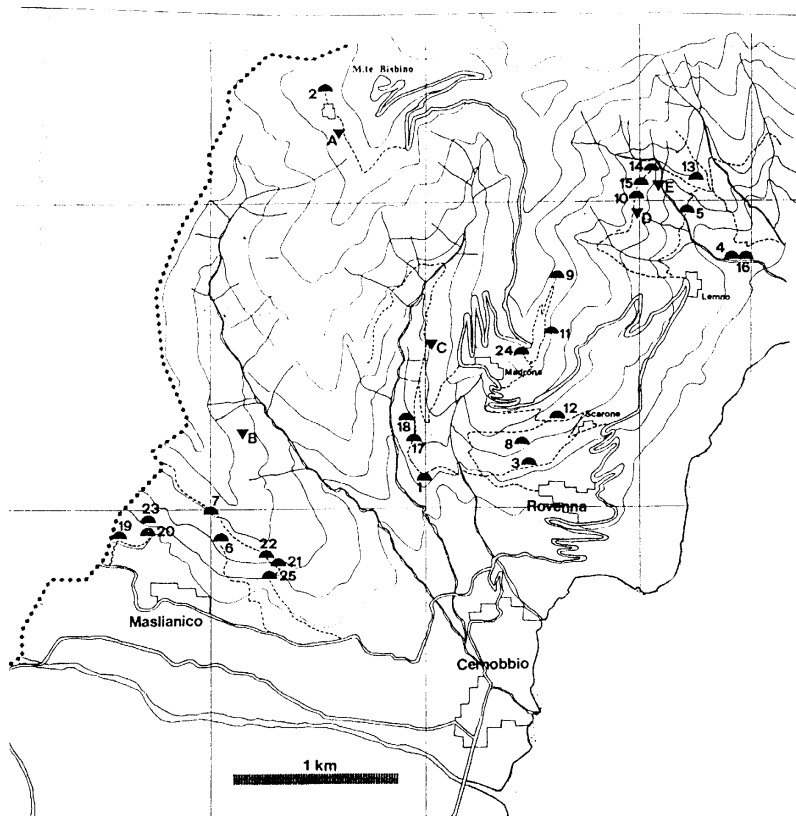


Figura 5: Localizzazione di grotte e sorgenti nell'area (da Banti et al., 1983)



Intorno a 20.000 anni fa, la zona era interessata dai processi morfogenetici determinati dai ghiacciai che discendevano dalla Val Chiavenna, Valtellina e dalla Val Masino Bregaglia a formare i lobi pedemontani di cui restano ora testimonianza gli arcuati rilievi degli anfiteatri morenici tra l'Adda e il Ticino.

I brevi torrenti costituiscono gli agenti morfodinamici attivi nel territorio comunale. Con l'eccezione del Breggia, lungo le strette valli dei torrenti l'azione erosiva ha portato in affioramento il substrato calcareo ed ha eroso i sedimenti morenici dei versanti.

Nel pedemonte i corsi d'acqua hanno talora dato luogo a profonde incisioni della copertura terrigena, spesso fino al consentire l'affioramento del substrato roccioso, per la natura facilmente erodibile dei depositi morenici e di versante.

Da ultimo citiamo la piana alluvionale della valle del Breggia che si estende lungo le falde dei versanti meridionali del Bisbino lungo la direzione E-O.

Nella compilazione della "Carta di inquadramento: elementi geomorfologici" alla scala 1:5.000 (tavola n. 1b) si sono utilizzati i simboli proposti nell'allegato 10 alla D.G.R. 7/6645 del 29.10.2001 "Approvazione direttive per la redazione dello studio dall'art. 3 della L.R. 41/97" integrati con quelli pubblicati nella "Proposta di legenda geomorfologica ad indirizzo applicativo" (Pellegrini et al., 1993), evidenziando i seguenti fenomeni morfologici:

- *attivi*: morfotematismi in via di evoluzione segnalati in colore **rosso**;
- *quiescenti*: forme per le quali si hanno evidenza di evoluzione in tempi storici che hanno la possibilità di riattivarsi segnalati in colore **blu**;
- *stabilizzati*: forme riferibili a condizioni morfogenetiche diverse dalle attuali segnalati in colore **verde**.

23/139

6.1 FORME, PROCESSI E DEPOSITI GRAVITATIVI DI VERSANTE

In un territorio ad acclività media elevata come quello di Maslianico, sono numerose ed evidenti le manifestazioni di questa tipologia morfologica.

Fenomeni di creeping si hanno nelle aree lungo i versanti con maggiori spessori della copertura terrigena e a maggiore pendenza. Questi fenomeni sono favoriti da prolungati periodi di precipitazione che causano la saturazione dei terreni facendone diminuire la coesione della frazione fine. Nelle aree esaminate questi lenti movimenti del suolo interessano la zona del versante del monte Bisbino.

Orli di scarpata di degradazione da quiescenti a stabilizzati, settori che nel recente passato hanno dato luogo a piccoli episodi franosi, si incontrano nella porzione medio bassa del territorio comunale.

I versanti in roccia infine possono in qualche caso caratterizzarsi per distacchi di limitato materiale lapideo, maggiori probabilità del verificarsi del fenomeno si hanno nelle aree in cui l'ammasso roccioso risulta fratturato per piegamenti o dislocazioni.



Sono stati inoltre messi in evidenza i settori di versante maggiormente acclivi, in quanto la configurazione topografica costituisce uno dei principali fattori predisponenti l'insorgere di fenomeni franosi. In particolare, sono stati raffigurati i settori con pendenze superiori ai 35° negli ambiti di affioramento del substrato e quelli con pendenze superiori ai 20° in corrispondenza dei depositi glaciali; si può verificare come gran parte del settore settentrionale del territorio comunale presenti acclività significative.

Gli eventi di dissesto sono stati identificati con i codici FS per le frane di scivolamento e CR per i crolli in roccia, seguiti con cifra progressiva.

6.2 FORME, PROCESSI E DEPOSITI PER ACQUE CORRENTI SUPERFICIALI

La dinamica delle acque superficiali è tipicamente di tipo alpino con aree a erosione diffusa e ruscellamenti nell'ambito dei bacini di formazione dei corsi d'acqua, alvei con tendenza all'approfondimento lungo le gole e piccoli coni di deiezione allo sbocco nei corpi idrici principali a seguito della deposizione dei materiali presi in carico a monte.

6.3 FORME E DEPOSITI GLACIALI

L'azione morfologica delle glaciazioni pleistoceniche si riscontra, come già accennato, in primo luogo nel versante meridionale del Bisbino. Quivi compaiono rilievi di ablazione organizzati in cordoni morenici e terrazzi che degradavano nella outwash plain.

Queste forme sono state ampiamente rimaneggiate dalle acque superficiali e l'originale continuità è stata frammentata negli affioramenti dei costoni che discendono dalla vetta.

Sono numerose le scarpate di erosione e i gradini di valli glaciali nel territorio comunale. Su questa morfologia non più attiva si sovrappone l'azione delle acque superficiali e in qualche caso l'azione antropica (cave Mondelli e Cassina Rimoldi, ex cava di sabbia e ghiaia).

6.4 FORME, PROCESSI E DEPOSITI ANTROPICI

L'area comunale si caratterizza per una certa concentrazione di ex cave di sabbia e ghiaia e di calcare di Moltrasio. Attualmente non sono in atto coltivazioni di materiale dalla fine degli anni settanta (cave Mondelli e Cassina Rimoldi) e le aree oggetto di tali attività sono per lo più recuperate con interventi atti al riempimento delle fosse di coltivazione e alla diminuzione dell'acclività media dei fronti di cava. Sono altresì tuttora visibili e riconoscibili gli orli delle scarpate delle ex cave dei Gatti, dei Pini oltre a quelle testé citate.

6.5 PERCORSO DI COLATA DI DETRITO ATTIVA (DEBRIS FLOW)

Le colate detritiche percorrono canali di trasporto che coincidono, in linea di massima, con impluvi o vallecole. Al loro interno sono localmente evidenti piccoli depositi di detrito, barre laterali lasciate dalle colate, segni di trasporto del detrito sul bedrock. I canali di trasporto vengono cartografati con una linea continua. I percorsi di colata sono definiti attivi in base alla freschezza morfologica, alla presenza di detrito ed



all'assenza di vegetazione. Questo tematismo è evidenziato nella tavola 1c. elementi idrografici, idrogeologici e della permeabilità superficiale.

6.6 CONOIDE ALLUVIONALE

Deposito dalla forma di cono, di ventaglio in pianta e convesso in sezione; costituito da sedimenti clastici eterogenei di granulometria variabile ed è sede di processi di trasporto di massa (colate di detrito s.l.) e di circolazione idrica; nel territorio comunale possono essere evidenziate le conoidi poste alla base della rottura di pendenza della val di Guasto e della valle di Ronco; si tratta di conoidi antropizzate e protette.

Secondo quanto contenuto nella normativa del PGR, le aree allagabili che corrispondono a conoidi già presenti nel PAI mantengono la normativa vigente del PGT (ART.9 e Titolo IV PAI).



7. IDROGRAFIA

L'idrografia superficiale, ad eccezione del torrente Breggia, è caratterizzata da brevi torrenti di tipo alpino che nascono sulle pendici del Bisbino e discendono lungo valli subparallele aventi direzione prevalente NNE-SSO. Hanno percorsi brevi, limitati bacini di alimentazione e regimi di tipo torrentizio con pressione e velocità dell'acqua che variano nello spazio e nel tempo. L'azione morfologica si esprime con erosione diffusa nella parte superiore del bacino di formazione, trasporto lungo il crinale e deposito nella parte terminale fino al cono di deiezione.

Il torrente Breggia, come citato anche nello studio di E. Monno e IMI dell'anno 2002, il più importante per dimensioni e portata, nasce dai versanti del monte Generoso (Località Erbonne). È caratterizzato da un ampio bacino di alimentazione ed il suo corso attraversa anche il territorio elvetico. Il torrente scorre nella serie del Calcare di Moltrasio fino all'altezza di Balerna per poi erodere il substrato fino agli orizzonti Villafranchiani. Dalla sorgente fino all'altezza di Chiasso ha una direzione NE-SO mentre in territorio italiano devia verso E per poi sfociare nel lago all'altezza del confine tra Cernobbio e Como. Come già accennato nel capitolo dedicato all'assetto tettonico dell'area, la brusca deviazione della depressione Chiasso Cernobbio che separa il monte Bisbino dal dosso Cardina Mognano potrebbe essere dovuta alla presenza di una faglia con flessura.

26/139

Tra i corsi d'acqua minori ricordiamo il torrente Parasciola proveniente dalla Svizzera e avente direzione NO-SE e il torrente Cosio al confine con il comune di Cernobbio. Sono entrambi caratterizzati da regimi stagionali con portate minime nei periodi di scarse precipitazioni.

Il canale artificiale, noto come Roggia Molinara, costituiva una antica opera di ingegneria idraulica nata come fonte di energia per i mulini e per le industrie tessili della zona. Ha una direzione sostanzialmente parallela a torrente Breggia e prosegue nel territorio comunale di Cernobbio per poi sfociare nel lago nei pressi del torrente Greggio. Attualmente le condizioni di cattiva manutenzione del canale si manifestano in accumuli di sedime nel letto del corso d'acqua. La riduzione del battente d'acqua ha inoltre causato nel recente passato la tracimazione della roggia in coincidenza di forti precipitazioni atmosferiche.

Non vi sono *dati statistici* significativi sui regimi dei corsi d'acqua citati. Le scarse informazioni riguardano le alluvioni di cui si ha memoria storica ed in particolare le inondazioni del 1924, 1951 e 1976 del torrente Breggia (si noti la frequenza apparentemente ogni 25 anni di tali episodi). Si hanno poi le gli episodi avvenuti dal 1990 in poi con una frequenza degli episodi di esondazione della Roggia Molinara all'altezza di via Caronti e dei corsi d'acqua minori con gli episodi del Maggio e Novembre 2002. Negli anni successivi e fino a quello presente si sono verificati straripamenti localizzati dei valletti presenti all'interno del territorio comunale.



Le *tavole* in scala 1:2000 denominate rispettivamente *1c* “Carta degli elementi idrografici e idrogeologici”, *1c* “Elementi idrografici, idrogeologici e della permeabilità superficiale” e la *tavola n. 1d* “Carta delle opere di difesa ed elementi antropici” sono il riferimento grafico di quanto esposto nel presente capitolo. Tra i tematismi riportati citiamo la rete idrografica, l’ubicazione dei punti di presa d’acqua e lo schema della rete acquedottistica e fognaria del comune.

7.1 SORGENTI

Classe n.	Portata minima annua (l/s)
1	> 10.000
2	da 1.00 a 10.000
3	da 100 a 1.000
4	da 10 a 100
5	da 1 a 10
6	da 0.1 a 1
7	da 0.01 a 0.1
8	< 0.01

Si notano due tipologie principali di sorgenti nel territorio comunale:

1. Sorgenti per limite di permeabilità;
2. Sorgenti carsiche.

Classificazione delle sorgenti secondo Meinzer

Le prime si hanno per contatto dell’acquifero con corpi a limitata permeabilità come limi, argille od orizzonti rocciosi integri, le seconde sono legate alle cavità sotterranee dei sistemi carsici del monte Bisbino. Le portate sono per lo più inferiori a valori di 1 l/s di portata e di rado superiori ai 10 l/s. Si hanno quindi sorgenti che occupano dalla sesta classe alla quinta classe di Meinzer, supponendo che le portate siano assimilabili alle minime dell’anno.

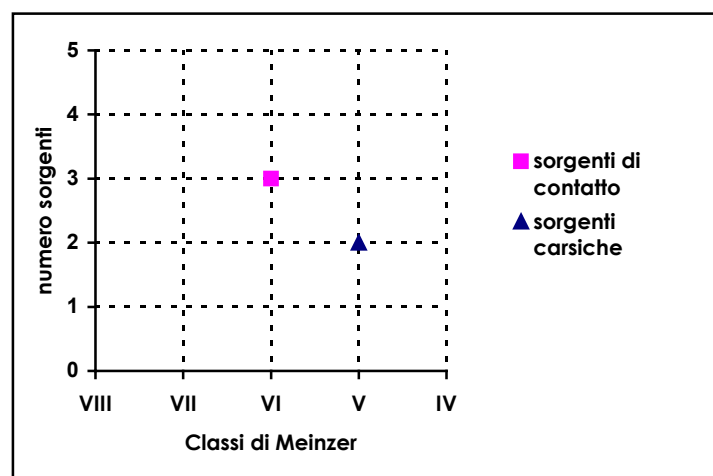


Figura 6. Tipologia e portate delle sorgenti



Le sorgenti a regime costante sono generalmente caratterizzate da valori bassi della portata ed assumono quindi un significato secondario rispetto alle sorgenti appartenenti alla quinta classe. Le risorgive appartenenti a questo gruppo sono riferibili a sistemi ipogei carsici e forniscono il contributo più importante di acqua immessa nella rete dell'acquedotto comunale.

Le sorgenti Fico (portata minima 3 l/s, massima 15,5 l/s) ed ex Taroni (portata minima 2 l/s, massima 6 l/s) emergono a quote che variano dai 280 m della prima ai 350 m s.l.m. della seconda. In entrambi i casi l'emergenza sorgentizia avviene nell'ambito di depositi morenici ma sono probabilmente riferibili alle vicinanza di un sistema ipogeo similmente a quanto accade per il sistema della sorgente Cosio poco distante. Presso la località Scalette sopra Maslianico si trovano infatti due grotte (la Terza e la Tana) con risorgente perenne e temporanea (BANTI et al., 1983). Altro dato a conferma dell'ipotesi è dato dall'analisi dell'indice di variabilità R_v superiore al 100%. Valore caratteristico dei sistemi carsici.

Vi è inoltre una coincidenza sostanziale tra le portate e i periodi di maggiore precipitazione (vd. Cap. VIII - Inquadramento meteorologico) ad indicare un forte velocità di percolazione delle acque di infiltrazione nell'acquifero, caratteristica propria dei sistemi ipogei carsici.

7.2 CALCOLO PORTATE DI PIENA

Nel territorio in esame non sono presenti stazioni idrometriche di misura e per tale motivo le analisi delle portate devono essere effettuate mediante metodi indiretti che permettono di stimare le portate al colmo di piena conoscendo a priori le caratteristiche pluviometriche, i principali parametri morfometrici ed il coefficiente di deflusso del bacino esaminato.

Il calcolo delle portate per via indiretta è stato compiuto su sette diversi bacini idrografici caratterizzanti il territorio in esame, con relative sezioni di chiusura ubicate in corrispondenza dei settori tombinati dei torrenti, precisante si tratta dei seguenti bacini:

- Torrente Breggia;
- Roggia Molinara;
- Valle Parasciola (val Codrigo) ;
- Valle di Roggiana ;
- Valle di Casarico (Valle del Guasto);
- Val Paura;
- Valle di Ronco;
- Rio Cosio.

La portata al colmo di piena è stata dedotta mediante l'applicazione di un modello idrologico di trasformazione afflussi-deflussi.



Il modello, per essere applicato in modo corretto, deve prevedere l'introduzione di alcune semplificazioni quali:

- il valore delle piogge di riferimento per l'area oggetto di studio siano d'intensità costante per tutta la durata dell'evento meteorico;
- le piogge siano distribuite in modo omogeneo su tutto il bacino idrografico di riferimento, procedendo anche al ragguaglio delle stesse piogge rispetto l'area.

Si ricorda che il modello utilizzato non tiene conto del contributo delle acque di natura carsica per la determinazione della portata di piena di progetto.

7.3 TORRENTE BREGGIA

Ai fini della determinazione dei parametri si è considerato il bacino individuato dalla somma dei due bacini imbriferi, Breggia Svizzero (47,4 km²) e Faloppia (27,3 km²), più la parte di bacino (8,8 km²) a valle della confluenza delle due aste torrentizie sopra citate, con sezione terminale ubicata in corrispondenza della località Molino Nuovo.

La seguente tabella mostra i caratteri morfometrici del bacino in esame:

Torrente Breggia (sezione di chiusura)	Superficie	Lunghezza asta	Quota sorgente	Quota sezione di chiusura
Molino Nuovo	83,5 km ²	19,2 km	1701,3 m s.l.m.	220 m s.l.m.

29/139

Nella tabella e grafico seguente si individuano i valori di portata al colmo piena per diversi tempi di ritorno e valori di coefficiente di deflusso, considerando un tempo di corrivazione, calcolato con metodo di Giandotti, pari a 3 ore (180 minuti):

Deflusso C= 0,30		Deflusso C= 0,4		Deflusso C= 0,5		Deflusso C= 0,6		Deflusso C= 0,7	
Tr (anni)	Q (m ³ /s)	Tr (anni)	Q (m ³ /s)	Tr (anni)	Q (m ³ /s)	Tr (anni)	Q (m ³ /s)	Tr (anni)	Q (m ³ /s)
10	154,12	10	205,49	10	256,86	10	308,24	10	359,61
20	176,16	20	234,88	20	293,60	20	352,32	20	411,04
30	182,52	30	243,36	30	304,20	30	365,04	30	425,88
50	197,94	50	263,92	50	329,90	50	395,88	50	461,86
100	216,77	100	289,02	100	361,28	100	433,53	100	505,79



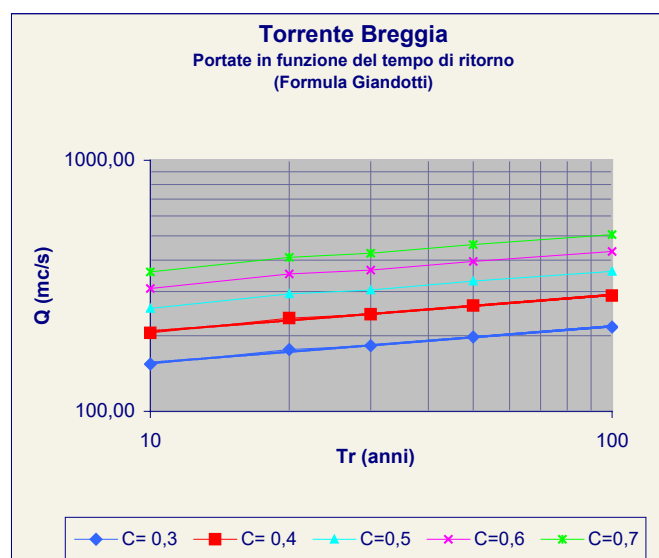


Tabella 1. Portate Torrente Breggia

Dall'analisi del diagramma portate in funzione del tempo di ritorno si osserva una buona distribuzione dei valori i quali sono tutti intercettati dalla retta di regressione, per esempio prendendo come riferimento il tempo di ritorno minimo (Tr 10 anni), quindi un evento facilmente riproducibile nell'arco di pochi anni, ed un coefficiente di deflusso intermedio ($C=0,5$) per l'area indagata, si osservano valori di portata rilevanti e superiori a $256,86 \text{ m}^3/\text{s}$.

30/139

Tali volumi di piena, sono compatibili con le dimensioni e struttura degli argini del torrente Breggia, ma per volumi di piena superiori ($Q = 304,20 \text{ m}^3/\text{s}$, $Tr = 30$ anni) si determinerebbero fenomeni di esondazione in più punti del territorio in esame.

Essenzialmente i fenomeni di piena del torrente Breggia nel settore in precedenza citato possono essere causa di:

- Esondazione del torrente in sinistra idrografica nel tratto compreso tra Molino Nuovo ed il campo da calcio;
- Deflusso preferenziale delle acque e danni possibili alla rete viaria (Via Roma), alle infrastrutture urbanizzative, alle abitazioni private e agli impianti produttivi;
- fenomeni erosionali e/o accumulo di detriti e sedimenti in corrispondenza della sede stradale.

L'area di esondazione riportata in cartografia è tratta da uno specifico studio idraulico e tiene conto di una delimitazione effettuata con tempo di ritorno duecentennale (Monno, 2002)

Per quanto riguarda gli eventi pregressi, considerando l'evento alluvionale accaduto nell'ottobre'76 con tempo di ritorno stimato in 25 anni è possibile supporre che in occasione di eventi meteorici, similari sia per



intensità che per durata delle precipitazioni, si determini una portata al colmo di piena di poco inferiore a **300 m³/s**, misurata in corrispondenza della sezione di chiusura presso la località Molino Nuovo.

Mentre, in riferimento all'evento più recente del 27 maggio 2002, a cui si è attribuito un tempo di ritorno di circa 100 anni, vedi § inquadramento meteorologico, si può dedurre che la portata al colmo di piena sia stata superiore a **300 m³/s**.

7.4 ROGGIA MOLINARA

Si propone in questo paragrafo un calcolo del bilancio idrologico della roggia Molinara supponendo che essa sia un corso d'acqua naturale e non un canale artificiale. Tali calcolazioni sono state effettuate in quanto la roggia di fatto raccoglie parte delle acque bianche di precipitazione provenienti dal Monte Bisbino ed in particolare le acque del valletto di Via Verdi. Il bilancio idrologico è stato effettuato con metodologia Curve Number, assumendo volume dei deflussi $D=757,9$ mm e un coefficiente di deflusso di 0,51. Ad ottenere un colmo di piena secondo Giandotti e Visentini $20,6$ m³ per tempo di ritorno pari a 25 anni.

Il "bacino di alimentazione" della roggia Molinara in territorio di Maslianico coincide con il valletto che discende dalla località Ronco con bacino di circa 0.2 chilometri quadrati, in parte occupato dall'abitato, in parte boscato. L'area di monte in particolare presenta pendii ad acclività media elevata dove sono siti alcuni fontanili e rivi torrentizi i cui regimi mostrano ritardi anche considerevoli rispetto agli eventi di pioggia. Tutto ciò denota un marcato fenomeno carsico sotterraneo e consiglia una prudente attenzione nella stima del bilancio idrico per la determinazione delle relazioni tra eventi meteorici e deflussi. Un'analisi più accurata richiederebbe la raccolta di una discreta mole di dati sugli afflussi e i deflussi; allo stato attuale, sulla base dei dati di portata e meteorologici disponibili oltre che alle caratteristiche geomorfologiche del bacino, è possibile solo una stima di massima.

7.4.1 Caratteristiche del territorio

L'area sottesa dalla Roggia Molinara verso monte ha una estensione di 1.115 kmq, ed è costituita da: 0.505 Kmq di bosco in presenza di copertura più o meno fitta con sottobosco su un substrato calcareo interessato da carsismo diffuso, 0.285 Kmq rappresentato da spazi aperti e/o limitatamente antropizzati con manto erboso su coperture prevalentemente costituite da ghiaie sabbiose mista a frazione fine e 0.325 Kmq da area urbanizzata con prevalenti coperture limoso argillose, in questa area 0.185 kmq presentano un substrato pavimentato o asfaltato in pratica impermeabile.

Il valore degli afflussi (A) è pari a 1466 mm media annuale dedotta dall'analisi delle serie storiche (1957-1986), temperatura (T) media annuale pari a 13°C determinata dalla carta delle isoterme medie della Lombardia. Da questi dati è possibile calcolare mediante *l'equazione empirica di Turc* il valore dell'evapotraspirazione (ET):



$$ET = \frac{P}{\left(0,9 + \frac{P^2}{L^2}\right)^{\frac{1}{2}}}$$

dove: T - temperatura media annua (°C)
 P - precipitazione media annua (mm)
 $L = 300 + 25 T + 0.05 T^3$.

Il valore medio di evapotraspirazione per il sottobacino della Roggia Molinara è pari a 664 mm e corrisponde al 45,3 % del volume degli afflussi medi annuali.

Gli afflussi (A) che raggiungono in effetti la superficie del terreno sono **802 mm** e rappresentano il valore di partenza per il calcolo del rapporto infiltrazione-ruscellamento.

Applicazione del metodo “CURVE NUMBER”

Per l'utilizzo di questa metodologia è necessario conoscere in modo approfondito il territorio sia come caratteristiche granulometriche dei terreni che come uso del suolo, in quanto è il tipo idrologico di suolo (*vedi tabella relativa*) che indica la potenzialità di deflusso e la capacità d'infiltrazione in funzione della classe granulometrica del terreno.

Quindi, si è suddiviso il territorio comunale in base alle diverse vocazioni dello stesso e si è classificato come segue:

- l'area rappresentata da bosco è caratterizzata da un suolo a scarsa potenzialità di deflusso tipica di terreni ghiaiosi con scarsa frazione fine (**tipo idrologico di suolo A**),
- l'area prevalentemente costituita da manto erboso limitatamente antropizzata ha una potenzialità di deflusso, superiore all'area boschiva, ma ancora moderatamente bassa e comprende la maggior parte dei suoli sabbiosi misti a frazione fine (**tipo idrologico di suolo B**),
- infine il territorio urbanizzato costituito da suoli sottili contenenti elevate quantità di limi argillosi presenta una potenzialità di deflusso moderatamente alta quindi una scarsa capacità di infiltrazione (**tipo idrologico di suolo C**), infatti tale settore è costituito per circa il 60 % da substrato pavimentato e/o asfaltato totalmente impermeabile.

A questo punto utilizzando la tabella è possibile determinare i valori del parametro **CN** incrociando il tipo idrologico di suolo, per le diverse aree, con la tipologia di uso del territorio delle stesse. I valori così ottenuti dovrebbero essere corretti in funzione delle condizioni di umidità del terreno precedenti all'evento alluvionale da studiare, in realtà questa correzione è importante nello studio di eventi di breve durata in quanto l'umidità riduce di molto la capacità di infiltrazione del terreno, ma può essere omessa in caso di bilanci idrologici annuali.



CLASSIFICAZIONE DEI TIPI IDROLOGICI DI SUOLO SECONDO IL METODO SCS-CN

Tipo idrologico di suolo	Descrizione
A	Scarsa potenzialità di deflusso. comprende sabbie profonde con scarsissimo limo e argilla, anche ghiaie profonde molto permeabili.
B	Potenzialità di deflusso moderatamente bassa. Comprende la maggior parte dei suoli sabbiosi meno profondi che nel gruppo A, ma il gruppo nel suo insieme mantiene alte capacità di infiltrazione anche a saturazione.
C	Potenzialità di deflusso moderatamente alta. Comprende suoli contenenti considerevoli quantità di argilla e colloidali, anche se meno che nel gruppo D. Il gruppo ha scarsa capacità di infiltrazione a saturazione
D	Potenzialità di deflusso molto alta. Comprende la maggior parte delle argille con alta capacità di rigonfiamento, ma anche suoli sottili con orizzonti pressoché impermeabili in vicinanza delle superfici.

VALORI CARATTERISTICI DEL PARAMETRO CN NELLE AREE URBANIZZATE

Valori del parametro CN (adimensionale)	← Tipo idrologico di suolo →			
	A	B	C	D
↓ Tipologia di uso del territorio				
Coltivazioni, in presenza di pratiche di conservazione del suolo	62	71	78	81
Coltivazioni, in assenza di pratiche di conservazione del suolo	72	81	88	91
terreno da pascolo in cattive condizioni	68	79	86	89
terreno da pascolo in buone condizioni	39	61	74	80
Boschi, in presenza di copertura rada e senza sottobosco	45	66	77	83
Boschi e foreste, in presenza di copertura fitta e con sottobosco	25	55	70	77
Spazi aperti con manto erboso superiore al 75% dell'area	39	61	74	80
Spazi aperti con manto erboso compreso tra il 50 ed il 75% dell'area	49	69	79	84
Spazi aperti con manto erboso inferiore al 50% dell'area	68	79	86	89
Zone industriali (area impermeabile 75%)	81	88	91	93
Zone commerciali e industriali (area impermeabile 85%)	89	92	94	95
Zone residenziali, lotti fino a 500 m ² (area impermeabile 65%)	77	85	90	92
Zone residenziali, lotti di 500 ÷ 1000 m ² (area impermeabile 38%)	61	75	83	87
Zone residenziali, lotti di 1000 ÷ 1500 m ² (area impermeabile 30%)	57	72	81	86
Zone residenziali, lotti di 1500 ÷ 2000 m ² (area impermeabile 25%)	54	70	80	85
Zone residenziali, lotti di 2000 ÷ 5000 m ² (area impermeabile 20%)	51	68	79	84
Zone residenziali, lotti di 5000 ÷ 10000 m ² (area impermeabile 12%)	46	65	77	82
Parcheggi, tetti, autostrade, ecc.	98	98	98	98
Strade pavimentate o asfaltate, dotate di drenaggio	98	98	98	98
Strade con letto in ghiaia	76	85	89	91
Strade battute in terra	72	82	87	89

33/139

TABELLA STIMA INFILTRAZIONE-RUSCELLAMENTO

ZONA	tipo idrologico di suolo	CN curve number	S max vol. infiltrabile	I _a Initial Abstraction	D vol. deflussi	(D) media ponderata
bosco	A	25	66,7 mm	13,3 mm	727,4 mm	329,5 mm
prato	B	61	19,6 mm	3,9 mm	779,1 mm	199,4 mm
urbana	C	88	12,8 mm	2,5 mm	787,1 mm	229,0 mm
					(D) _{tot.} deflussi	757,9 mm



(D) rappresenta il volume di ruscellamento ottenuto facendo la media ponderata: $(D) = \sum D_n S_n \%$

dove: D_n = volume di ruscellamento ottenuto per le diverse tipologie di uso del territorio

S_n = superficie in percentuale delle diverse tipologie di uso del territorio.

È ora possibile riassumere i dati principali del bilancio idrologico annuale dell'area definita dalla Roggia Molinara.

TABELLA DATI BILANCIO IDROLOGICO

Bacino	Afflussi (A)	Evapo-traspirazione (ET)	Deflussi (D)	Infiltrazione (Dg)	Deficit idrologico (A)-(D)	Coeff. di deflusso (ϕ)	Infiltraz. cumulata annuale	Deflusso cumulato annuale
Roggia Molinara	1466 mm	664 mm	757.9 mm	44.1 mm	708.1 mm	0.51	49200 m3	845000 m3

dove:

$$\text{Infiltrazione } (D_g) = (A) - (ET) - (D)$$

$$\text{Deficit idrologico } (A) - (D) = (D_g) + (ET)$$

$$\text{Coefficiente di deflusso } (\phi) = (D) / (A)$$

34/139

Calcolo del contributo di portata al colmo di piena

Ai fini della determinazione dei parametri si è considerato il sottobacino sotteso dal Valletto discendente dalla località Ronco fino all'immissione nel canale artificiale "Roggia Molinara".

La seguente tabella mostra i caratteri morfometrici del bacino in esame:

Roggia Molinara (sezione di chiusura)	Superficie	Lunghezza asta	Quota sorgente	Quota sezione di chiusura
Via XX Settembre	0,15 km ²	1,5 km	808 m s.l.m.	240 m s.l.m.

Nella tabella e grafico seguente si individuano i valori di portata al colmo piena per diversi tempi di ritorno e valori di coefficiente di deflusso, considerando un tempo di corrivazione, calcolato con metodo di Giandotti, pari a 0,28 ore (16,8 minuti):



Deflusso C= 0,30		Deflusso C= 0,4		Deflusso C= 0,5		Deflusso C= 0,6		Deflusso C= 0,7	
Tr (anni)	Q (m3)	Tr (anni)	Q (m3)	Tr (anni)	Q (m3)	Tr (anni)	Q (m3)	Tr (anni)	Q (m3)
10	1,47	10	1,96	10	2,45	10	2,93	10	3,42
20	1,70	20	2,26	20	2,83	20	3,39	20	3,96
30	1,76	30	2,34	30	2,93	30	3,52	30	4,10
50	1,92	50	2,57	50	3,21	50	3,85	50	4,49
100	2,12	100	2,82	100	3,53	100	4,24	100	4,94

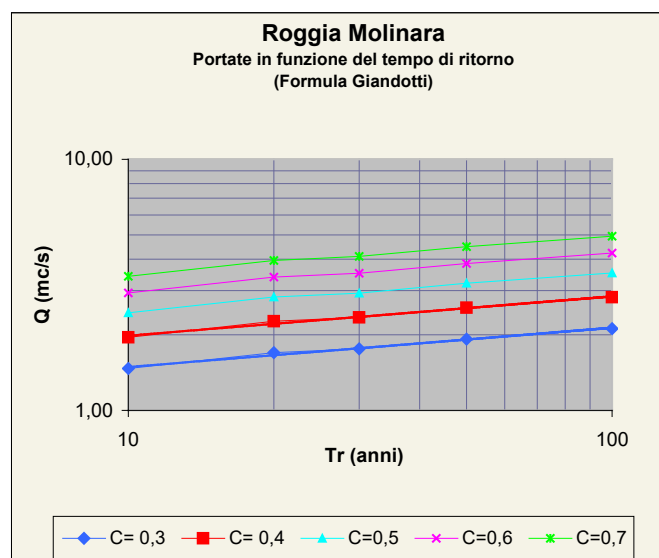


Tabella 2. Portate Roggia Molinara

Ai valori di portata determinati per via indiretta si deve aggiungere un 10-15% in più legato ai pluviali non intercettati dalla rete fognaria.

Dall'analisi del diagramma portate in funzione del tempo di ritorno si osserva una buona distribuzione dei valori i quali sono tutti intercettati dalla retta di regressione, per esempio prendendo come riferimento il tempo di ritorno minimo (Tr 10 anni), quindi un evento facilmente riproducibile nell'arco di pochi anni, ed un coefficiente di deflusso intermedio (C=0.5) per l'area indagata, si osservano valori di portata rilevanti e superiori a 2,45 m³/s.

Tali volumi di piena, viste le particolari caratteristiche morfologiche ed antropiche dei luoghi, possono determinare problemi di esondazione e/o sovralluvionamento lungo la sede stradale della Via XX Settembre.

Essenzialmente i fenomeni di piena della Roggia Molinara nel settore in precedenza citato sono causa di:

- danni possibili alla rete viaria, alla rete idrografica, alle infrastrutture urbanizzative, alle abitazioni private e agli impianti produttivi;
- fenomeni erosionali e/o accumulo di detriti e sedimenti in corrispondenza della sede stradale.



Per quanto riguarda gli eventi pregressi, considerando l'evento alluvionale accaduto nell'ottobre '76 con tempo di ritorno stimato in 25 anni è possibile supporre che in occasione di eventi meteorici, similari sia per intensità che per durata delle precipitazioni, si determini una portata al colmo di piena almeno pari a **2,45 m³/s**, misurata in corrispondenza della sezione di chiusura presso la Roggia Molinara del vecchio Mulino.

Mentre, in riferimento all'evento più recente del 27 maggio 2002, a cui si è attribuito un tempo di ritorno di circa 100 anni, vedi § inquadramento meteoclimatico, si può dedurre che la portata al colmo di piena sia stata pari a **3,53 m³/s**.

7.4.2 I valletti

La situazione geomorfologica del versante sopra l'abitato di Maslianico, bacino di alimentazione dei torrenti è tale da indurre due ordini di problemi:

- a) erosione degli alvei e delle pendici
- b) trasporto solido verso valle

Nel *primo* caso l'erosione ha causato nel recente passato processi di scalzamento al piede dei versanti con conseguenti fenomeni franosi sia pur di piccola entità. Nella memoria storica degli abitanti di Maslianico si ricordano i fenomeni in versante idrografico sinistro del torrente Parasciola e del valletto a monte di Casarico.

Il *secondo* ordine di problemi assume una particolare importanza in relazione dei rapporti tra i valletti di monte e la roggia Molinara. In origine questi valletti scavalcavano la roggia tramite delle volte in pietra, ad oggi il valletto di Via Verdi scarica invece direttamente in roggia le proprie acque ed il materiale in carico. A questo segue una riduzione della luce della sezione della roggia e di conseguente frequenti esondazioni nell'area prossima al confine comunale con Cernobbio. Nel valletto di Via Verdi si inseriscono inoltre le acque di scorrimento superficiale della ex cava Mondelli. Tali acque hanno in carico frazioni di vario diametro del materiale di risulta utilizzato per colmare la fossa di coltivazione.

Valle Parasciola

Precisamente la sezione di misura è ubicata in corrispondenza della Località La Cassina, nel settore meridionale dell'area in esame.

Il valletto è costituito da un impluvio molto serrato con alveo che presenta a giorno il substrato calcareo della formazione di Moltrasio, in sinistra idrografica si evidenzia un manufatto in muratura a secco e poco sopra un orlo di scarpata degradata ora quiescente, ma che potrebbe ritornare attivo e rilasciare materiale lapideo durante eventi piovosi intensi.

Il bacino che delimita il valletto risiede quasi totalmente in Svizzera, in tale area in occasione di forti scrosci temporaleschi si potrebbero registrare portate in grado di trasportare materiale di fondo con pezza-



tura grossolana e determinare problemi di inondazione nell'abitato del comune sottostante. Attualmente un episodio franoso avvenuto in territorio elvetico anni or sono, fa sì che il corso d'acqua sia intercettato e deviato per lo più subalveo.

Il torrente, in corrispondenza della sezione di misura, risulta infossato di alcuni metri rispetto il livello della linea stradale a quota 240 m s.lm.

La seguente tabella mostra i caratteri morfometrici del bacino in esame.

Valle Parasciola (sezione di chiusura)	Superficie	Lunghezza asta	Quota sorgente	Quota sez. chiusu- ra
Località La Cassina	0,47 km ²	1,5 km	872 m s.l.m.	240 m s.l.m.

Nella tabella e grafico seguente si individuano i valori di portata al colmo piena per diversi tempi di ritorno e valori di coefficiente di deflusso, considerando un tempo di corrivazione, calcolato con metodo di Giandotti, pari a 0,35 ore (21 minuti):

Deflusso C= 0,30		Deflusso C= 0,4		Deflusso C= 0,5		Deflusso C= 0,6		Deflusso C= 0,7	
Tr (anni)	Q (m ³)	Tr (anni)	Q (m ³)	Tr (anni)	Q (m ³)	Tr (anni)	Q (m ³)	Tr (anni)	Q (m ³)
10	3,96	10	5,28	10	6,60	10	7,92	10	9,24
20	4,74	20	6,10	20	7,62	20	9,15	20	10,67
30	4,94	30	6,32	30	7,90	30	9,48	30	11,06
50	5,18	50	6,91	50	8,64	50	10,36	50	12,09
100	5,70	100	7,60	100	9,50	100	11,4	100	13,30

37/139

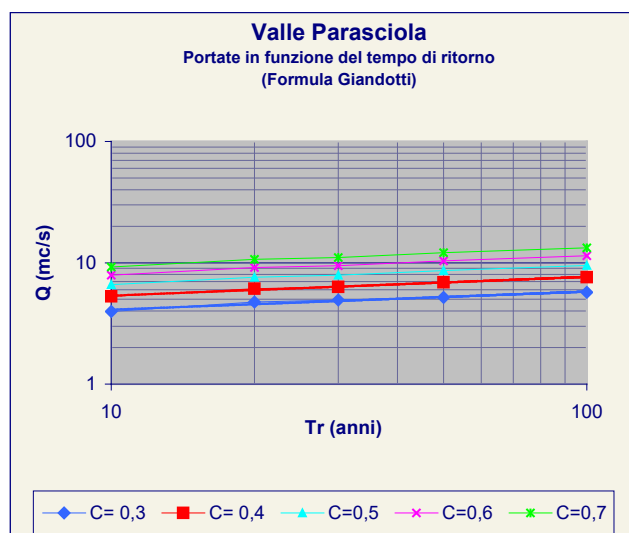


Tabella 3. Portate Valle Parasciola

Se consideriamo come riferimento il tempo di ritorno minimo (Tr 10 anni), quindi un evento facilmente riproducibile nell'arco di pochi anni, ed un coefficiente di deflusso intermedio (C=0.5) per l'area indagata, si osservano valori di portata pari a 6,60 m³/s.



Tali volumi di piena, vista la ridotta sezione di deflusso potrebbero determinare problemi di esondazione e/o sovralluvionamento nell'abitato sottostante.

È presente una vasca di laminazione all'ingresso del tratto tominato di via XX Settembre ed è stata eliminata la curva a gomito posta in attraversamento di via XXV Aprile.

Essenzialmente i fenomeni di piena del Valletto Parasciola nel settore in precedenza citato sono causa di:

- danni possibili alla rete viaria, alla rete idrografica, alle infrastrutture urbanizzative, alle abitazioni private e agli impianti produttivi;
- fenomeni erosionali e/o accumulo di detriti e sedimenti in corrispondenza della sede stradale.

Valle di Roggiana

Precisamente la sezione di misura è ubicata in corrispondenza del tratto tominato a monte dell'abitato di Maslianico.

Il torrente nel tratto terminale ha subito profonde modifiche, infatti esso presenta un alveo completamente cementificato, longitudinalmente al suo percorso in alveo, si individuano la condotta acquedottistica e la rete fognaria.

Si ricorda inoltre che, parallelamente al decorrere del corso d'acqua, si osserva un sentiero ricoperto da una gettata di cemento, che funge da via preferenziale di scorrimento delle acque superficiali; a monte di tale zona si nota un ciglio di scarpata quiescente da cui si potrebbe avere caduta di materiale morenico würmiano più facilmente erodibile, in caso di forti piogge, del substrato calcareo.

La seguente tabella mostra i caratteri morfometrici del bacino in esame:

Valle di Roggiana (sezione di chiusura)	Superficie	Lunghezza asta	Quota sorgente	Quota sez. chiusura
Zona a monte tratto tominato	0,26 km ²	1,25 km	890 m s.l.m.	285,3 m s.l.m.

Nella tabella e grafico seguente si individuano i valori di portata al colmo piena per diversi tempi di ritorno e valori di coefficiente di deflusso, considerando un tempo di corrivazione, calcolato con metodo di Giandotti, pari a 0,26 ore (15,6 minuti):

Deflusso C= 0,30		Deflusso C= 0,4		Deflusso C= 0,5		Deflusso C= 0,6		Deflusso C= 0,7	
Tr (anni)	Q (m ³)	Tr (anni)	Q (m ³)	Tr (anni)	Q (m ³)	Tr (anni)	Q (m ³)	Tr (anni)	Q (m ³)
10	2,06	10	2,75	10	3,44	10	4,13	10	4,82
20	2,39	20	3,18	20	3,98	20	4,78	20	5,57
30	2,47	30	3,30	30	4,12	30	4,95	30	5,77
50	2,71	50	3,61	50	4,51	50	5,42	50	6,32
100	2,98	100	3,98	100	4,97	100	5,96	100	6,96



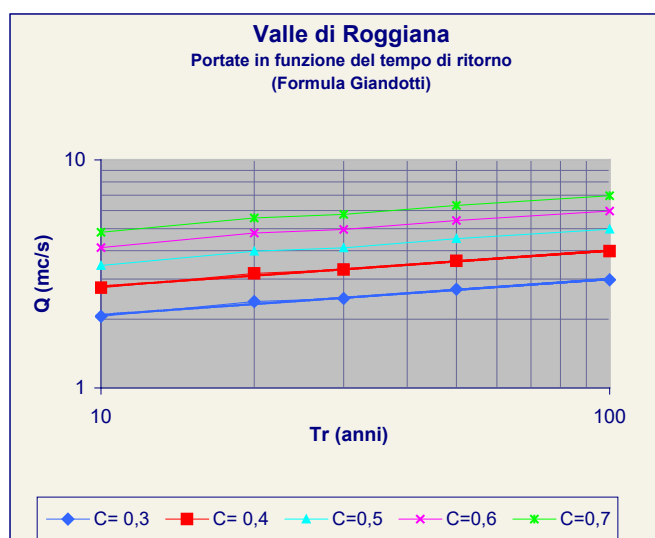


Tabella 4. Portate valle di Roggiana

Utilizzando come dato di riferimento il tempo di ritorno minimo (Tr 10 anni), quindi un evento facilmente riproducibile nell'arco di pochi anni, ed un coefficiente di deflusso intermedio ($C=0.5$) per l'area indagata, si osservano valori di portata pari a $3,44 \text{ m}^3/\text{s}$.

Tali volumi di piena, vista la condizione di antropizzazione dell'alveo potrebbero determinare problemi di esondazione e/o sovralluvionamento nell'abitato sottostante.

39/139

Essenzialmente i fenomeni di piena della Valle di Roggiana nel settore in precedenza citato sono causa di:

- fenomeni di rigurgito in corrispondenza dello sbocco a valle del corso d'acqua con danni possibili alla rete viaria, alla rete acquedottistica, alle infrastrutture urbanizzative, alle abitazioni private e agli impianti produttivi;
- fenomeni erosionali e/o accumulo di detriti e sedimenti in corrispondenza della sede stradale.

Valle di Casarico (Valle del Guasto)

La sezione di chiusura per il bacino in esame è ubicata in corrispondenza del tratto tombinato di Via Casarico, dopo la confluenza dei due valletti di monte in corrispondenza di una briglia di trattenuta.

Anche quest'area ha subito gli effetti di una intensa antropizzazione, il corso d'acqua, risulta completamente cementato nel tratto terminale con sponde in muratura che ne restringono la sezione utile al deflusso.

Inoltre, in corrispondenza del manufatto stradale di attraversamento, la luce ridotta del tombino facilita l'ostruzione parziale o totale dell'opera da parte di tronchi e/o materiale detritico, con pericolo di sormonto della corrente e conseguente allagamento della sede stradale ed aree abitative limitrofe.



A monte di questo tratto si evidenzia un orlo di scarpate tuttora quiescente su cui affiora il substrato calcareo, in passato al piede dalla scarpata era stata posizionata una griglia paramassi che ora non è più visibile data la presenza di una fitta vegetazione arbustiva.

La seguente tabella mostra i caratteri morfometrici del bacino in esame:

Valletto di Casarico (sezione di chiusura)	Superficie	Lunghezza asta	Quota sorgente	Quota sez. chiusura
Via Casarico	0,30 km ²	1,0 km	808 m s.l.m.	288 m s.l.m.

Nella tabella e grafico seguente si individuano i valori di portata al colmo piena per diversi tempi di ritorno e valori di coefficiente di deflusso, considerando un tempo di corrivazione, calcolato con metodo di Giandotti, pari a 0,29 ore (17,4 minuti):

Deflusso C= 0,30		Deflusso C= 0,4		Deflusso C= 0,5		Deflusso C= 0,6		Deflusso C= 0,7	
Tr (anni)	Q (m ³)	Tr (anni)	Q (m ³)	Tr (anni)	Q (m ³)	Tr (anni)	Q (m ³)	Tr (anni)	Q (m ³)
10	2,92	10	3,89	10	4,87	10	5,84	10	6,81
20	3,38	20	4,50	20	5,63	20	6,75	20	7,88
30	3,50	30	4,66	30	5,83	30	7,00	30	8,16
50	3,83	50	5,11	50	6,38	50	7,66	50	8,93
100	4,21	100	5,62	100	7,02	100	8,43	100	9,83

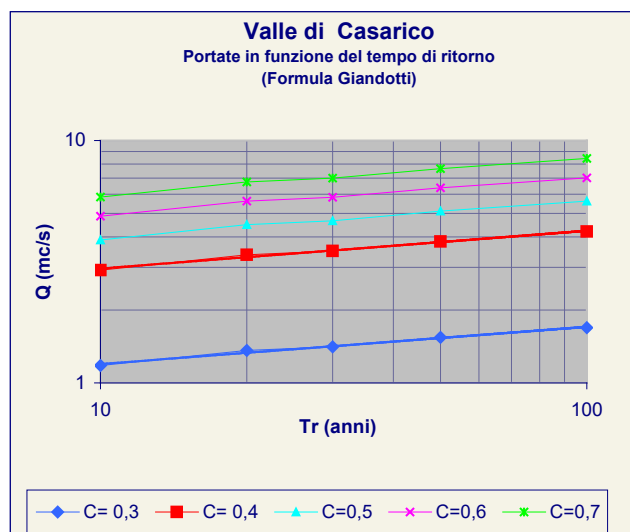


Tabella 5. Portate Valle di Casarico

Per un tempo di ritorno minimo (Tr 10 anni), quindi un evento facilmente riproducibile nell'arco di pochi anni, ed un coefficiente di deflusso intermedio (C=0.5) per l'area indagata, si osservano valori di portata pari a 4,87 m³/s.

Tali volumi di piena, vista la condizione di riduzione della sezione di deflusso, e delle possibili ostruzioni dell'alveo potrebbero determinare fenomeni di esondazione e/o sovralluvionamento nell'abitato sottostante.



È stata realizzata una nuova vasca di decantazione a monte dell'imbocco nel tratto intubato di via Casarico a quota 288 m s.l.m.

Essenzialmente i fenomeni di piena della Valle di Casarico nel settore in precedenza citato sono causa di:

- fenomeni di rigurgito in corrispondenza della tombinatura stradale con danni possibili alla rete viaria, ed alle abitazioni poste in fregio al torrente;
- fenomeni erosionali e/o accumulo di detriti e sedimenti in corrispondenza della sede stradale.

Val Paura

La sezione di chiusura per il bacino in esame è ubicata in corrispondenza del tratto tombinato di Via Scaletto.

Il valletto molto inciso sul versante in corrispondenza dell'ingresso nell'abitato di Maslianico risulta intubato, in esso si riscontra una restrizione della sezione utile al deflusso.

La presenza di una sezione ridotta facilita l'ostruzione parziale o totale del corso d'acqua da parte di tronchi e/o materiale detritico, con pericolo di sormonto della corrente e conseguente allagamento della sede stradale ed aree abitative limitrofe.

La seguente tabella mostra i caratteri morfometrici del bacino in esame:

Val Paura (sezione di chiusura)	Superficie	Lunghezza asta	Quota sorgente	Quota sez. chiusa
Via Scaletto	0,05 km ²	0,71 km	808 m s.l.m.	320 m s.l.m.

Nella tabella e grafico seguente si individuano i valori di portata al colmo piena per diversi tempi di ritorno e valori di coefficiente di deflusso, considerando un tempo di corrivazione, calcolato con metodo di Giandotti, pari a 0,16 ore (9,6 minuti):

Deflusso C= 0,30		Deflusso C= 0,4		Deflusso C= 0,5		Deflusso C= 0,6		Deflusso C= 0,7	
Tr (anni)	Q (m3)	Tr (anni)	Q (m3)	Tr (anni)	Q (m3)	Tr (anni)	Q (m3)	Tr (anni)	Q (m3)
10	0,74	10	0,99	10	1,24	10	1,49	10	1,73
20	0,76	20	1,11	20	1,44	20	1,72	20	2,01
30	0,89	30	1,19	30	1,49	30	1,79	30	2,08
50	0,98	50	1,31	50	1,63	50	1,96	50	2,29
100	1,08	100	1,44	100	1,80	100	2,16	100	2,52



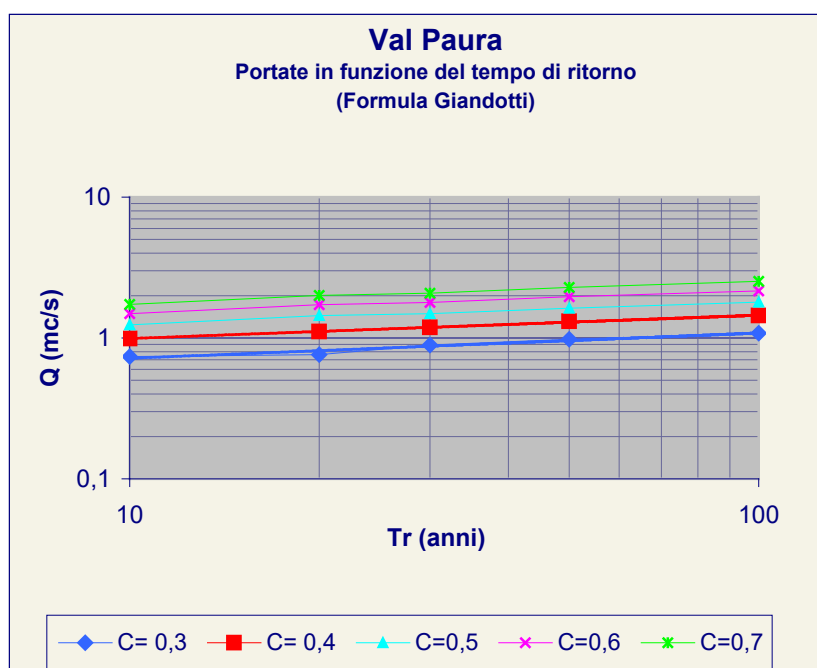


Tabella 6. Portate Val Paura

considerando per esempio un tempo di ritorno piccolo (Tr 10 anni), quindi un evento facilmente riproducibile nell'arco di pochi anni, ed un coefficiente di deflusso intermedio ($C=0.5$) per l'area indagata, si osservano valori di portata pari a $1,24 \text{ m}^3/\text{s}$.

Tali volumi di piena, vista la condizione di riduzione della sezione di deflusso, e delle possibili ostruzioni dell'alveo potrebbero determinare fenomeni di esondazione e/o sovralluvionamento nell'abitato sottostante.

Essenzialmente i fenomeni di piena del Valletto nel settore in precedenza citato sono causa di:

- fenomeni di rigurgito in corrispondenza del tratto intubato con danni possibili alla rete viaria, ed alle abitazioni poste in fregio al torrente;
- fenomeni erosionali e/o accumulo di detriti e sedimenti in corrispondenza della sede stradale ubicata a valle.

Valle di Ronco

La sezione di chiusura per il bacino in esame è ubicata in corrispondenza Via Mazzini.

Il bacino di alimentazione del valletto scaturisce dalla confluenza di tre corsi d'acqua stagionali che nei periodi più piovosi sono caratterizzati da portata non trascurabile, si osservano nei pressi dell'impluvio principale alcuni terrazzamenti agricoli sostenuti da muretti a secco in buono stato.

Gli alvei non antropizzati mettono a giorno la Formazione calcarea di Moltrasio la quale presenta una struttura nel complesso stabile, inoltre si evidenziano due orli di scarpata di degradazione quiescente disposti su due ordini l'uno sopra l'altro.



Il rischio più probabile, per questa area, è quello legato all'azione erosiva delle acque superficiali; infatti, l'area più a monte soggetta ad una intensa erosione diffusa superficiale, alimentando la corrente idrica di detriti in sospensione e di fondo, può facilitare il rilascio di materiale lapideo lungo il ciglio di scarpata e/o lungo l'alveo dei torrenti.

La seguente tabella mostra i caratteri morfometrici del bacino in esame:

Valletto di Ronco (sezione di chiusura)	Superficie	Lunghezza asta	Quota sorgente	Quota sez. chiusu- ra
Via Mazzini	0,17 km ²	0,84 km	808 m s.l.m.	296 m s.l.m.

Nella tabella e grafico seguente si individuano i valori di portata al colmo piena per diversi tempi di ritorno e valori di coefficiente di deflusso, considerando un tempo di corrivazione, calcolato con metodo di Giandotti, pari a 0,23 ore (13,8 minuti):



Deflusso C= 0,30		Deflusso C= 0,4		Deflusso C= 0,5		Deflusso C= 0,6		Deflusso C= 0,7	
Tr (anni)	Q (m3)	Tr (anni)	Q (m3)	Tr (anni)	Q (m3)	Tr (anni)	Q (m3)	Tr (anni)	Q (m3)
10	1,18	10	1,57	10	1,96	10	2,35	10	2,75
20	1,36	20	1,81	20	2,27	20	2,72	20	3,17
30	1,41	30	1,88	30	2,35	30	2,82	30	3,29
50	1,54	50	2,11	50	2,57	50	3,08	50	3,59
100	1,69	100	2,26	100	2,82	100	3,39	100	3,95

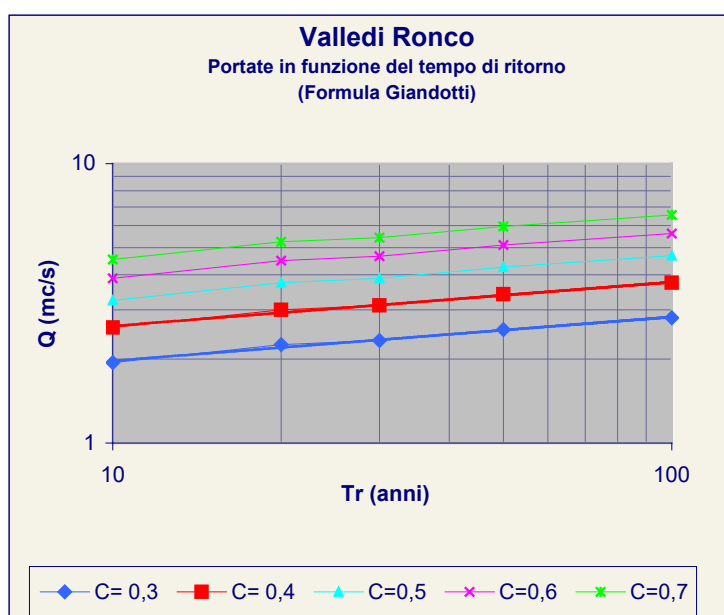


Tabella 7. Portate Valle di Ronco

Per esempio con tempo di ritorno minimo (Tr 10 anni), quindi un evento facilmente riproducibile nell'arco di pochi anni, ed un coefficiente di deflusso intermedio (C=0.5) per l'area indagata, si osservano valori di portata pari a 1,96 m³/s.

Tali volumi di piena, vista la condizione di riduzione della sezione di deflusso, e delle possibili ostruzioni dell'alveo potrebbero determinare fenomeni di esondazione e/o sovralluvionamento nell'abitato sottostante.

È stata realizzata una nuova vasca di decantazione tra via Mazzini e Via privata Gentile.

Essenzialmente i fenomeni di piena della valle di Ronco nel settore in precedenza citato sono causa di:

- esondazione e sovralluvionamento del corso d'acqua con conseguente allagamento di Via Verdi situata in prossimità della ex cava Mondelli;
- fenomeni di rigurgito in corrispondenza della tombinatura stradale con danni possibili alla rete viaria, ed alle abitazioni oste in fregio al torrente;
- fenomeni erosionali e/o accumulo di detriti e sedimenti in corrispondenza della sede stradale.



Torrente Cosio

La sezione di chiusura per il bacino in esame è ubicata in corrispondenza Via Mondelli.

Il corso d'acqua scorre all'interno di una forra molto stretta ed incisa, con substrato roccioso affiorante, in condizione normali il valletto è privo d'acqua in superficie, mentre risulta attiva la circolazione carsica di subalveo, si segnala che solo durante i periodi di intensa piovosità si rileva una discreta portata d'acqua.

La seguente tabella mostra i caratteri morfometrici del bacino in esame:

Torrente Cosio (sezione di chiusura)	Superficie	Lunghezza asta	Quota sorgente	Quota sez. chiusu- ra
Via Mondelli	0,08 km ²	0,84 km	775 m s.l.m.	224,6 m s.l.m.

Nella tabella e grafico seguente si individuano i valori di portata al colmo piena per diversi tempi di ritorno e valori di coefficiente di deflusso, considerando un tempo di corrivazione, calcolato con metodo di Giandotti, pari a 0,18 ore (10,8 minuti):

Deflusso C= 0,30		Deflusso C= 0,4		Deflusso C= 0,5		Deflusso C= 0,6		Deflusso C= 0,7	
Tr (anni)	Q (m3)	Tr (anni)	Q (m3)	Tr (anni)	Q (m3)	Tr (anni)	Q (m3)	Tr (anni)	Q (m3)
10	1,08	10	1,44	10	1,80	10	2,16	10	2,52
20	1,25	20	1,67	20	2,09	20	2,50	20	2,92
30	1,30	30	1,73	30	2,16	30	2,59	30	3,03
50	1,42	50	1,90	50	2,37	50	2,85	50	3,32
100	1,57	100	2,09	100	2,61	100	3,13	100	3,66

45/139

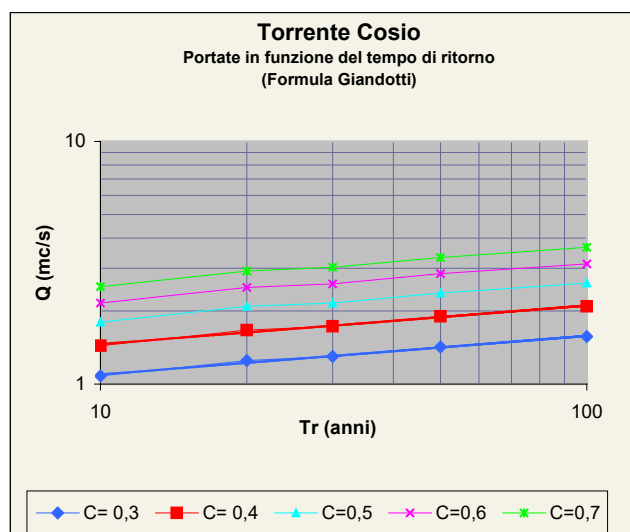


Tabella 8. Portate Valletto Cosio

Per esempio, con tempo di ritorno minimo (Tr 10 anni), quindi un evento facilmente riproducibile nell'arco di pochi anni, ed un coefficiente di deflusso intermedio (C=0.5) per l'area indagata, si osservano valori di portata pari a 1,80 m³/s.



Tali volumi di piena, vista le caratteristiche di deflusso del valletto e la prevalenza del deflusso in subalveo, si ritiene non siano in grado di determinare fenomeni di esondazione nel settore più a valle in prossimità di Via Mondelli.

Essenzialmente fenomeni di piena che potrebbero causare dei problemi all'abitato di Maslianico sono quelli rilevati con portate aventi tempi di ritorno più elevati (100 anni), le conseguenze sarebbero le seguenti:

- esondazione e sovralluvionamento del corso d'acqua con conseguente allagamento di Via Mondelli;
- fenomeni di rigurgito in corrispondenza della tombinatura stradale con danni possibili alla rete viaria, ed alle abitazioni oste in fregio al torrente;
- fenomeni erosionali e/o accumulo di detriti e sedimenti in corrispondenza della sede stradale.



8. IDROGEOLOGIA

8.1 CARATTERI GENERALI DELL'AREA

Le caratteristiche idrogeologiche dell'area sono state ricostruite integrando i dati ricavati dalle analisi delle terebrazioni e delle sorgenti ad uso pubblico e privato presenti nella zona, con quelli disponibili nelle pubblicazioni specifiche.

Gli acquiferi più significativi sono costituiti dagli orizzonti fratturati dei calcari della formazione di Moltrasio, dai depositi morenici e dai depositi alluvionali.

Le emergenze sorgentizie nel Calcare di Moltrasio hanno *caratteristiche idrogeochimiche* che le distinguono rispetto alle acque captate in falda. La durezza espressa in gradi francesi è di 12^g con basse concentrazioni di ioni Ca⁺⁺, Na⁻, Cl⁻, e SO₄⁻⁻. Questi dati indicano scarsa interazione con i calcari ricchi in carbonato e sali solfatici e quindi tempi di percorrenza dell'acquifero bassi. Situazione tipica degli ambienti carsici.

Le acque prelevate in pozzo si caratterizzano per una durezza maggiore rispetto a quanto accade nelle acque delle sorgenti con valori espressi in gradi francesi intorno a 30, tale fenomenologia è dovuta alla minore velocità di percolazione dell'acqua sotterranea che si ha negli orizzonti sabbiosi e ghiaiosi.

L'alimentazione delle sorgenti è legata alle acque, come già accennato, circolanti nel complesso carsico del monte Bisbino. Il livello freatico nei calcari (Banti et al., 1983) si trova ad una quota di 430-450 m s.l.m. La delimitazione delle linee di deflusso e del livello statico negli acquiferi di tale natura è tuttavia assai complessa.

Per quanto riguarda l'alimentazione degli acquiferi contenuti nei depositi quaternari captati dai pozzi è ipotizzabile un ruolo importante delle acque profonde provenienti dalla circolazione nel sistema carsico a cui si sovrappone il contributo delle acque meteoriche che si infiltrano direttamente in corrispondenza dei settori maggiormente permeabili e al contatto tra questi ultimi e il substrato roccioso; è probabile inoltre una interconnessione con le acque del torrente Breggia in fregio al quale sono posti i pozzi comunali (cfr. schede allegate in allegato 2 relative ai pozzi Molino Nuovo n. 1, 2 e 3).

Dall'osservazione delle stratigrafie delle opere di captazione utilizzate a scopo idropotabile, poste nell'estremo settore Sud-Ovest del territorio comunale, si osserva comunque come gli orizzonti acquiferi captati, di natura prevalentemente conglomeratica, risultino protetti in superficie da diversi orizzonti a bassa o nulla permeabilità aventi complessivamente spessori nell'ordine della decina di metri costituiti dall'alternanza di livelli argillosi e ghiaiosi.

In assenza di prove idrauliche specifiche e unicamente sulla base delle evidenze stratigrafiche si può inoltre ipotizzare che la falda captata sia del tipo confinato in quanto il livello statico, pari mediamente ad -1 m dal p.c., è posto a quote superiori rispetto a quelle del tetto dell'acquifero captato posizionabile all'incirca a 25÷30 m dalla superficie topografica.



8.2 PERMEABILITÀ

La conoscenza della *permeabilità superficiale* dei terreni presenti costituisce un dato fondamentale per la prevenzione degli inquinamenti delle falde acquifere. Si distinguono due tipologie principali di permeabilità. Una *primaria* dovuta alla permeabilità singenetica della roccia e quindi all'esistenza di piccoli vuoti intercomunicanti ed una *secondaria* legata alla formazione di diaclasi successivi alla genesi della roccia.

Sono state distinte quattro classi principali secondo le indicazioni contenute desunte dal metodo di valutazione intrinseca di cui all'allegato 7 parte BIII al D.Lgs 258/99. La prima classe è costituita dalla *formazione di Moltrasio* che, in ragione dei fenomeni di carsismo e fratturazione postgenetici, ha valore di permeabilità superiore a 10^{-2} cm/s.

Valori inferiori caratterizzano invece gli *orizzonti morenici*. Questi terreni sono caratterizzati da una permeabilità variabile pur non essendo mai elevata. Si hanno livelli in cui prevalgono le classi granulometriche maggiori ed altri in cui prevalgono invece quelle fini. Compaiono talora piccole falde sospese soprattutto nei periodi di maggiore piovosità. Questi depositi si caratterizzano per una permeabilità primaria con valori compresi tra 10^{-4} e 10^{-2} cm/s.

Infine, i terreni del complesso sedimentario postglaciale e degli orizzonti fluvioglaciali, che non hanno sviluppato sensibili processi di alterazione superficiale pedogenetica, si caratterizzano per valori di permeabilità propri delle sabbie ghiaiose con percentuale minima o assente di materiale fine (*superiori a 10^{-2} cm/s*).

Da ultimo i depositi fluviolacustri che si caratterizzano per una litologia data da sedimenti fini e finissimi con permeabilità generalmente *inferiore a 10^{-2} cm/s*.

8.3 VULNERABILITÀ DEGLI ACQUIFERI ALL'INQUINAMENTO

L'elaborazione di questo tema di analisi è stata affrontata facendo riferimento ai criteri di realizzazione delle Carte di vulnerabilità messi a punto dal CNR - GNDCI (Civita, 1990). Nella valutazione del grado di vulnerabilità hanno peso preponderante l'idrolitologia, la presenza e la natura di una copertura a bassa permeabilità, la soggiacenza della superficie piezometrica e la posizione della falda nei confronti di acque superficiali.

Sono state così individuate a livello areale quattro classi di vulnerabilità:

- *Vulnerabilità estremamente elevata (E_E)*. Rientrano in questa classe le aree in cui affiorano i calcari della formazione di Moltrasio in ragione dell'assenza di significative coperture a bassa permeabilità e del limitato processo di filtrazione che subiscono le acque di percolazione;



- *Vulnerabilità elevata (E)* Complesso sedimentario postglaciale e terreni fluvioglaciali a falda libera con soggiacenza della stessa minore di dieci metri; in corrispondenza dei sedimenti del complesso post-glaciale va inoltre considerata la presenza del torrente Breggia.
- *Vulnerabilità media (M)* Complesso sedimentario morenico a falda libera con soggiacenza della stessa minore di 20 metri e con scarsa presenza di copertura a bassa permeabilità.
- *Vulnerabilità bassa (B)* Complesso sedimentario fluviolacustre a falda libera con soggiacenza della stessa minore di 20 metri e con presenza di copertura a bassa permeabilità.

L'asportazione della copertura costituita dai suoli comporta una variazione dei parametri precedentemente esaminati, con un aumento in particolare della permeabilità. In caso di sbancamenti e scavi si dovranno quindi considerare le metodologie di lavoro più opportune per evitare di compromettere la qualità della falda.

Un secondo aspetto relativo alla valutazione della vulnerabilità è stato quello condotto con il metodo D.R.A.S.T.I.C. (Aller et al., 1985) relativo alla fragilità puntuale agli inquinamenti. Applicando tale metodologia ai pozzi comunali si determina per gli acquiferi captati un grado di vulnerabilità medio bassa, in contrapposizione con il grado di elevata vulnerabilità attribuibile in termini generali al settore in cui ricadono. Questa differente valutazione del grado di vulnerabilità non è insita nella metodologia utilizzata bensì è giustificabile considerando come, perlomeno puntualmente in corrispondenza del settore di ubicazione dei pozzi in esame, la falda captata circoli in orizzonti acquiferi profondi (circa 25÷30 dal p.c.) e protetti superficialmente da spessi orizzonti impermeabili che, inoltre, sembrano separarli dalle acque dei corsi d'acqua superficiali.

49/139

Nella *tavola n. 1c* si riporta il valore percentuale dell'indice Drastic a pedice del simbolo che indica la localizzazione del pozzo.

Pozzo	I. D.	Valutazione Vulnerabilità
Molino Nuovo e 2	111 (48%)	Vulnerabilità mediamente bassa
Molino Nuovo 3	111 (48%)	Vulnerabilità mediamente bassa
Burgo	142	Vulnerabilità alta
Officine Carcano	142	Vulnerabilità alta
Cartiera Carcano	142	Vulnerabilità alta

Analisi della vulnerabilità puntuale all'inquinamento di alcuni pozzi presenti sul territorio

Nella tabella si indicano i risultati di questa analisi ottenuti sulla base di questo algoritmo:



$$ID = D_w D_r + R_w R_r + A_w A_r + S_w S_r + T_w T_r + I_w I_r + C_w C_r$$

con w = peso e r = campo di variabilità.

Per quanto riguarda le *emergenze sorgentizie*, si ha una forte vulnerabilità agli inquinamenti in ragione della capacità autodepurativa pressoché nulla degli acquiferi carsici. Ne conseguono possibili episodi di inquinamento per lo più di natura organica (batteri coliformi fecali) delle acque captate nelle aree montane.



9. INQUADRAMENTO METEOCLIMATICO

Una completa pianificazione territoriale comprende anche l'osservazione e l'analisi del clima che caratterizza la regione. Molteplici sono infatti gli aspetti ambientali influenzati dalle condizioni stagionali. Ricordiamo la dinamica morfologica del territorio, l'idrografia superficiale, l'alimentazione delle falde acquifere sotterranee, la pedogenesi.

I corsi d'acqua a regime torrentizio riflettono in modo evidente la quantità delle piogge giunte al suolo, alternando portate di magra durante i mesi più secchi a periodi di piena durante i mesi più piovosi.

Si hanno poi numerosi algoritmi che consentono il calcolo del tasso di erosione annuo del suolo, del deflusso superficiale dei corpi idrici superficiali e del tasso di infiltrazione d'acqua nel sottosuolo. La base per queste formule empiriche è la conoscenza di parametri quali la temperatura dell'aria, la quantità e la tipologia delle precipitazioni.

Questi dati si ricavano dalla consultazione delle serie storiche delle stazioni meteorologiche. Si tratta di strutture attrezzate con pluviografi, termografi, igrometri e anemometri. L'insieme di queste informazioni viene elaborato per via statistica ottenendo indicazioni sul clima del comprensorio, tanto più attendibili quanto maggiore è stato il periodo di osservazione della stazione meteorologica.

Vari autori hanno sintetizzato le serie delle stazioni presenti nel territorio provinciale ed alle loro pubblicazioni si è fatto riferimento nella stesura del presente capitolo. In particolare, si è fatto riferimento agli annuali idrologici a cura dell'Ufficio Idrografico del Po e alle indicazioni contenute nella pubblicazione di S. Belloni sul clima delle provincie di Como e Varese.

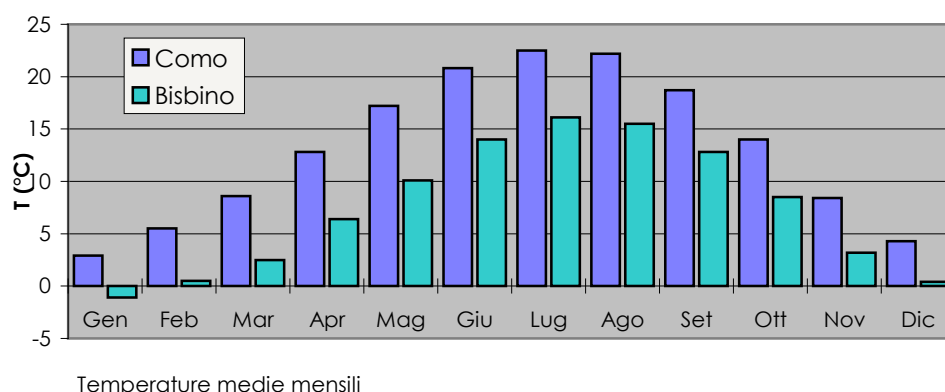
Uno dei fattori che determinano il clima è costituito dall'altitudine. Per questa ragione sono state considerate le serie delle stazioni meteorologiche del monte Bisbino e di Como (in particolare per la prossimità risultano significative le stazioni di Como Sagnino e Como Monte Olimpino, gestite dal Centro Meteorologico Lombardo), per la vicinanza e le condizioni morfologiche pressoché coincidenti con l'area pianeggiante e pedemontana di Maslianico.

9.1 TEMPERATURA DELL'ARIA

Per il dato relativo alla temperatura media dell'aria si è fatto riferimento alle carte delle temperature elaborate a partire dalle informazioni ricavate dalle serie delle stazioni meteorologiche presenti nelle vicinanze dell'area in esame. La carta delle temperature medie minime (carta delle isoterme di gennaio) indica un valore relativo al mese più freddo intorno a 3 °C. Dalla carta delle isoterme di luglio ricaviamo che la temperatura media dell'aria nel mese più caldo sia di 24 °C. La media annuale ha un valore medio intorno ai 14 °C mentre la differenza tra le temperature medie massime e minime risulta di 21 °C.

Secondo la definizione di Mori (1975), il clima può essere quindi considerato di *tipo continentale* essendo l'escursione termica maggiore di 20 °C.





Durante il periodo invernale facendo riferimento alla ultima stazione citata, si hanno 3,6 giorni in cui la temperatura dell'aria non supera gli 0 °C e questo accade per lo più nel mese di gennaio e febbraio. I giorni di gelo, quelli con temperatura minima uguale od inferiore a 0 °C (Belloni, 1975) sono di media 43,6 e si concentrano nei mesi di dicembre, gennaio e febbraio. In questo periodo dell'anno i terreni possono essere caratterizzati da rigonfiamenti legati all'azione del gelo e, durante i cicli gelo-disgelo, da una sovrassaturazione, non essendo agevole la filtrazione negli strati inferiori ove il sottosuolo è ancora gelato.

52/139

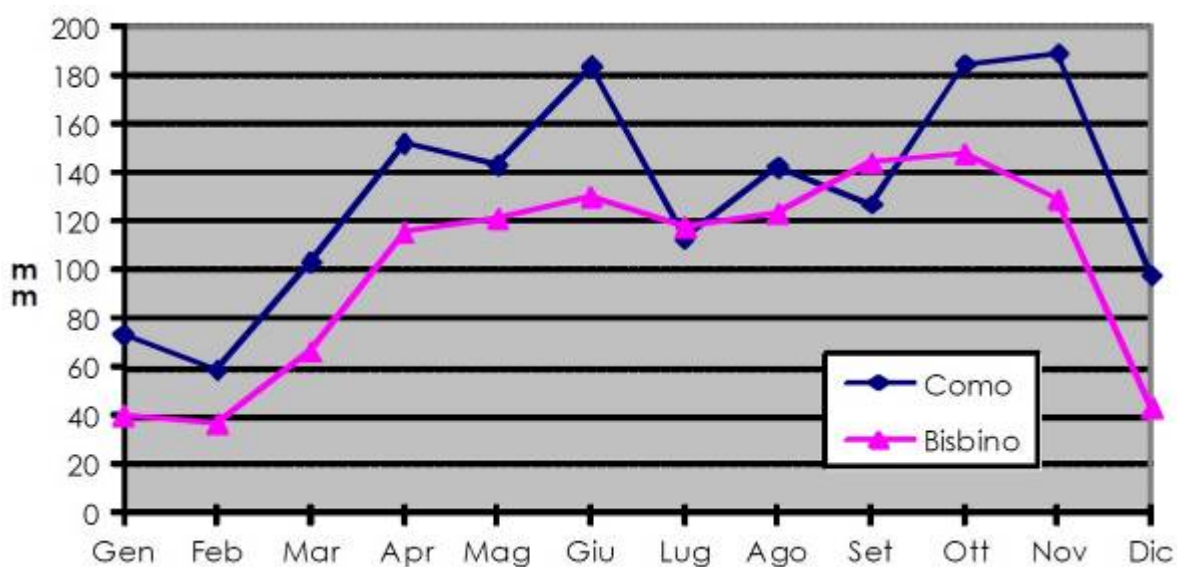
In figura si riporta il grafico delle temperature media mensile valida per l'area maggiormente antropizzata del territorio e per confronto l'andamento delle temperature medie mensili rilevate dalla stazione del monte Bisbino. La temperatura media dell'area di vetta risulta di 7,4 °C. Come intuibile, la ragione dei valori inferiori rispetto al fondovalle risiede nel dislivello altimetrico (circa 1130 metri).

9.2 PRECIPITAZIONI

Per quanto concerne il quantitativo delle precipitazioni meteoriche si riscontra una differenziazione tra le due stazioni meteorologiche. La figura mostra graficamente l'andamento dei dati mensili. L'area di valle ha una precipitazione annua di circa 1600 mm, la massima precipitazione si ha in novembre con circa 200 mm ed il periodo meno piovoso è febbraio con circa 60 mm; per l'area di vetta si hanno massimi di precipitazione in ottobre con circa 150 mm e minimi in Febbraio inferiori a 40 mm per un totale annuale di circa 1200 mm.

Durante l'anno 102,3 giorni sono piovosi con intensità media delle precipitazioni di 15,3 mm/giorno nel pedemonte; per l'area montana i giorni salgono a 107,6 con intensità media di 11,4 mm/giorno.





Precipitazioni medie mensili

Sulla base dei dati delle provincie di Como e Varese, si nota una variazione dell'intensità delle precipitazioni con gradiente positivo fino a 700 - 800 metri per poi avere gradiente opposto salendo ulteriormente di quota.

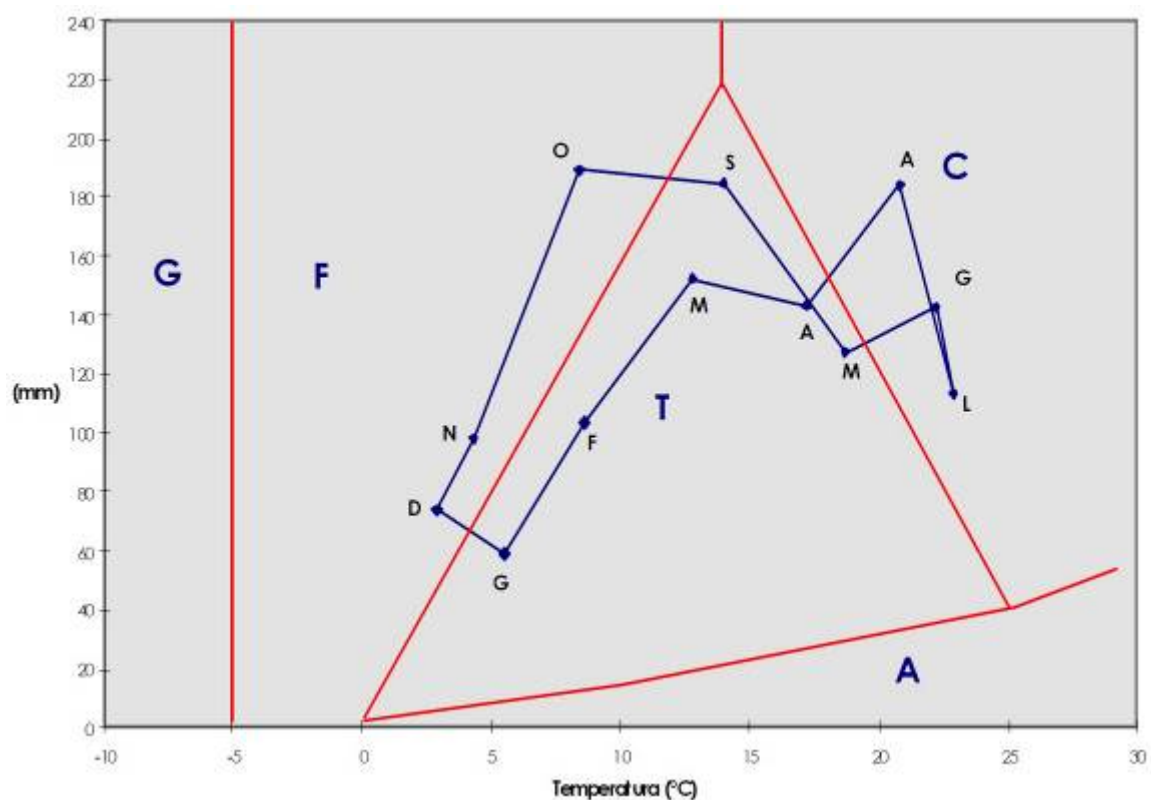
Osserviamo due massimi e due minimi di precipitazioni nel corso dell'anno. Il regime pluviometrico è quindi ascrivibile a quello *sublitoraneo alpino* (Ottone e Rossetti, 1980). 53/139

9.3 CLIMOGRAMMA DI PEGUY

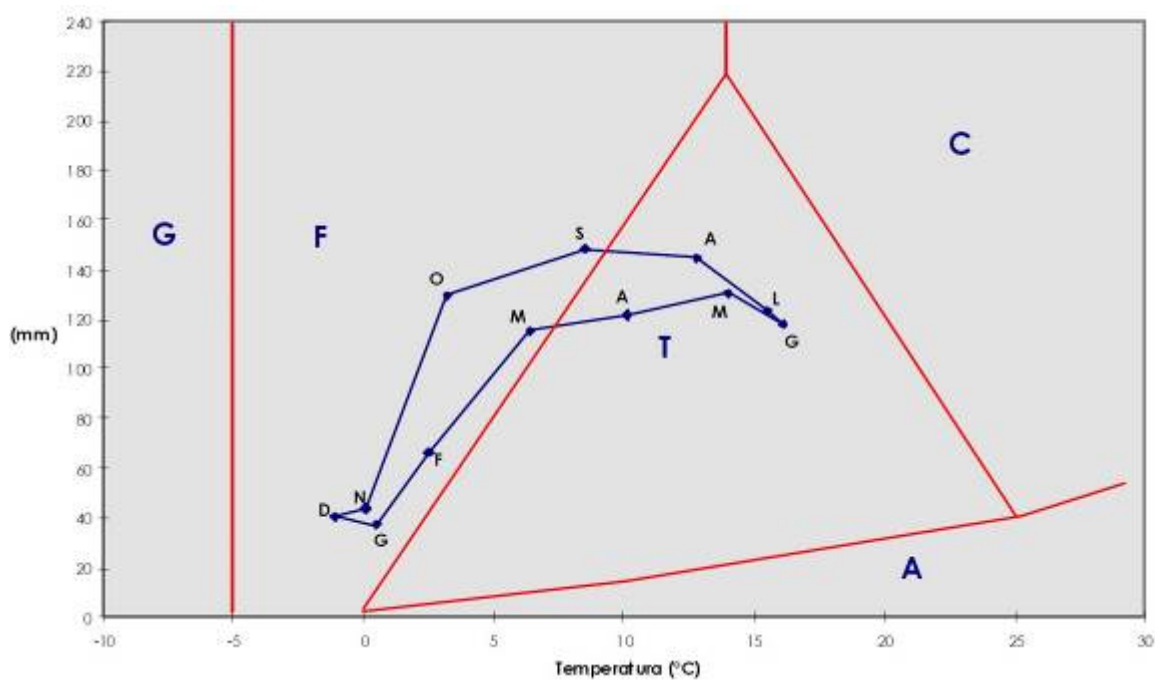
Il *climogramma* (Peguy, 1961) consente una sintesi grafica immediata del clima di un comprensorio. In ordinata si pongono i valori delle precipitazioni medie mensili espresse in mm e in ascissa le temperature medie mensili. Ogni punto di questo grafico coincide con i valori di una coppia di parametri climatici, unendo i punti riferiti ai mesi dell'anno si ottiene una linea spezzata chiusa, il cosiddetto climogramma. Il diagramma viene suddiviso in cinque settori, indicati con le lettere **G** (mesi di gelo), **F** (mesi freddi e umidi), **T** (mesi temperati), **C** (mesi caldi e umidi) e **A** (mesi aridi).

Le figure successive mostrano i climogrammi delle stazioni di Como e monte Bisbino. Per quanto riguarda l'ambito del comprensorio del pedemonte, riscontriamo tre delle possibili condizioni climatiche individuate nello schema di Como: nella stagione invernale mesi freddi e umidi che si estendono anche a qualche periodo dell'Autunno, si hanno poi in misura predominante i mesi temperati ed infine i mesi caldi e umidi.





Climogramma della stazione di Como.



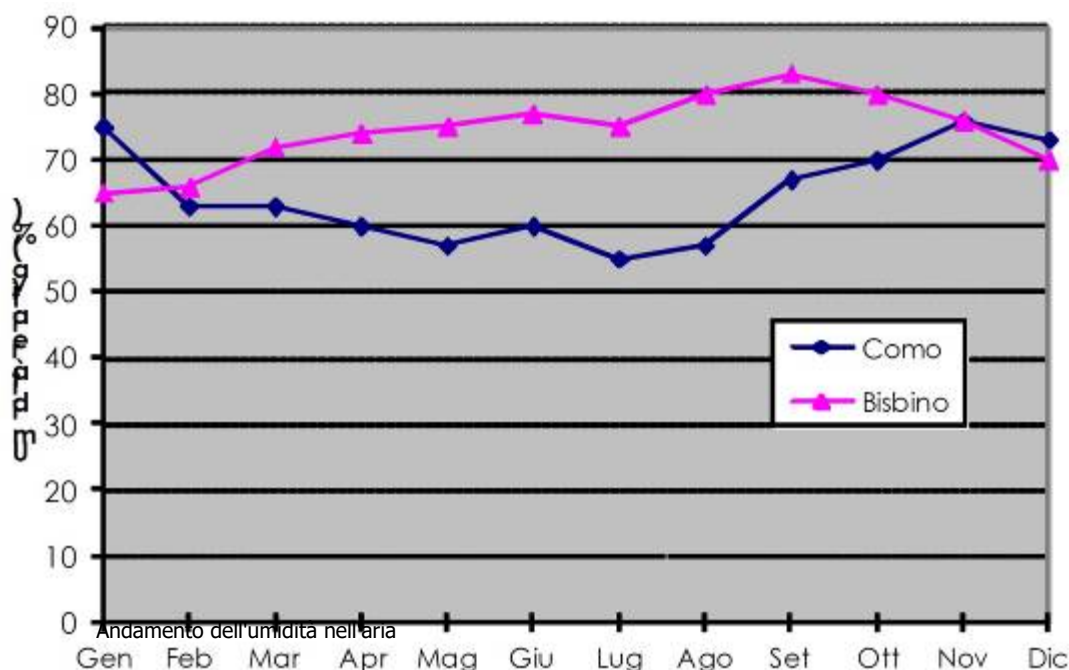
Climogramma della stazione del monte Bisbino.

Dai rilievi della stazione del monte Bisbino si nota che l'area montana si caratterizza per due delle cinque possibili condizioni climatiche. Predominano i mesi freddi e umidi e compaiono in misura minore i mesi temperati.



9.4 UMIDITÀ DELL'ARIA

Lo stato igrometrico dell'atmosfera può essere indicato tramite l'umidità relativa, ovvero il rapporto espresso in percentuale fra l'umidità presente nell'aria e quella che vi sarebbe se fosse satura a parità di condizioni di temperatura e pressione atmosferica. I dati a disposizione riguardo questo parametro sono piuttosto limitati, in compenso possiamo notare una certa uniformità nei rilevamenti per le stazioni presenti nel territorio.



55/139

Nella figura notiamo come il valore diminuisca da Gennaio a Marzo, aumenti nell'Aprile - Maggio in coincidenza del sopraggiungere delle piogge primaverili, diminuisca poi fino ad Agosto ed infine torni ad aumentare al diminuire della temperatura con i mesi autunnali e invernali. L'area di vetta ha un andamento diverso del grafico in ragione, come si è già accennato, della quota.

9.5 EVAPOTRASPIRAZIONE

Si tratta della quantità d'acqua che dalla fase liquida passa a quella aeriforme per evaporazione e traspirazione delle piante. Non sono disponibili dati ricavati da misurazioni dirette mediante evaporimetri. Facciamo quindi riferimento ad analisi indirette mediante formule empiriche come quella di Turc:

$$E = \frac{P}{\sqrt{0,9 - \frac{P^2}{L^2}}}$$



ove l'evapotraspirazione E è espressa in millimetri, P è l'altezza media annua delle precipitazioni anch'essa espressa in millimetri ed L un dato funzione della T media annua. Per il territorio in esame l'evapotraspirazione è di 714 mm per l'area dei centri urbani e di 648 mm per il Bisbino. Il rapporto tra evapotraspirazione e precipitazioni è del 45 % per entrambi i casi.

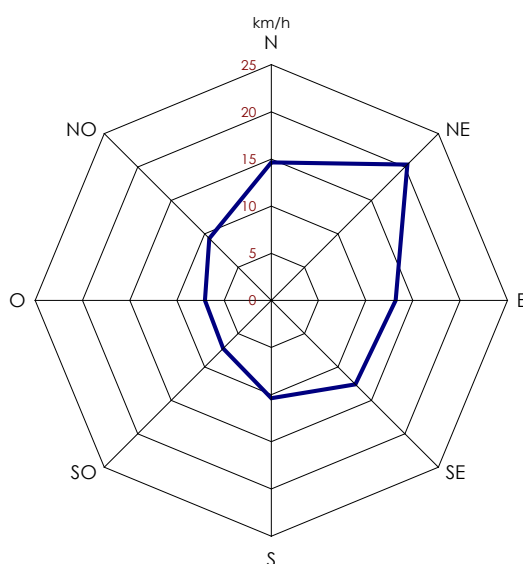
9.6 IL VENTO

Il vento è un fattore naturale determinante per l'evoluzione del clima sia a scala macroregionale che a livello locale.

Le stazioni meteorologiche meglio attrezzate sono quindi dotate di uno strumento, l'anemografo, che registra direzione, durata e velocità del vento. La direzione è riferita agli otto raggi principali del quadrante della bussola e la provenienza viene indicata per convenzione con la denominazione del punto cardinale dal quale spira il vento. Infine il dato sulla velocità viene usualmente indicato in nodi interi (1852 m/h). Se l'osservazione dà luogo ad una misura inferiore ai 2 nodi il risultato viene considerato come "calma".

I dati analizzati si riferiscono ad un periodo di osservazione di un quinquennio effettuato nell'ambito territoriale. Su questa base sono state effettuate alcune elaborazioni grafiche per agevolare una lettura immediata di questa componente climatica.

56/139

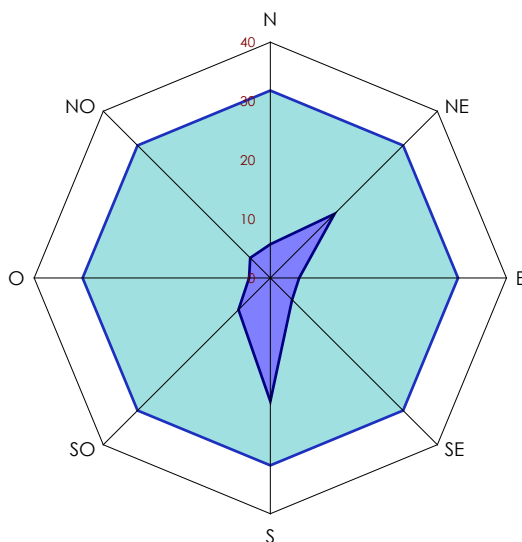


Velocità media del vento lungo le varie direzioni.

Il primo dato che illustriamo è quello relativo alla velocità, i valori massimi sono dati dai venti provenienti da Nord (20,3 km/h) mentre i valori minimi si hanno per i venti meridionali (7 km/h).



Nella figura si illustra la frequenza media annua secondo le direzioni del quadrante della bussola. Si nota come i venti più frequenti provengano da Sud (20,9 %) e da Nord Est (15,4 %); in verdazzurro l'area che rappresenta i periodi di calma (31,8 %).



Frequenza media stagionale dei venti.

57/139

9.7 INDICI CLIMATICI SIGNIFICATIVI

Si forniscono di seguito alcuni indici climatici significativi utili per meglio inquadrare l'area sotto l'aspetto dell'erosione del suolo, della pedogenesi e della produzione biologica.

Il *pluviofattore di Lang* (1915) è espresso dal rapporto:

$$P_f = \frac{P}{T}$$

ove P è la precipitazione media annua espressa in mm e T corrisponde alla T media in °C. Nel territorio esaminato il valore varia da 119 nella piana a 166 in vetta. Tali valori corrispondono ad un clima umido e quindi favorevole alla formazione di humus. Il dilavamento del terreno non dovrebbe essere pronunciato e quindi si incontreranno terre brune e nere (Lang, 1915; Comel, 1935).

L'*angolo di continentalità igrica di Grams* α (1923) indica l'angolo la cui cotangente corrisponde al rapporto P/A in cui P è la precipitazione media annua in mm e A la quota s.l.m. espressa in metri. L'area varia dal piano fitoclimatico basale (latifoglie eliofile frammiste in misura varia e decrescente a specie xerotermitiche e termofile) al piano montano inferiore (latifoglie sciafile e aghifoglie).



L'indice della capacità erosiva del clima di Fournier (1959) si ottiene da:

$$K = \frac{P^2}{I^2}$$

in cui p è la precipitazione media più elevata in mm e P la precipitazione media annua in mm Per la stazione di Como il valore è di 23 mentre per la stazione del Bisbino il valore è di 18.

Il drenaggio (D in mm) secondo *Aubert e Hénin* (1945) è espresso dal seguente algoritmo:

$$D = \frac{P^3}{P^2 + 0,15T - 0,13}$$

in cui P è la precipitazione media annua espressa in metri e T la temperatura media annua in gradi centigradi. Per il territorio di Maslianico si hanno valori intorno agli 900 mm, favorevoli alla presenza di suoli podsolici e suoli lisciviati.

Continuando nella serie di indici significativi citiamo il *fattore di lisciviazione di Crowther* (Mancini, 1959) pari a:

$$F_l = R - 4,0 \cdot T$$

con R = precipitazione media annua espressa in cm e T = temperatura media annua in gradi centigradi. Questo indice ha un valore intorno a 100, mostrando quindi che ci potrebbero essere le condizioni favorevoli al verificarsi di processi di lisciviazione ($F_l > 0$).

Da ultimo ricordiamo l'*indice di Paterson* (1955):

$$I = 0,047 \cdot \frac{V \cdot P \cdot G}{A}$$

dove: V = T (°C) del mese più caldo;

P = precipitazione media annua in mm;

G = durata periodo vegetativo

A = escursione annua della temperatura media mensile

Anche in questo caso l'indice varia in modo significativo tra area pedemontana e di vetta con valori rispettivamente di 653 e 249. Questo indice consente una previsione della capacità produttiva di legname dei terreni. Nel territorio in esame tale capacità da 5,3 a 7,5 m³/ettaro.



10. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA E GEOMECCANICA DEL TERRITORIO

La *tavola 1a* "Carta di inquadramento elementi litologici e litotecnici" in scala 1:2000 costituisce la sintesi delle caratteristiche geotecniche e geomeccaniche delle formazioni affioranti nel comprensorio comunale. Si è operata l'analisi sull'intera estensione dell'ambito comunale e deciso di non limitarla alle sole future zone di espansione nell'intento di fornire un quadro d'indagine completo.

Il territorio di Maslianico è stato soggetto a diverse indagini geotecniche condotte in occasione della realizzazione di alcuni edifici pubblici e privati. Sondaggi e prove penetrometriche dinamiche sono stati realizzati secondo le norme A.G.I.; perforazioni a rotazione e carotaggio continuo con l'impiego di carotiere semplice del \varnothing 101 mm e rivestimento pareti foro dopo ogni manovra con tubi del \varnothing 127 mm. Le prove S.P.T. (Standard Penetration Test) sono state condotte nei fori dei sondaggi con maglio a sganciamento automatico e campionare di tipo Raymond (norme ASTM 1586/87) con rilevamento del numero di colpi necessari per la infissione di 45 cm del terreno suddivisi in tre tratti da 15 cm. Sono state inoltre eseguite prove dinamiche continue (S.C.P.T.) tramite punta conica di \varnothing 51 mm con apertura 60°.

Le prove riguardano in particolar modo la fascia pedemontana a maggiore densità di urbanizzazione compresa tra le quote di 210 m e 270 m s.l.m. hanno evidenziato le seguenti tipologie di terreni aventi i seguenti valori medi *indicativi* dei principali parametri geotecnici:

Limi inorganici argillosi

Angolo di attrito (φ):	28°÷30°
Coesione (c):	10÷50 kPa
Peso specifico	17,65 kN/m ³

Ghiaie sabbiose

Angolo di attrito (φ):	32°÷35°
Coesione (c):	10 kPa
Peso specifico	18,65 kN/m ³
Densità relativa (D_r):	30÷35%

I terreni analizzati hanno caratteristiche geo-meccaniche variabili con valori di capacità portante ammissibile intorno ai 50÷150 kPa (valore indicativo), bisogna altresì considerare che lo strato superficiale è caratterizzato da materiali più fini. Le proprietà reologiche non sono quindi paragonabili ai terreni posizionati al di sotto dell'orizzonte C del suolo.

Gli *ammassi rocciosi* affioranti sono stati valutati tramite lo *schema B.G.D.* (Basic Geotechnical Description of rock masses I.S.R.M. - 1980) e la classificazione di Bieniawsky (1979). Sui campioni di roccia sono state effettuate prove di compressione monoassiale a carico puntiforme (Point Load Strength Test) eseguite



secondo le indicazioni ISRM (1972), con valutazione statistica dell'attendibilità del test. I rilievi strutturali di dettaglio hanno inoltre consentito la valutazione e l'individuazione dei set di discontinuità degli ammassi rocciosi.

La classificazione proposta nella tavola n. 1b è la sintesi dei risultati delle analisi di laboratorio e dei rilievi di campagna. Sono state individuate quattro classi principali:

GM - GC	Ghiaie e sabbie miste a materiale fine limoso e argilloso non plastico;
GW	Ghiaie e sabbie ben graduate con poco o nessun fine;
CL-CH	Limi argillosi inorganici a media ed alta plasticità con L.L. ~50% e I.P. ~30;
L ₃ -F ₃ -S ₂ -A ₃ -W ₁	Ammassi rocciosi a comportamento rigido di III classe R.M.R., con strati di spessore medio (20÷60 cm), intercetta delle fratture media (20÷60 cm), resistenza a compressione monoassiale alta (60÷200 Mpa), angolo di attrito delle fratture medio (25°÷35°) e alterazione bassa.

I terreni superficiali soggetti a pedogenesi sono inquadrabili nella classe OL-ML, vale a dire limi inorganici ed organici con L.L. intorno al 35% e I.P. = 3.

La formazione a carattere lapideo che affiora diffusamente nel territorio ha una densità pari a 2,4 ed una resistenza alla compressione monoassiale intorno agli 100 MPa. L'ammasso roccioso ha indice R.M.R. pari a 48 (compensazione del valore C=77 in funzione della orientazione dei versanti (B) = -29), vale a dire III classe Bieniawsky. I calcari della formazione di Moltrasio affioranti nel territorio comunale hanno quindi discrete caratteristiche geomeccaniche.

60/139

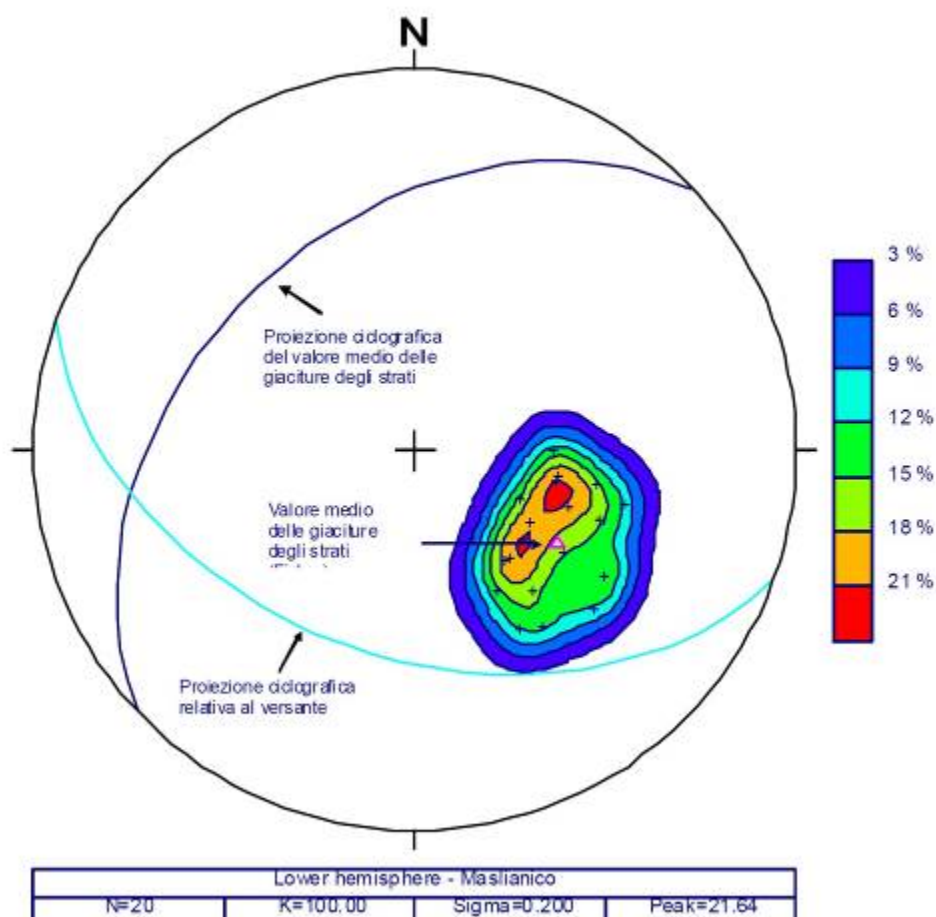
10.1 ASSETTO GEOMECCANICO E ANALISI STRUTTURALE

Sono stati effettuati dei rilievi di campagna intesi a determinare l'assetto geomeccanico delle rocce affioranti nell'area del Comune di Maslianico, con particolare riguardo alla tettonica fragile. A tale scopo sono state effettuate le misurazioni relative alla giacitura degli strati, all'orientazione di faglie, fratture e diaclasi, alla spaziatura tra strati a diversa competenza.

Nell'area in esame, prendendo in considerazione le giaciture degli strati (vd. figura successiva), la formazione del Calcare di Moltrasio ha un andamento pressoché costante, con una inclinazione media degli strati intorno ai 35°-45° ed una orientazione diretta sostanzialmente verso O-NO.



Proiezione stereografica polare delle giaciture degli strati nel Calcare di Moltrasio



61/139

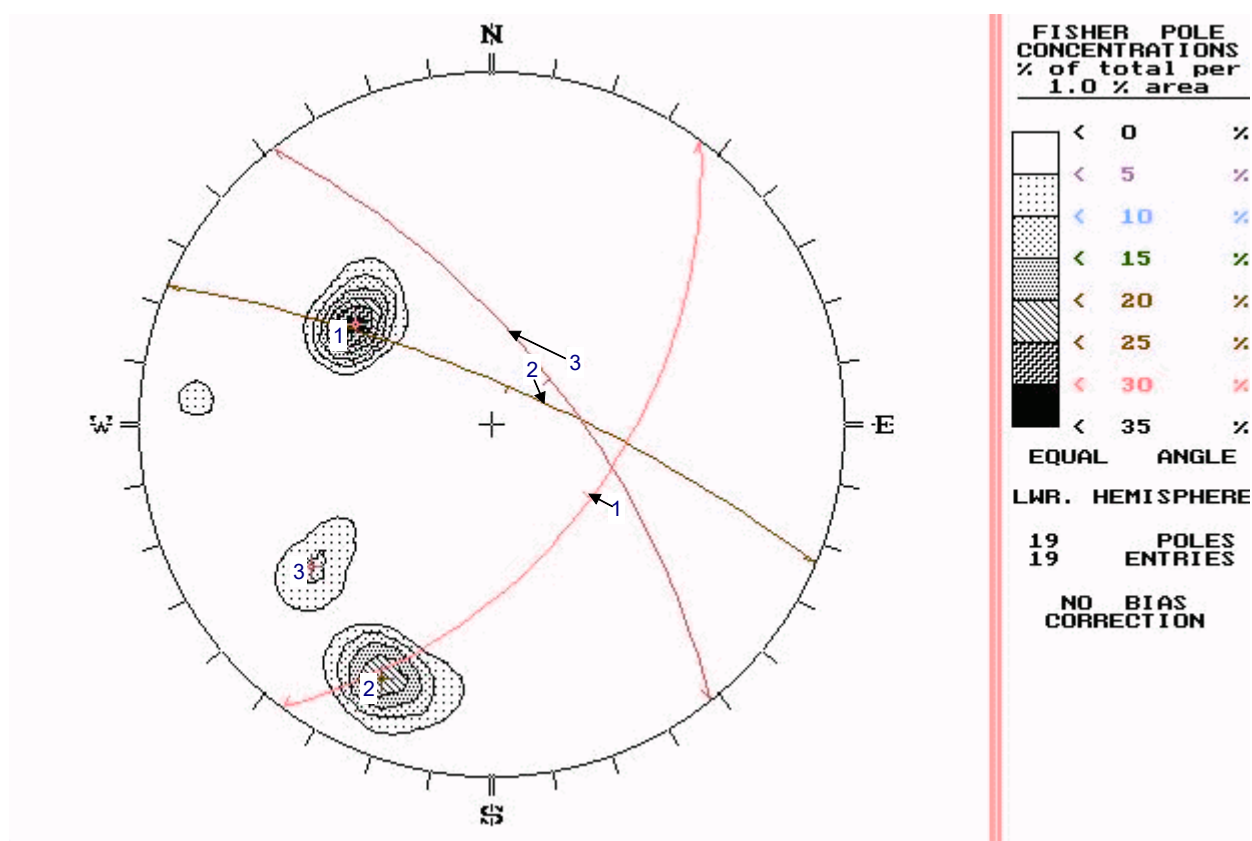
Data l'omogeneità del valore della giacitura dei giunti di stratificazione e la conformazione del versante, gli strati risultano sempre a reggipoggio (fatta eccezione per alcune situazioni locali), garantendo una buona stabilità del substrato roccioso all'interno dell'area del Comune. Inoltre, non si notano importanti sistemi di faglie né zone di dislocazione; le poche osservate sono sempre caratterizzate da rigetti modesti e quindi non hanno effetti rilevanti sulla stabilità del versante tranne che per alcune aree localizzate.

Questi caratteri indicano l'assenza di una significativa tettonica fragile, fatta eccezione per la fascia pedemontana del territorio comunale, nella quale cominciano a comparire i primi effetti della flessura pedemontana. Tuttavia, da una analisi della roccia in affioramento, si possono osservare sistemi di fratture più o meno serrate, generalmente continue, e *joint* che interessano singoli strati di roccia. La formazione di queste strutture è imputabile a fenomeni superficiali, legati all'esposizione della roccia stessa, quali il gelo e il disgelo, il rilascio di tensioni interne, la dissoluzione ad opera di acque percolanti e l'azione degli apparati



radicali delle piante superiori. Infatti, la giacitura di dette fratture è geometricamente legata a quella degli strati e all'orientazione del versante.

I dati strutturali acquisiti sul terreno sono stati proiettati in diagrammi stereografici al fine di evidenziare le direzioni di maggior frequenza delle fratture. Nella figura successiva è rappresentato il diagramma di densità relativa alle proiezioni dei poli dei giunti di frattura dell'area di Olzino-Sant'Ambrogio. Questi mostrano la presenza di famiglie di piani di fratturazione approssimativamente ortogonali tra loro, ai piani di stratificazione e alla direzione di massima pendenza del versante. Detti piani sono raffigurati nei vari diagrammi da *ciclografiche* e dalla proiezione dei loro poli. Come si può notare, le ciclografiche si intersecano in un punto, che rappresenta il polo dell'asse di intersezione dei vari piani.



62/139

Proiezione stereografica dei giunti di frattura nella zona di Olzino

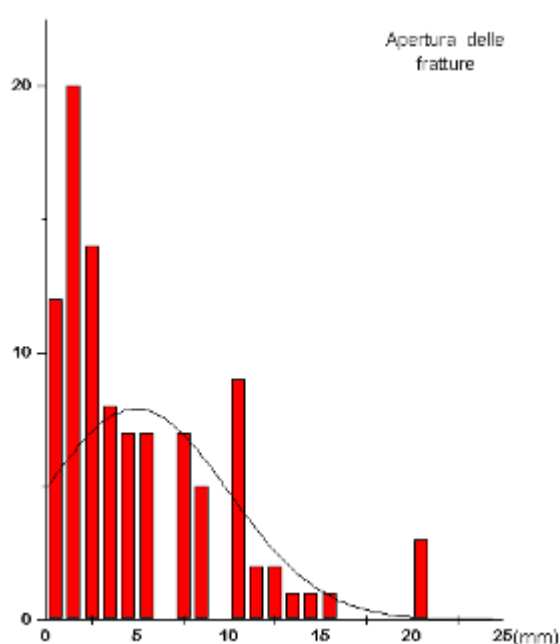
La caratteristica saliente di questo diagramma consiste nella presenza di 3 zone ad alta densità polare tutte approssimativamente ortogonali tra di loro. Da ciò si evince che i giunti di frattura hanno la medesima orientazione in tutta l'area d'indagine. Poiché la giacitura degli strati è pressoché costante, quella dei giunti di frattura è effettivamente legata all'orientazione degli strati.

Al fine di ottenere una stima della dimensione media dei blocchi determinati dai giunti di fratturazione e dalla stratificazione, si è proceduto alla misura della spaziatura tra le fratture e del loro grado di apertura.

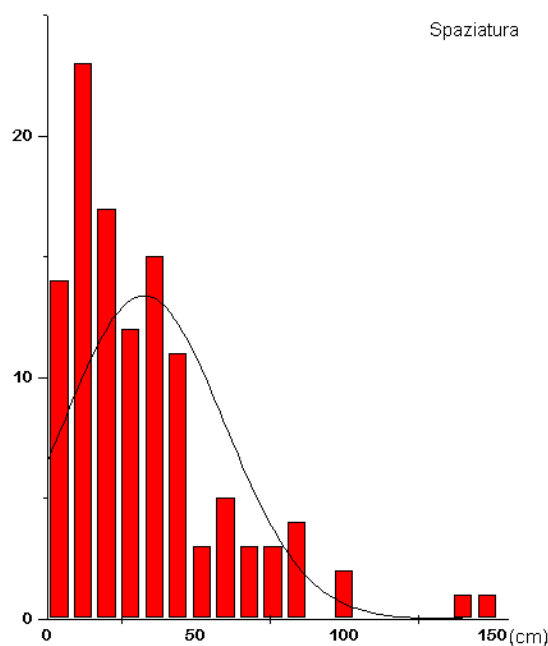


I dati raccolti sono graficamente riportati in istogrammi di frequenza. Quello rappresentato in figura 19 si riferisce alla spaziatura tra fratture adiacenti. Sebbene esistano fratture con una spaziatura anche superiore a 140 cm, la massima frequenza è di 32,5 cm.

Le fratture sono normalmente aperte e di tipo continuo; solo raramente risultano saldate da calcite di cristallizzazione secondaria.



Istogramma di frequenza dell'apertura delle fratture per valori compresi tra 0 e 25



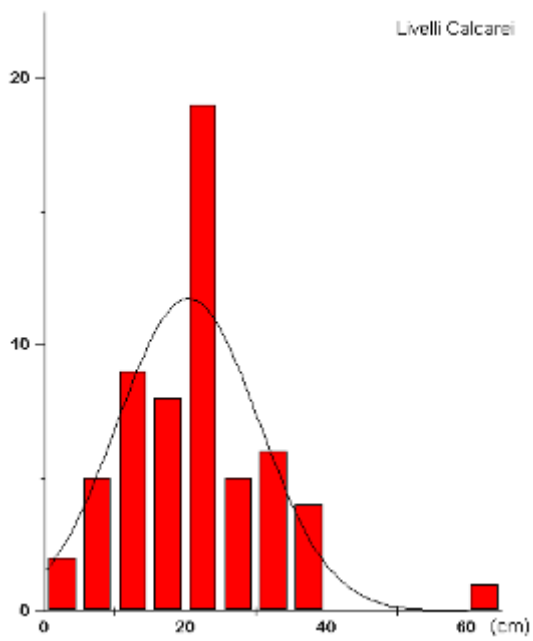
Istogramma di frequenza della spaziatura tra fratture adiacenti

Nel diagramma in figura si può osservare la distribuzione dell'apertura delle fratture. Il valore medio di apertura è di 5 mm anche se non mancano fratture di 16 cm.

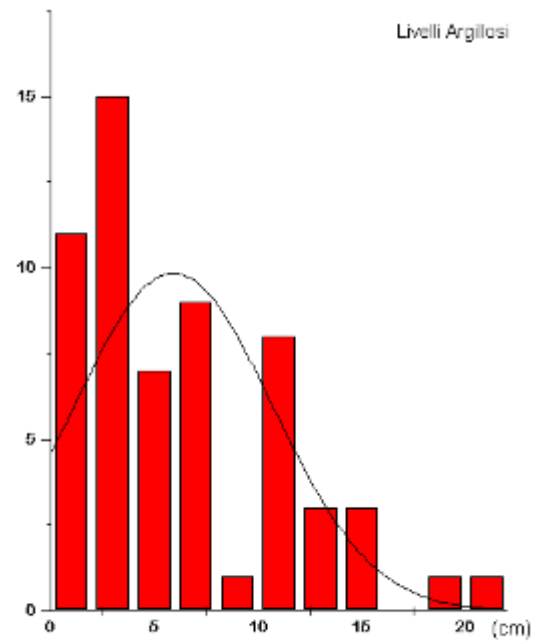
Il Calcarea di Moltrasio è caratterizzato da una fitta sequenza di livelli calcareo-marnosi e di livelli argillosi, che rappresentano superfici di fissilità preferenziale. È stato quindi ritenuto opportuno misurare anche gli spessori degli strati.

Le figure di seguito mostrano gli istogrammi di frequenza con gli spessori dei livelli calcareo-marnosi e di quelli argillosi, rispettivamente. Si noti come i livelli calcareo-marnosi abbiano spessori decisamente più elevati degli altri. Detti spessori possono localmente raggiungere i 60 cm, ma normalmente oscillano attorno a 20 cm. I livelli argillosi rappresentano punti di debolezza strutturale e quindi sono siti preferenziali di sviluppo di diaclasi.





Istogramma di frequenza dello spessore dei livelli calcareo-marnosi



Istogramma di frequenza dello spessore dei livelli argillosi



Dalle considerazioni fino a qui riportate si deduce che il Calcere di Moltrasio, per le sue caratteristiche giaciture, non pone particolari problemi di stabilità dei pendii. Tuttavia la fratturazione pervasiva che è stata messa in evidenza indica che le pareti di roccia affiorante sono soggette al distacco di blocchi. Tali blocchi hanno mediamente le dimensioni di 25x35x35 cm. Localmente si possono anche verificare frane per ribaltamento in corrispondenza di pareti rocciose particolarmente alte.

10.2 STABILITÀ DELLE COLTRI DETRITICHE DEL VERSANTE MERIDIONALE DEL MONTE BISBINO

Il versante del Monte Bisbino compreso tra le quote 400÷250 m slm è caratterizzato da una estesa coltre detritica di origine morenica, essa è sviluppata, a monte dell'abitato di Maslianico, in modo omogeneo in senso Est-Ovest.

Le coperture presentano spessori discretamente consistenti e variabili tra 0,5÷2 m, esse sono ubicate lungo il versante meridionale del Monte Bisbino costituito da numerose profonde incisioni vallive longitudinali.

Tale assetto morfologico costituisce una potenziale fonte di pericolosità per quanto riguarda lo sviluppo di dissesti superficiali, tipo colate detritiche (debris flow), in riferimento a questa tipologia di eventi, si ricorda che nel passato ed in tempi recenti (27 maggio 2002) l'area in esame è stata soggetta ad alcuni fenomeni di dissesto superficiale di rilevante importanza.

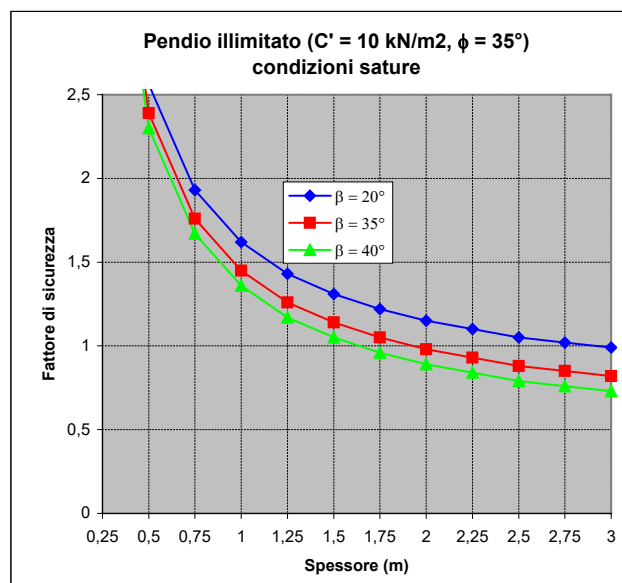
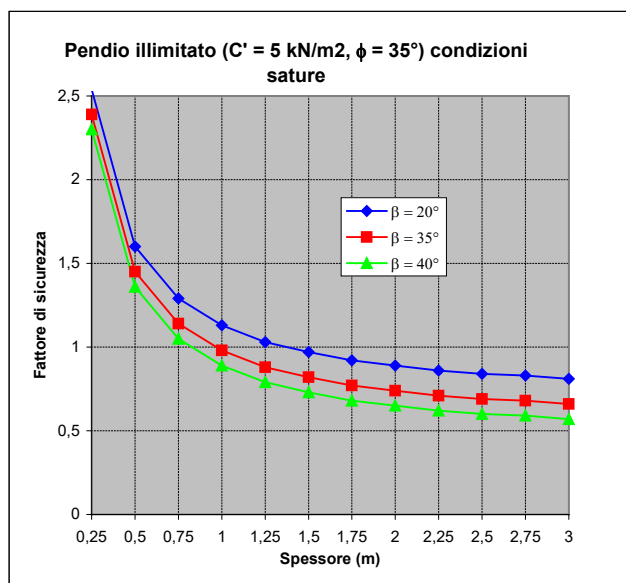
Questi fenomeni franosi superficiali principalmente interessano i terreni di copertura, soprattutto in presenza di un substrato roccioso con differente grado di permeabilità che funge da piano di scivolamento, le colate sono da porre in relazione principalmente con le piogge di forte intensità.

Nell'elaborazione del modello di terreno si ipotizza che il distacco lungo un pendio illimitato, dovuto all'instaurarsi di un moto di filtrazione, sia possibile solo nel caso di un terreno completamente saturo.

La «back analysis» è stata compiuta utilizzando l'algoritmo di Skempton e Delory con diversi valori compatibili con la tipologia di terreni presenti nell'area, vale a dire:

Ghiaia sabbiosa mista a frazione fine				
$\varphi' = 35^\circ$	$c' = 5 \div 10$ kN/m ²	$\gamma_{\text{satura}} = 21.5$ kN/m ³	$k = 10^{-3} \div 10^{-4}$ cm/s	$Dr = 30 \div 35 \%$





Di seguito vengono rappresentati nelle tabelle e nei diagrammi i risultati dell'analisi a ritroso per valori di coesione pari a 5 e a 10 kN/m²:

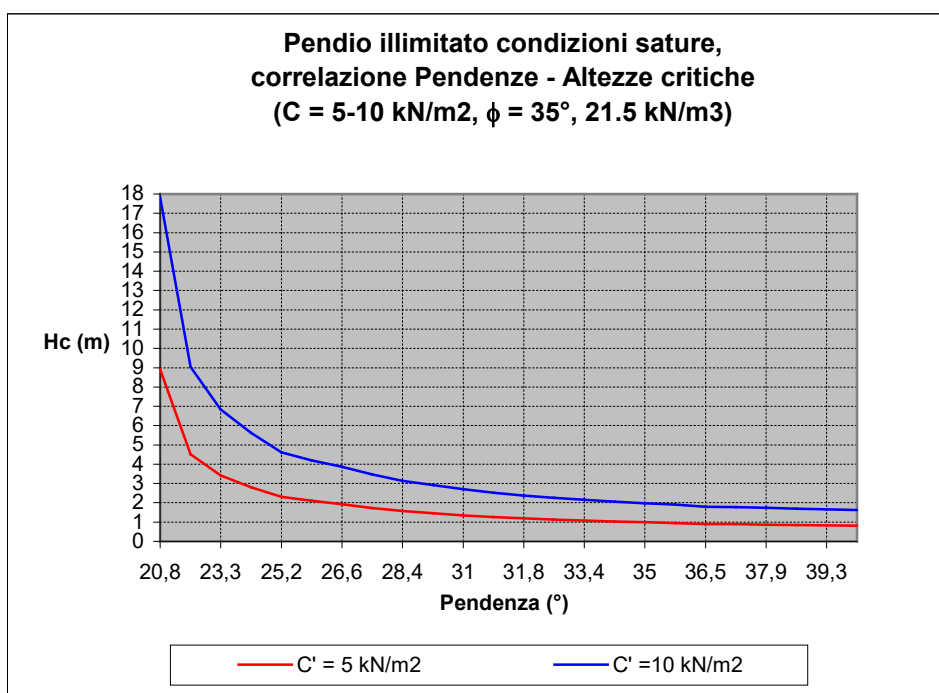
Condizione di equilibrio limite FS = 1

	Inclinazione pendio β			
	↓	↓	↓	
Coesione	Spessore critico	20°	35°	40°
5 kN/m²	Z critico →	1,13 m	0,98 m	0,89 m
10 kN/m²	Z critico →	1.62 m	1.45 m	1.36 m

Nel successivo diagramma si correlano le pendenze con le altezze critiche in condizione di equilibrio limite (Fs = 1). Data la forte l'acclività del versante meridionale del Monte Bisbino, con $\beta \geq 35^\circ$, si osserva che per piccoli spessori inferiori al metro si raggiunge l'instabilità con valori di $c' = 5 \text{ kN/m}^2$).

Questo indica che le coperture detritiche del versante sono potenzialmente instabili e che in occasione di eventi piovosi di elevata intensità e breve durata possono essere sede di fenomeni di dissesto superficiale, in seguito a filtrazione parallela al pendio, con conseguente fluidificazione dei terreni.



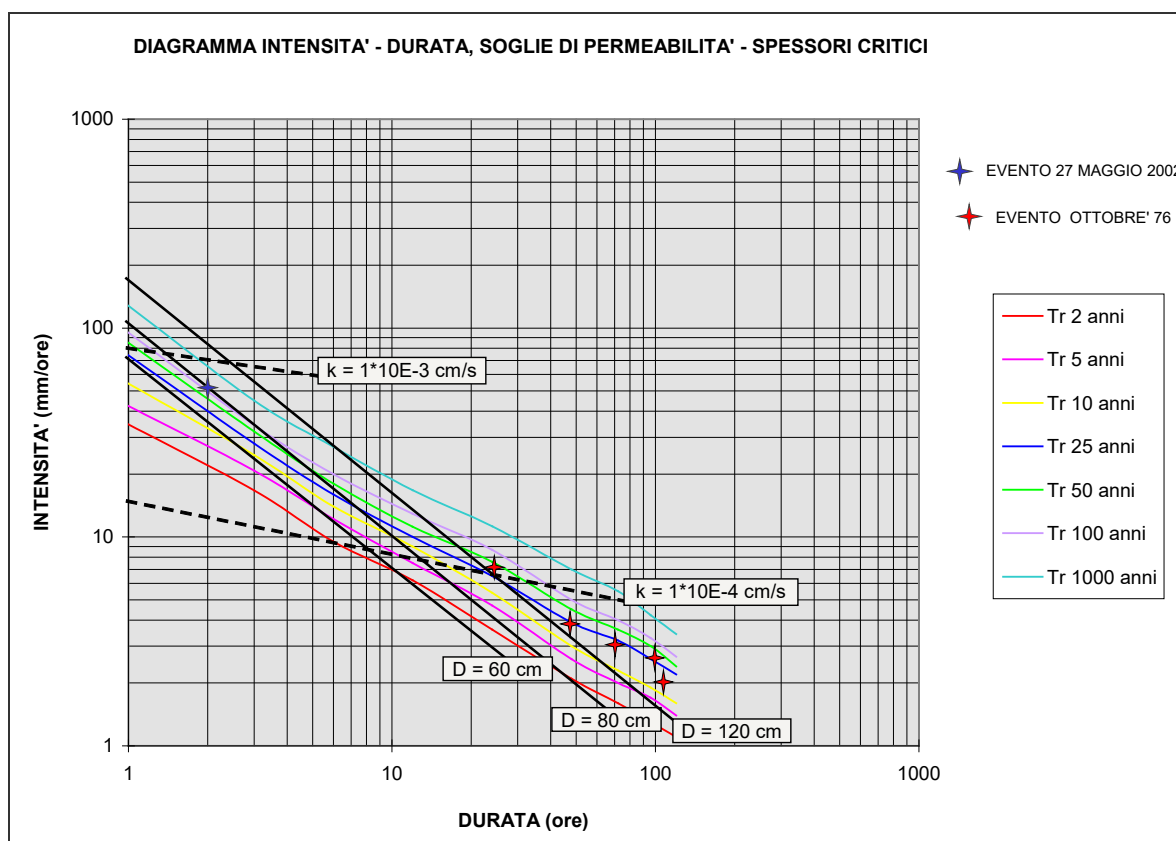


10.2.1 Stima delle precipitazioni soglia

Per la stima della **precipitazione soglia** si considerano alcuni parametri geometrici (spessore e inclinazione), fisici e meccanici (angolo d'attrito, coesione, permeabilità e suzione della matrice) e meteorologici locali (precipitazioni intense associate a diversi tempi di ritorno). I valori espressi per le semplificazioni espresse e compiutamente descritte nell'appendice, hanno valore prevalentemente qualitativo

Il grafico successivo pone in **ordinata le intensità di precipitazione ed in ascisse le relative durate**. Ogni punto esprime quindi una coppia di valori dati da intensità e durata della pioggia a quella determinata intensità. Si possono quindi evidenziare le curve di possibilità climatica a diversi periodi di ritorno (curve colorate).





Altri elementi che troviamo nel grafico sono evidenziati inoltre due linee tratteggiate che indicano due diverse soglie di permeabilità così posizionate in virtù del modello adottato. Da ultimo gli spessori del terreno rappresentati con linee continue. La lettura del grafico è sintetizzata dalle tabelle seguenti:

Le coppie intensità precipitazione – durata precipitazione sono individuate dall'intersezione della linea tratteggiata con la linea continua.

SOGLIA DI PERMEABILITA' 10^{-3} cm/s

Spessori (D)	Soglie di precipitazione		soglie temporali (Tr)
	Intensità	Durata	
60 cm	80 mm/ora	1 ora	50 anni
80 cm	75 mm/ora	1.5 ore	> 100 anni
120 cm	65 mm/ora	2.6 ore	> 1000 anni

SOGLIA DI PERMEABILITA' 10^{-4} cm/s

Spessori (D)	Soglie di precipitazione		soglie temporali (Tr)
	Intensità	Durata	
60 cm	7.5 mm/ora	9.5 ore	2 anni
80 cm	8 mm/ora	15 ore	10 anni



120 cm	7 mm/ora	23 ore	25 anni
--------	----------	--------	---------

In riferimento agli eventi alluvionali dell'Ottobre 1976 e 27 Maggio 2002 sono stati inseriti nel diagramma soglie di permeabilità-spessori critici i rispettivi valori d'intensità e durata di precipitazione, è stato quindi possibile determinare la soglia temporale, la soglia di permeabilità e spessore critico per quel preciso evento:

Evento	Tempo di ritorno	Permeabilità	Spessore critico
Ottobre 1976	≈ 25 anni	$\leq 1 \cdot 10^{-4}$ cm/s	≤ 120 cm
27 Maggio 2002	≈ 100 anni	$\approx 1 \cdot 10^{-3}$ cm/s	≤ 80 cm

Ossia, in occasione del fenomeno alluvionale dell'ottobre '76 le piogge con $Tr \approx 25$ anni hanno consentito la saturazione e l'innescò di frane superficiali in terreni con $k \leq 1 \cdot 10^{-4}$ cm/s e spessore ≤ 120 cm, mentre per l'evento recente datato 27 Maggio 2002, piogge più intense con $TR \approx 100$ anni hanno determinato la saturazione e l'innescò di colate detritiche in terreni con $K \approx 1 \cdot 10^{-3}$ cm/s e spessore ≤ 80 cm.

Il confronto dei dati in tabella ci permette di definire che:

- in occasione di eventi di breve durata e forte intensità, evento 27 Maggio 2002 con precipitazioni circa 110 mm in circa 2 ore, hanno raggiunto la condizione limite di stabilità i terreni con spessori inferiori (80 cm) e più permeabili ($\approx 1 \cdot 10^{-3}$ cm/s);
- eventi di più lunga durata ma di intensità minore, 280 mm in 5 giorni, hanno determinato la saturazione di terreni con spessori maggiori (≤ 120 cm) e con permeabilità minore ($\leq 1 \cdot 10^{-4}$ cm/s);

Vale a dire che eventi intensi e di breve durata saturano terreni più permeabili e di spessore limitato, al contrario eventi di lunga durata ma intensità minore possono portare alla saturazione terreni meno permeabili ma con spessori maggiori.

Zone a rischio

Le zone a maggior rischio del territorio comunale sono quelle delimitate dai principali valletti che scendono lungo il versante meridionale del Monte Bisbino, in particolare, data la pendenza elevata del versante e la presenza di cospicue coperture detritiche, i valletti più a rischio sono i seguenti:

- Valle Parasciola;
- Valle di Roggiana;
- Valle del Guasto;



- Valle di Ronco;
- Scarpata ex Cava Mondelli.

I valletti elencati di cui sopra, ubicati a monte dell'abitato, sono tutti da ritenere a rischio elevato per sviluppo di colate detritiche, mentre per quanto riguarda la ex Cava Mondelli attualmente il rischio è moderato in funzione della mancanza di elementi di rischio, quale un nucleo abitativo.

10.2.2 Valutazione stabilità delle coltri detritiche

La saturazione della coltre detritica e la successiva formazione di un flusso di filtrazione più o meno parallelo al versante, determina un incremento di pressione dei pori con conseguente diminuzione degli sforzi efficaci, tale processo è la causa principale dell'*instabilità* del pendio.

Considerando le caratteristiche morfologiche di questi dissesti che presentano superfici di distacco piane e con basso valore del rapporto profondità (spessore critico) su lunghezza (D/L), si ritiene valida l'analisi di stabilità per pendio illimitato con filtrazione parallela al versante proposta da Skempton & Delory (1957), applicabile sia per terreni coesivi che incoerenti.

$$F_s = \frac{[c' + (\gamma - m \cdot \gamma_w) \cdot z \cdot \cos^2 \beta \cdot \tan \phi']}{\gamma \cdot z \cdot \sin \beta \cdot \cos \beta}$$

70/139

dove:

F_s = Fattore di sicurezza,

c' = coesione terreno (kN/m²),

m = livello relativo della superficie freatica,

γ = peso di volume secco del terreno (kN/m³),

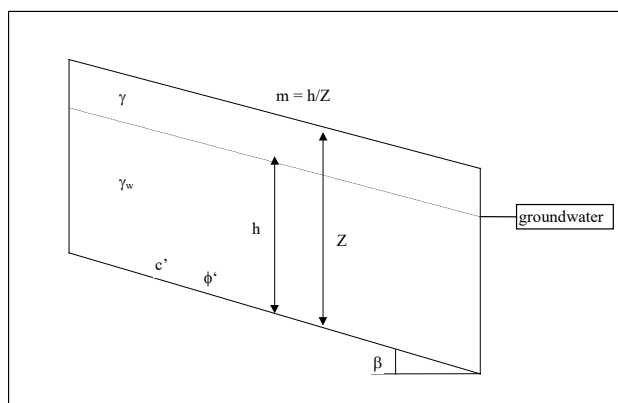
γ_w = peso di volume H₂O (kN/m³),

z = profondità della superficie di rottura (m),

β = angolo di inclinazione del pendio,

ϕ' = angolo di attrito interno del terreno.



Pendio illimitato metodo Skempton & Delory (1957)

Si assumono le seguenti semplificazioni:

- Velocità di avanzamento del fronte di saturazione dipendente solo dalla filtrazione verticale (zone di crinale o morfologicamente assimilabili), e non dalla ricarica da monte o da cause locali (variazioni di permeabilità areali).
- Ininfluenza sulle condizioni di stabilità della zona di testa e piede del dissesto.

Nel caso in cui la *coesione si riduca a zero* l'equazione diventa:

$$F_s = \frac{\gamma' \cdot \tan \phi'}{\gamma \cdot \tan \beta}$$

e dato il rapporto $\gamma'/\gamma = 1/2$, il fattore di sicurezza di un pendio indefinito di terra priva di coesione e con filtrazione, vale circa la metà di un pendio in cui non vi sia filtrazione d'acqua.

Assumendo un fattore di sicurezza unitario $F_s = 1$, e risolvendo l'equazione principale per z , si ottiene un'equazione che indica lo spessore critico per la stabilità in un versante indefinito di terra coesiva con filtrazione completa di acqua parallela alla superficie:

$$Z_{critico} = c' \cdot \sec^2 \beta \cdot \left[\tan \beta - \left(\frac{\gamma'}{\gamma} \right) \tan \phi' \right]$$

dove: $\sec^2 \beta = 1 / \cos^2 \beta$.

L'utilizzo di questo algoritmo nell'analisi a ritroso permette di stimare lo spessore critico di materiale per particolari valori di coesione, spessore di terreno saturo, angolo d'attrito e inclinazione del pendio.

Si ipotizza che il distacco lungo un pendio illimitato, dovuto all'instaurarsi di un moto di filtrazione, sia possibile solo nel caso di un terreno completamente saturo.



11. ANALISI DEL RISCHIO SISMICO

Come specificato dalla D.g.r. IX/2616/2011, le condizioni locali geologiche e geomorfologiche di una zona, in occasione di eventi sismici, sono in grado di influenzare la pericolosità sismica di base, determinando effetti diversi, da considerare nella valutazione della pericolosità sismica dell'area. Tali effetti dipendono dal comportamento dinamico dei materiali coinvolti.

Gli effetti vengono distinti in funzione del comportamento dinamico dei materiali coinvolti e, pertanto, gli studi sono in primo luogo finalizzati all'identificazione della categoria di terreno presente in una determinata area sulla base delle distinzioni descritte nella Tabella 1 dell'Allegato 5 della suddetta D.G.R.

In particolare, si possono distinguere due grandi gruppi di effetti locali:

- effetti di sito o di amplificazione sismica locale: interessa i terreni che mostrano un comportamento stabile rispetto alle sollecitazioni sismiche con effetti rappresentati dall'insieme delle modifiche in ampiezza, durata e contenuto in frequenza che un "terremoto di riferimento" relativo ad una formazione rocciosa ("bedrock") può subire durante l'attraversamento degli strati di terreno sovrastanti il bedrock, come conseguenza dell'interazione delle onde sismiche con le particolari condizioni locali;
- effetti di instabilità: interessano i terreni che mostrano un comportamento instabile o potenzialmente instabile rispetto a 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.

Nella prima tipologia di effetti descritti sono compresi gli effetti di amplificazione topografica, legati ad esempio alla presenza di creste del rilievo morfologico e gli effetti di amplificazione litologica dovuti a geometrie anomale sepolte (corpi lenticolari, chiusure laterali) o a irregolarità strutturali (ad esempio gradini di faglia).

Gli effetti di instabilità sono, invece, determinati da quei terreni che dimostrano un comportamento instabile nei confronti delle sollecitazioni sismiche, che possono quindi portare a collassi incompatibili con la stabilità delle strutture.

Tali effetti possono verificarsi, ad esempio, in corrispondenza di versanti ad equilibrio precario, o in caso di terreni con scadenti caratteristiche meccaniche.

Gli studi per distinguere le aree potenzialmente pericolose dal punto di vista sismico sono basati, in primo luogo, sulla tipologia dei terreni e delle rocce presenti nel sito considerato.



11.1 QUADRO NORMATIVO

A partire dal 10 Aprile 2016, in Regione Lombardia è diventata efficace la nuova zonazione sismica come prevista dalla D.G.R. 11 luglio 2014 - n. X/2129 *“Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (L.R. 1/2000, art. 3, c. 108, lett. d)”* e L.R. n. 33 del 12/10/2015 *“Disposizioni in materia di opere o di costruzioni e relativa vigilanza in zone sismiche”*; inoltre, in data 30 Marzo 2016 la Giunta Regionale ha approvato la D.G.R. n. X/5001 *“Approvazione delle linee di indirizzo e coordinamento per l’esercizio delle funzioni trasferite ai comuni in materia sismica (artt. 3, comma 1, e 13, comma 1, della L.R. 33/2015)”*.

Il termine per l’entrata in vigore della nuova classificazione sismica dei Comuni lombardi è inizialmente stato differito al 14 Ottobre 2015 con D.G.R. 10 ottobre 2014 - n. X/2489 *“Differimento del termine di entrata in vigore della nuova classificazione sismica del territorio approvata con D.G.R. 21 luglio 2014, n. 2129 «Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (L.R. 1/2000, art. 3, comma 108, lett. d)»”* al fine di permettere l’allineamento della nuova zonazione con le nuove disposizioni regionali inerenti le procedure di controllo e gestione delle attività urbanistico-edilizie finalizzate alla prevenzione del rischio sismico, allora in corso di definizione.

Tuttavia, nelle more dell’entrata in vigore della nuova classificazione sismica vi era già specificato che nei Comuni che sarebbero stati riclassificati dalla Zona 4 alla Zona 3 e dalla Zona 3 alla Zona 2, tutti i progetti delle strutture riguardanti nuove costruzioni - pubbliche e private – avrebbero dovuto essere redatti in linea con le norme tecniche vigenti, rispettivamente, nelle Zone 3 e 2.

Con successiva D.G.R. 8 ottobre 2015 - n. X/4144 *“Ulteriore differimento del termine di entrata in vigore della nuova classificazione sismica del territorio approvata con D.G.R. 11 luglio 2014, n. 2129 «Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (L.R. 1/2000, art. 3, comma 108, lett. d)»”*, la Giunta Regionale ha provveduto a prorogare il differimento del termine per l’entrata in vigore della nuova classificazione sismica dei Comuni lombardi, di cui alla D.G.R. 11 luglio 2014, n. 2129, stabilendo appunto che l’entrata in vigore avvenisse in data 10 aprile 2016; tale proroga ha permesso di allineare la nuova zonazione con la L.R. 12 ottobre 2015, n. 33, ribadendo le more già previste nel precedente differimento.

Inoltre, la L.R. n. 33/2015 ha aggiornato la normativa sulle costruzioni in zona sismica adeguandola al D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380 (Testo Unico in materia Edilizia) e alla recente giurisprudenza costituzionale, trasferendo ai comuni, singoli o associati, le funzioni in materia sismica, che, in base al suddetto D.P.R., erano di competenza regionale. Le nuove norme si applicano ai lavori di cui all’art. 93, comma 1, del D.P.R. 380/2001 *“costruzioni, riparazioni e sopraelevazioni”*, relativi a opere pubbliche o private localizzate nelle zone dichiarate sismiche, comprese le varianti influenti sulla struttura che introducano modifiche tali da rendere l’opera stessa, in tutto o in parte, strutturalmente di-



versa dall'originale o che siano in grado di incidere sul comportamento sismico complessivo della stessa.

Le novità immediate introdotte dalla L.R. n. 33/2015 e dalla D.g.r. X/5001/2016 sono:

- trasferimento ai comuni delle competenze in materia di opere o costruzioni e vigilanza in zone sismiche, per le opere ricadenti sul loro territorio;
- per i comuni in zona sismica 2 (alta sismicità), obbligo dell'autorizzazione preventiva all'avvio dei lavori;
- per i comuni in zona 3 e 4 (sismicità bassa e molto bassa), obbligo del deposito della documentazione relativa al progetto prima dell'avvio dei lavori;
- attività di controllo sistematico degli interventi relativi a opere o edifici pubblici o, in genere, edifici destinati a servizi pubblici essenziali, ovvero progetti relativi ad opere comunque di particolare rilevanza sociale o destinate allo svolgimento di attività, che possono risultare, in caso di evento sismico, pericolose per la collettività;
- attività di controllo su tutti gli altri tipi di edifici in tutte le zone sismiche.

11.2 METODOLOGIA DI ANALISI SISMICA

Ai sensi dei criteri attuativi della D.G.R. IX/2616/2011 si è provveduto ad un'analisi di dettaglio della pericolosità sismica locale del comune di Maslianico che, ai sensi della citata riclassificazione sismica dei comuni lombardi (D.G.R. 11 luglio 2014 - n. X/2129), è stato confermato in zona sismica 4, vale a dire con il valore di a_g (accelerazione orizzontale massima convenzionale su suoli rigidi – tipo A) fissato in 0,0398655 g che caratterizza le condizioni sismiche di base.

Coerentemente con la normativa vigente in materia sismica, in funzione della zona sismica di appartenenza e degli scenari sismici individuati nel territorio comunale, che di seguito verranno descritti nel dettaglio, la metodologia proposta dalla Regione Lombardia prevede tre livelli di approfondimento con grado di dettaglio nel seguente ordine crescente:

- il *primo livello di approfondimento* è obbligatorio, in fase di redazione della componente geologica del P.G.T. (*fase pianificatoria*), su tutto il territorio comunale e consiste nel riconoscimento di aree a diversa capacità di risposta nei confronti della sismicità e nella redazione della cartografia di pericolosità sismica locale, sulla base sia delle osservazioni geologiche (cartografia di inquadramento) sia dei dati esistenti, pertanto delle litologie e delle situazioni morfologiche definite nel rilievo geologico di superficie.

Nell'ambito del presente studio, il riconoscimento delle aree passibili di amplificazione sismica in base a osservazioni geologiche e dati esistenti ha condotto alla elaborazione della "*Carta della pericolosità sismica locale*" (Tavola 2 allegata al presente studio) con distinzione dei settori areali o lineari in base agli scenari descritti nella *Tabella 1 – Allegato 5* di seguito riportata.



- per i comuni che ricadono in zona sismica 4, il *secondo livello di approfondimento* è obbligatorio, in fase di redazione della componente geologica del P.G.T. (*fase pianificatoria*), nelle zone PSL individuate nell'ambito del primo livello di approfondimento suscettibili di amplificazioni sismiche morfologiche e litologiche (zone Z3 e Z4 della tabella 1 dell'Allegato 5) solo nel caso sia ivi prevista la realizzazione di nuovi edifici strategici e rilevanti, o eventuali modifiche strutturali di quelli già esistenti, secondo l'elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n. 19904/2003. Per le aree a pericolosità sismica locale caratterizzate da effetti di instabilità, cedimenti o liquefazioni (zone Z1 e Z2, vedi oltre) non è invece prevista la redazione di studi di secondo livello, in quanto è necessaria, nel caso specifico degli edifici strategici e rilevanti, l'applicazione diretta del terzo livello.

Il Comune di Maslianico, ricade in questa casistica, essendo stata confermata la classificazione in zona sismica 4.

- Il *terzo livello di approfondimento*, che permette la definizione degli effetti di amplificazione mediante la realizzazione di indagini e analisi più approfondite, è obbligatorio in fase di progettazione, nelle aree ricadenti negli scenari di PSL Z3 e Z4 indagate con il 2° livello, quando il fattore di amplificazione calcolato risulti maggiore del valore soglia comunale, dimostrando quindi l'inadeguatezza della normativa sismica nazionale. Come anticipato, il terzo livello è obbligatorio in presenza di aree suscettibili di effetti di instabilità, cedimenti e/o liquefazioni (zone Z1 e Z2) nel caso sia ivi prevista la realizzazione di nuovi edifici strategici e rilevanti, o eventuali modifiche strutturali di quelli già esistenti, secondo l'elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n. 19904/2003.

Si ricorda, infine, che lo scenario relativo alle zone Z5 (zona di contatto stratigrafico o tettonico, esclude la possibilità di edificazione a cavallo dei litotipi o dei contatti tettonici individuati, a meno che, in fase progettuale, si operi in modo da rendere omogeneo il terreno di fondazione. In caso di impossibilità ad ottenere questa condizione, dovranno essere previsti accorgimenti progettuali atti a garantire la sicurezza dell'edificio.

Infine, qualora si verificasse la sovrapposizione di più scenari sul medesimo ambito territoriale, si dovrà procedere con il grado di approfondimento più cautelativo.

Di seguito si riporta lo schema di sintesi degli adempimenti e delle tempistiche in funzione dell'appartenenza del territorio comunale di Maslianico alla **zona sismica 4** (§1.4.4 della D.g.r. IX/2616/2011):



	Livelli di approfondimento e fasi di applicazione		
	1^ livello fase pianificatoria	2^ livello fase pianificatoria	3^ livello fase progettuale
Zona sismica 2-3	obbligatorio	Nelle zone PSL Z3 e Z4 se interferenti con urbanizzato e urbanizzabile, ad esclusione delle aree già inedificabili	- Nelle aree indagate con il 2^ livello quando F_a calcolato > valore soglia comunale; - Nelle zone PSL Z1e Z2.
Zona sismica 4	obbligatorio	Nelle zone PSL Z3 e Z4 solo per edifici strategici e rilevanti di nuova previsione (elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n. 19904/03)	- Nelle aree indagate con il 2^ livello quando F_a calcolato > valore soglia comunale; - Nelle zone PSL Z1 e Z2 per edifici strategici e rilevanti.

PSL = Pericolosità Sismica Locale

11.2.1 Primo livello di approfondimento – Carta PSL

Nella redazione del presente studio sono state seguite le procedure contenute nell'Allegato 5 della D.G.R. IX/2616/2011 che hanno aggiornato quanto contenuto nell'Allegato 5 della D.G.R. VIII/1566/2005, effettuando l'analisi di 1° livello consistente in un approccio di tipo qualitativo che ha dato luogo alla realizzazione della "Carta della Pericolosità Sismica Locale" (cfr. Tavola 2) ottenuta a partire dai dati di base contenuti nella cartografia di inquadramento.

Di seguito si riporta la tabella tratta dall'Allegato 5 della D.G.R. IX/2616/2011, nella quale sono indicati i possibili scenari di pericolosità sismica locale previsti dalla normativa vigente; in **grassetto** sono stati evidenziati i tematismi perimetrati nel territorio comunale e rappresentati in tavola 2.

Sigla	Scenario Pericolosità Sismica Locale	Effetti
Z1a	Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi	Instabilità
Z1b	Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti	
Z1c	Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana	
Z2a	Zone con terreni di fondazione saturi particolarmente scadenti (riporti poco addensati, depositi altamente compressibili, ecc.)	Cedimenti
Z2b	Zone con depositi granulari fini saturi	Liquefazioni
Z3a	Zona di ciglio $H > 10$ m (scarpata, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica, ecc.)	Amplificazioni topografiche
Z3b	Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo: appuntite - arrotondate	
Z4a	Zona di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi	Amplificazioni litologiche e geometriche
Z4b	Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre	
Z4c	Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (compresi le coltri loessiche)	



Sigla	Scenario Pericolosità Sismica Locale	Effetti
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

Nelle Norme geologiche di piano (*Piano delle Regole*) sono riportate le prescrizioni relative agli scenari individuati.

11.2.2 Secondo livello di approfondimento

Come anticipato, il secondo livello di approfondimento consiste nella caratterizzazione semi-quantitativa degli effetti di amplificazione attesi negli scenari perimetrati nella carta di pericolosità sismica locale, fornendo la stima della risposta sismica dei terreni in termini di valore del Fattore di amplificazione (Fa).

Pertanto, l'applicazione di tale livello consente di individuare eventuali aree in cui la normativa nazionale risulta insufficiente a salvaguardare edifici e infrastrutture dagli effetti attesi di amplificazione sismica locale (Fa calcolato superiore a Fa di soglia comunale riportato in apposite tabelle fornite dalla Regione Lombardia e calcolate dal Politecnico di Milano). Come anticipato, in tal caso si dovrà procedere con le indagini e l'applicazione del terzo livello di approfondimento oppure, in alternativa, utilizzando lo spettro di norma caratteristico della categoria di sottosuolo superiore, secondo lo schema fornito al paragrafo 1.4.3 "Analisi della sismicità del territorio e carta della pericolosità sismica locale" della vigente D.G.R. IX/2616/2011.

Sulla base di quanto descritto nel dettaglio al paragrafo 5.2 del presente studio, essendo il Comune di Maslianico classificato in zona sismica 4, secondo quanto espresso dalla normativa non sarebbe stato necessario eseguire il secondo livello di approfondimento; tuttavia, per fornire un ulteriore dato conoscitivo relativo al territorio comunale si è ritenuto opportuno svolgere alcune indagini sismiche in sito ubicate presso Via XX Settembre, nelle vicinanze dell'area di Villa Zeloni, interessata dall'evento franoso del 1976, fornendo una caratterizzazione semiquantitativa degli effetti di amplificazione attesi.

Secondo quanto riportato nel dettaglio nella tabella seguente, è stato eseguito l'approfondimento di II livello in corrispondenza di quest'unica area ricadente nello scenario di pericolosità sismica locale Z4a. L'area è stata scelta con la finalità di fornire una descrizione delle caratteristiche sismiche del territorio sufficientemente rappresentativa e uniforme in termini di distribuzione areale.



L'indagine sismica è stata condotta mediante metodologia MASW.

Area di espansione urbanistica	Ubicazione	Destinazione d'uso	Scenario di pericolosità sismica locale
Sito di Via XX Settembre - Villa Zoloni	Zona sud-est del tessuto urbano	Residenziale	Z4a

Nella tavola 2 "Carta della pericolosità sismica locale" sono stati indicati gli scenari di pericolosità sismica locale evidenziando l'ubicazione del sito in cui è stato effettuato l'approfondimento di 2^a livello.

Tipologia di indagine sismica

Secondo quanto definito dalle Norme Tecniche delle Costruzioni vigenti (NTC 2018), la classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche e ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, $V_{s,eq}$ (in m/s), definita dalla seguente espressione:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{s,i}}}, \text{ ove}$$

- h_i spessore dell'*i*-esimo strato;
- $V_{s,i}$ velocità delle onde di taglio nell'*i*-esimo strato;
- N numero di strati;
- H profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s non inferiore a 800 m/s.

Secondo la normativa vigente, ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{s,eq}$ è definita dal parametro $V_{s,30}$, ottenuto ponendo H pari a 30 m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Pertanto, la classificazione del suolo, dal punto di vista sismico, è talora convenzionalmente eseguita sulla base della velocità media equivalente di propagazione delle onde di taglio entro 30 m di profondità:

$$V_{s,30} = 30 / (\sum h_i / V_{s,i}), \text{ ove}$$

$V_{s,i}$ e h_i sono, rispettivamente, la velocità delle onde di taglio verticali e lo spessore dello strato *i*-esimo.

La metodologia più comunemente utilizzata, il cosiddetto *metodo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves)*, è una tecnica di indagine non invasiva che consente la definizione del profilo di velocità delle onde di taglio V_s , basandosi sulla misura delle onde superficiali fatta in corrispondenza di diversi sensori (geofoni) posti sulla superficie del suolo; in particolare, vengono utilizzate le onde di Rayleigh che si trasmettono con una velocità correlata alla rigidità della porzione di terreno interessata alla propagazione delle onde.



In un mezzo stratificato le onde di Rayleigh sono dispersive, cioè onde con diversa lunghezza si propagano con diverse velocità di fase e di velocità gruppo o, detto in maniera equivalente, la velocità di fase apparente delle onde di Rayleigh dipende dalla frequenza di propagazione, cioè sono onde la cui velocità dipende dalla frequenza (con un range di frequenze tra 5 e 70 Hz).

Attraverso una specifica procedura in tre fasi, è possibile definire il modello stratigrafico del sito, le velocità V_s dei diversi strati e, infine, determinare il valore di $V_{s,30}$.

Calcolo del coefficiente di amplificazione

Secondo quanto definito nell'Allegato 5 della D.G.R. IX/2616/2011, il calcolo del periodo proprio del sito, necessario per l'utilizzo della scheda di valutazione, è effettuato considerando tutta la stratigrafia del sito fino alla profondità in cui il valore della velocità V_s è uguale o superiore a 800 m/s e utilizzando la seguente equazione:

$$T = \frac{4 \times \sum_{i=1}^n h_i}{\left(\frac{\sum_{i=1}^n V_{s,i} \times h_i}{\sum_{i=1}^n h_i} \right)}$$

Il calcolo del coefficiente di amplificazione è stato valutato sia per edifici bassi e rigidi (Fa 0,1-0,5s) e sia per edifici complessi alti flessibili (Fa 0,5-1,5s).

Il valore ottenuto per il coefficiente di amplificazione proprio di ogni sito è stato confrontato con il valore di soglia riportato nell'apposita tabella, fornita da Regione Lombardia, dalla quale si evince che per il Comune di Maslianico, per le differenti categorie di sottosuolo, i valori di soglia calcolati sono i seguenti:

CATEGORIA DI SUOLO	VALORI SOGLIA	
	fattore di amplificazione Intervallo di periodo 0,1-0,5 s	fattore di amplificazione Intervallo di periodo 0,5-1,5 s
B	1,4	1,7
C	1,9	2,4
D	2,2	4,2
E	2,0	3,1

Indagine sismica condotta nell'anno 2018

Le indagini indirette di tipo sismico, di seguito descritte, sono state effettuate principalmente allo scopo di determinare in termini di velocità di propagazione delle onde sismiche di taglio in profondità, in modo da definire la categoria di sottosuolo di riferimento del sito in esame, in funzione delle verifiche da condurre in condizioni sismiche.



L'indagine in oggetto è stata condotta in corrispondenza del sito indicato in precedenza (area Villa Zeloni) mediante la strumentazione e le attrezzature di seguito riportate:

Apparecchiatura	Strumentazione per indagine sismica MASW	n.
Sistema acquisizione dati	Sismografo ECHO 12-24/2002 seismic unit	1
	Computer portatile per la registrazione delle onde	1
Sistema di ricezione	Geofoni con frequenza pari a 14 Hz	12
	Cavo di collegamento per geofoni – 12 prese con spaziatura 5 ml	1
Trigger	Dispositivo inerziale meccanico montato su mazza battente	1
Sistema energizzante	Massa battente da 8 kg	1

Le geometrie degli stendimenti effettuati sono di seguito riassunti:

Lunghezza del profilo (m)	22
Numero dei geofoni	12
Spaziatura dei geofoni (m)	2
Numero delle energizzazioni	4

In seguito, i dati ottenuti in campagna sono stati analizzati col supporto di un software specifico, *Easy MASW* di Geostru, ottenendo gli spessori degli strati e le velocità delle onde di taglio (onde S) che caratterizzano il sottosuolo; di seguito si riportano le elaborazioni relative alla prova MASW eseguita nel territorio comunale nel corso del mese di Maggio 2018.

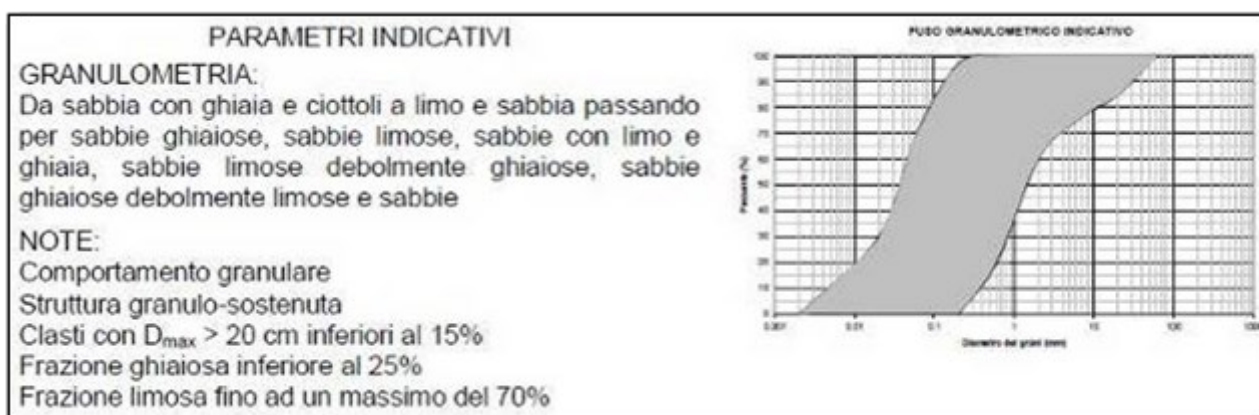
A partire da tale ricostruzione sono state calcolate le velocità equivalenti delle onde di taglio $V_{s,eq}$ che, applicando la citata formula 3.2.1 delle NTC 2018 (paragrafo 3.2.2 “*Categorie di sottosuolo e condizioni topografiche*”), hanno consentito di **attribuire il sottosuolo alla categoria C per il sito in esame (Via XX Settembre, Villa Zeloni)**.

In Allegato 3 si fornisce il report completo delle elaborazioni condotte.

Per quanto concerne l'applicazione dell'analisi sismica di secondo livello elaborata in funzione degli esiti ottenuti, sulla base della litologia prevalente in sito e dell'andamento delle V_s con la profondità, è stata scelta, tra quelle proposte nell'Allegato 5 della D.G.R. IX/2616/2011, la scheda di valutazione di riferimento per le “litologie sabbiose”, di cui di seguito si riportano i parametri indicativi.

Effetti litologici - Scheda litologia sabbiosa - Dettaglio dei parametri indicativi





La validità della scheda di valutazione di riferimento scelta è stata verificata mediante confronto tra le stratigrafie sismiche ottenute nei siti indagati e il grafico dell'andamento dei valori delle Vs con la profondità fornito dalla normativa, tenendo in considerazione anche la stratigrafia disponibile del pozzo più prossimo al sito di indagine.

Sulla base dell'applicazione della metodologia per la determinazione del periodo proprio del sito e dei valori dei fattori di amplificazione precedentemente descritta per gli intervalli di periodo 0,1-0,5 s e 0,5-1,5 s, sono stati ottenuti i risultati di seguito presentati.

Sito indagato	$V_{s,30}$ [m/s]	Categoria di sottosuolo	Scheda litologica	Periodo proprio del sito (T)	Fa	
					Intervallo [0,1 – 0,5 s]	Intervallo [0,5 – 1,5 s]
Via XX Settembre – Villa Zeloni	357,55	C	sabbiosa	1,12	$1,0 < 1,9$	$1,7 < 2,4$

Secondo quanto definito nel già citato Allegato 5 della D.G.R. IX/2616/2011, il valore di Fa determinato deve essere approssimato alla prima cifra decimale e deve essere utilizzato per valutare il grado di protezione raggiunto al sito dall'applicazione della normativa sismica vigente mediante il confronto con il corrispondente valore soglia (come effettuato nelle ultime due colonne della precedente tabella) considerando una variabilità di + 0,1 che tiene in conto quella del valore di Fa ottenuto.

I valori degli Fa ottenuti per gli intervalli considerati sono dunque risultati inferiori al valore soglia definito dalla banca dati di riferimento, pertanto la normativa è da considerarsi sufficiente a tenere in considerazione anche i possibili effetti di amplificazione litologica del sito indagato e quindi può essere applicato lo spettro previsto dalla normativa.



12. CARTA DEI VINCOLI ESISTENTI

Sono state prese in esame le limitazioni d'uso del territorio derivanti da normative e piani sovraordinati di contenuto prettamente geologico (*cf. Tavola 3 in scala 1:2.000*).

12.1 AREE DI SALVAGUARDIA DELLE CAPTAZIONI AD USO IDROPOTABILE

L'esigenza di difendere dall'inquinamento le acque sotterranee in prossimità delle opere di captazione, impone la definizione di "aree di salvaguardia" nelle quali sono applicati vincoli e limitazioni d'uso del territorio, concepiti allo scopo di assicurare nel tempo un approvvigionamento idrico potabile compatibile con le leggi e gli standard sanitari vigenti.

In particolare la difesa dagli inquinamenti in aree notevolmente antropizzate deve privilegiare la tutela delle opere di captazione degli acquedotti e del territorio circostante da effettuarsi mediante un accurato controllo della qualità delle acque sotterranee e degli insediamenti pericolosi potenzialmente fonti di contaminazione.

Tale difesa si attua secondo tre criteri principali:

- la delimitazione di aree nelle quali risultano proibite e/o regolamentate le attività pericolose, da attuarsi in modo da non gravare eccessivamente nei confronti dello sviluppo industriale e urbanistico del territorio;
- la stesura di norme e vincoli a cui attenersi all'interno di queste aree in modo da rendere possibile una gestione in condizioni di sicurezza delle acque sotterranee (la cosiddetta "protezione statica");
- la predisposizione di una rete di monitoraggio locale della qualità delle acque sotterranee in afflusso ai pozzi e l'organizzazione della tipologia e della frequenza delle analisi da effettuare (la cosiddetta "protezione dinamica").

La normativa statale vigente a cui riferirsi è il D.Lgs 3 Aprile 2006 n. 152 e s.m.i. che ha abrogato il Dlgs 11 maggio 1999 n. 152 modificato e integrato dal Dlgs 18 agosto 2000 n. 258 in base ai quali la disciplina delle aree di salvaguardia delle acque destinate al consumo umano era stato scorporato dal D.P.R. 24 maggio 1988 n. 236 che introdusse nella normativa nazionale il concetto di zona di rispetto.

Nell'ambito delle aree di salvaguardia si impongono vincoli e limitazioni d'uso per le attività e gli insediamenti al fine di *assicurare, mantenere e migliorare le caratteristiche qualitative delle acque da destinare al consumo umano*.

In particolare ci si riferisce all'art. 94 del Dlgs D.Lgs 3 Aprile 2006 n. 152 che riguarda nel dettaglio le tipologie e le prescrizioni da adottarsi per le diverse tipologie di aree di salvaguardia.



Art. 94. *Disciplina delle aree di salvaguardia delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano.*

1. *Su proposta delle Autorità d'ambito, le regioni, per mantenere e migliorare le caratteristiche qualitative delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano, erogate a terzi mediante impianto di acquedotto che riveste carattere di pubblico interesse, nonché per la tutela dello stato delle risorse, individuano le aree di salvaguardia distinte in zone di tutela assoluta e zone di rispetto, nonché, all'interno dei bacini imbriferi e delle aree di ricarica della falda, le zone di protezione.*

2. *Per gli approvvigionamenti diversi da quelli di cui al comma 1, le Autorità competenti impartiscono, caso per caso, le prescrizioni necessarie per la conservazione e la tutela della risorsa e per il controllo delle caratteristiche qualitative delle acque destinate al consumo umano.*

3. *La zona di tutela assoluta è costituita dall'area immediatamente circostante le captazioni o derivazioni: essa, in caso di acque sotterranee e, ove possibile, per le acque superficiali, deve avere un'estensione di almeno dieci metri di raggio dal punto di captazione, deve essere adeguatamente protetta e dev'essere adibita esclusivamente a opere di captazione o presa e ad infrastrutture di servizio.*

4. *La zona di rispetto è costituita dalla porzione di territorio circostante la zona di tutela assoluta da sottoporre a vincoli e destinazioni d'uso tali da tutelare qualitativamente e quantitativamente la risorsa idrica captata e può essere suddivisa in zona di rispetto ristretta e zona di rispetto allargata, in relazione alla tipologia dell'opera di presa o captazione e alla situazione locale di vulnerabilità e rischio della risorsa. In particolare, nella zona di rispetto sono vietati l'insediamento dei seguenti centri di pericolo e lo svolgimento delle seguenti attività:*

a) dispersione di fanghi e acque reflue, anche se depurati;

b) accumulo di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi;

c) spandimento di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi, salvo che l'impiego di tali sostanze sia effettuato sulla base delle indicazioni di uno specifico piano di utilizzazione che tenga conto della natura dei suoli, delle colture compatibili, delle tecniche agronomiche impiegate e della vulnerabilità delle risorse idriche;

d) dispersione nel sottosuolo di acque meteoriche 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 dell'estrazione ed alla protezione delle caratteristiche qualitative della risorsa idrica;

h) gestione di rifiuti;

i) stoccaggio di prodotti ovvero, sostanze chimiche pericolose e sostanze radioattive;

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. É comunque vietata la stabulazione di bestiame nella zona di rispetto ristretta.

5. *Per gli insediamenti o le attività di cui al comma 4, 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. Entro centottanta giorni dalla data di entrata in vigore della parte terza del presente decreto le regioni e le province autonome disciplinano, all'interno delle zone di rispetto, le seguenti strutture o attività:*

a) fognature;

b) edilizia residenziale e relative opere di urbanizzazione;

c) opere viarie, ferroviarie e in genere infrastrutture di servizio;

d) pratiche agronomiche e contenuti dei piani di utilizzazione di cui alla lettera c) del comma 4.

6. *In assenza dell'individuazione da parte delle regioni o delle province autonome della zona di rispetto ai sensi del comma 1, la medesima ha un'estensione di 200 metri di raggio rispetto al punto di captazione o di derivazione.*



7. Le zone di protezione devono essere delimitate secondo le indicazioni delle regioni o delle province autonome per assicurare la protezione del patrimonio idrico. In esse si possono adottare misure relative alla destinazione del territorio interessato, limitazioni e prescrizioni per gli insediamenti civili, produttivi, turistici, agro-forestali e zootecnici da inserirsi negli strumenti urbanistici comunali, provinciali, regionali, sia generali sia di settore.

8. Ai fini della protezione delle acque sotterranee, anche di quelle non ancora utilizzate per l'uso umano, le regioni e le province autonome individuano e disciplinano, all'interno delle zone di protezione, le seguenti aree:

- a) aree di ricarica della falda;
- b) emergenze naturali ed artificiali della falda;
- c) zone di riserva.

Si evidenzia inoltre che il Dlgs 152/06 demanda in particolare alle Regioni il compito di disciplinare, all'interno delle zone di rispetto alcune strutture o attività (fognature, edilizia residenziale e relative opere di urbanizzazione, opere viarie, ferroviarie ed in genere infrastrutture di servizio, pratiche agronomiche e contenuti dei piani di utilizzazioni), in precedenza non ammesse o comunque oggetto di interpretazioni diverse e talora contrastanti in merito all'ammissibilità.

Per quanto riguarda la Regione Lombardia si considera la recente D.G.R. 10 Aprile 2003 n. 7/12693 la quale ha fornito le direttive per la disciplina di alcune attività all'interno delle zone di rispetto quali:

- fognature (punto 3.1 della D.G.R. 10 Aprile 2003 n. 7/12693)
- realizzazione di opere e infrastrutture di edilizia residenziale e relativa urbanizzazione (punto 3.2)
- realizzazione di infrastrutture viarie, ferroviarie ed in genere infrastrutture di servizio (punto 3.3)
- pratiche agricole (punto 3.4)

In particolare ha disposto che qualora gli interventi interessino aree di rispetto delimitate con criterio geometrico, in assenza di una conoscenza idrogeologica approfondita, si renderà necessario uno studio idrogeologico da valutarsi in sede autorizzativa degli interventi.

I criteri utilizzabili per il dimensionamento delle zone di salvaguardia possono essere di tipo:

- a. geometrico
- b. idrogeologico
- c. temporale

Il criterio "geometrico", è riferito alle zone di tutela assoluta e alle zone di rispetto; poiché di semplice applicazione è compatibile con l'esigenza di stabilire provvedimenti urgenti di tutela delle acque, ma può al contempo penalizzare troppo un'area risultando sovradimensionata rispetto alle reali esigenze di protezione delle falde utilizzate per scopi idropotabili.



Il criterio "idrogeologico" (riservato alle zone di protezione) è fondato sulla protezione dell'intero bacino di alimentazione dell'opera di captazione, risultando pertanto difficilmente applicabile, sia per fattori naturali riconducibili alla complessità della struttura idrogeologica, sia per la presenza di territori già urbanizzati.

Il criterio "temporale", recepito dalla Regione Lombardia con la D.G.R. n. 6/15137 del 27 giugno 1996, dimensiona le zone di rispetto in funzione del tempo impiegato da una particella d'acqua per compiere un determinato percorso ("tempo di sicurezza") attraverso il mezzo saturo fino a raggiungere il punto di captazione.

La Delibera Regionale sopracitata stabilisce che il tempo di sicurezza prescelto dovrà essere pari a 60 giorni, in funzione dell'intervallo di tempo necessario per poter segnalare l'arrivo di un inquinante all'opera di captazione e attivare interventi di risanamento e/o approvvigionamento alternativo.

La normativa Regionale ricalca per buona parte quanto previsto indicato dal Dlgs 152/99 mostrando tuttavia una connotazione idrogeologica più marcata, soprattutto in riferimento all'articolo riguardante la "delimitazione delle aree di salvaguardia" per le quali viene riproposta la suddivisione in zona di tutela assoluta, zona di rispetto e zona di protezione.

I criteri utilizzabili per la delimitazione della zona di tutela assoluta sono esclusivamente di tipo "geometrico" (estensione di raggio non inferiore a 10 m), mentre per quanto riguarda la zona di rispetto oltre al criterio geometrico (estensione di raggio non inferiore a 200 m) possono essere adottati il criterio "idrogeologico" o "temporale" a seconda che l'acquifero sia o meno protetto; quest'ultima condizione si verifica qualora l'acquifero captato sia idraulicamente separato dalla superficie o da una falda soprastante da corpi geologici a bassissima conducibilità idraulica aventi uno spessore di almeno una decina di metri e un'adeguata continuità areale.

La delimitazione di tipo "temporale" viene attuata, previa determinazione dei parametri idrogeologici e della velocità di movimento dell'acqua, mediante la ricostruzione della "piezometria dinamica" (in condizioni di regime permanente e con le portate massime di esercizio dei pozzi) e del tracciamento delle linee di flusso e delle linee isocrone.

A scopo cautelativo la normativa prevede di calcolare gli areali vincolati sulla base del tempo impiegato da un inquinante per raggiungere le opere di captazione dall'istante in cui è pervenuto alla superficie della falda, senza considerare il tempo di percolazione verticale relativo al tragitto terreno - superficie piezometrica compiuto nel mezzo insaturo; questo approccio cautelativo è dovuto principalmente alla scarsa conoscenza che si ha dei processi di attenuazione che subisce il carico inquinante nel mezzo "non saturo".

La perimetrazione delle aree di salvaguardia dei pozzi e l'applicazione di una vincolistica che regoli l'uso del territorio, non è d'altronde di per sé sufficiente a garantire il mantenimento nel tempo dello



stato qualitativo delle acque afferenti alle opere di captazione, dato che la propagazione di un inquinamento può provenire da zone a monte non vincolate.

Per tale ragione sarebbe opportuno predisporre, attorno alle zone di rispetto, un controllo permanente attuando un sistema di monitoraggio idrochimico che sia in grado di controllare i parametri qualitativi fondamentali consentendo una tempestiva segnalazione degli eventuali episodi di degrado in atto (la cosiddetta “protezione dinamica”); tali interventi potrebbero essere attuati utilizzando pozzi esistenti oppure attraverso la apposita realizzazione di una rete di piezometri di monitoraggio.

La loro funzione é quella di riuscire a intercettare un eventuale flusso idrico sotterraneo inquinato prima che esso possa raggiungere le opere di captazione nel tempo di sicurezza prefissato.

12.2 DELIMITAZIONE DELLE ZONE DI RISPETTO

Le zone di rispetto dei pozzi ad uso acquedottistico ubicati all’interno o nelle adiacenze del territorio comunale di Maslianico attualmente in vigore sono delimitate mediante il criterio geometrico.

Attorno ad ogni pozzo sono dunque individuate una zona di tutela assoluta ed una più estesa zona di rispetto.

Può, infine, risultare utile un confronto tra le zone di rispetto individuate con la presenza di centri di pericolo e con l’uso del suolo in modo da verificare l’esistenza di situazioni di difficile compatibilità con le opere di captazione:

- **Pozzi Molino Nuovo 1, 2 e 3:**

Il settore ricadente nell’area individuata dall’involuppo delle zone di rispetto tracciate con criterio geometrico si presenta fortemente antropizzato con destinazioni d’uso diverse, interessato infatti da insediamenti residenziali (Nord e Ovest), produttivi (Est) e da vie di comunicazione ad intenso volume di traffico diretto principalmente verso il valico italo-svizzero. Nell’ambito della zona di rispetto insistono inoltre i tracciati del Torrente Breggia e della Roggia Molinara.

Le abitazioni e gli insediamenti ricadenti nella zona di rispetto sono allacciate alla pubblica fognatura, la quale presenta alcuni scarichi a cielo aperto che si immettono direttamente nelle acque del T. Breggia; tali scarichi sono tuttavia posizionati esternamente alla zona di rispetto, circa 400 m a valle delle opere di captazione.

È infine da segnalare nelle adiacenze dei pozzi n. 1 e 2 la presenza di una vasca di raccolta delle acque reflue di alcune abitazioni della località Molino Nuovo, le quali si trovano a quote topografiche inferiori rispetto a quelle del tracciato fognario principale; tale vasca è pertanto indispensabile per potere successivamente rilanciare le acque così raccolte verso il collettore fognario principale. Tale vasca, non ha in nessun caso presentato evidenze di perdite o percolazioni, che nel caso andrebbero comunque ad interessare terreni a bassa o nulla permeabilità.



12.3 VINCOLI DI POLIZIA IDRAULICA

Nella carta sono riportate le fasce di rispetto individuate nell'ambito dello studio sul reticolo idrico minore definito ai sensi della D.G.R. n. 7/7868 del 25.01.2002 e s.m.i. il cui iter è stato completato presso i competenti uffici regionali.

In particolare, è stata attribuita una fascia di rispetto di estensione pari a 10 m per i corsi d'acqua a cielo aperto, ridotto a 4 m in corrispondenza dei tratti adeguatamente protetti da difese spondali e dei tratti tombinati.

In corrispondenza di alcuni settori montani le fasce sono state ampliate in modo da ricomprendere le principali aree in dissesto adiacenti.

Si sottolinea che le attività di "polizia idraulica" riguardano il controllo degli interventi di gestione e trasformazione del demanio idrico e del suolo in fregio ai corpi idrici, allo scopo di salvaguardare le aree di espansione e di divagazione dei corsi d'acqua e mantenere l'accessibilità al corso stesso.

Le limitazioni d'uso all'interno delle fasce di rispetto sono quelle indicate nel Regolamento comunale di polizia idraulica.

12.4 PAI

Nell'elaborato 2 del "Atlante dei rischi idraulici e idrogeologici – allegato 4 – Delimitazione delle aree in dissesto") sulle quali sono valide le norme di cui all'art. 9 delle N.d.A. del PAI non è stato individuato nessun dissesto nel territorio di Maslianico.

Tuttavia, sulla base delle osservazioni e delle informazioni di dettaglio acquisite nel corso del precedente studio realizzato dagli scriventi nel 2011, il presente aggiornamento della componente geologica ha recepito l'aggiornamento al quadro del dissesto PAI proposto nella precedente stesura; nello specifico sono state individuate le seguenti tipologie di dissesto, rappresentate graficamente nella tavola 3 dei vincoli e nella specifica *tavola 7*:

Vincoli P.A.I.

Frane

- Aree di frana attiva (Fa)
- Aree di frana quiescente (Fq)
- Aree di frana stabilizzata (Fs)

Esondazioni e dissesti morfologici di carattere torrentizio

- Aree a pericolosità molto elevata (Ee)
- Aree a pericolosità elevata (Eb)

Trasporto di massa sui conoidi



- Area di conoide non recentemente attivatosi o completamente protetta (Cn)

Quadro del dissesto

Nella *Tavola 7* è riportato il quadro del dissesto classificato secondo la legenda PAI-PGRA (frane, esondazioni e trasporto di massa sui conoidi, Reticolo Secondario Collinare Montano).

12.5 ATTUAZIONE DEL PIANO DI GESTIONE DEI RISCHI DI ALLUVIONE (PGRA) – D.G.R. X/6738/2017

Con la recente D.g.r. n. X/6738 del 19/06/2017, Regione Lombardia ha approvato le disposizioni regionali concernenti l'attuazione del Piano di Gestione dei Rischi di Alluvione (in seguito PGRA) nel settore urbanistico e di pianificazione dell'emergenza, ai sensi dell'art. 58 delle Norme di Attuazione del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) del bacino del Fiume Po così come integrate dalla variante adottata in data 07/12/2016 con deliberazione n. 5 dal comitato istituzionale dell'autorità di bacino del Fiume Po.

Le disposizioni di cui all'Allegato A della suddetta D.g.r. costituiscono integrazione ai criteri e indizi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio (PGT) redatti in attuazione dell'art. 57, comma 1 della L.R. 11 marzo 2005, n. 12 e approvati con D.G.R. n. IX/2616/2011, nell'ambito dei quali sono definite anche le modalità di attuazione del PAI nel settore urbanistico.

La suddetta D.g.r. X/6738/2017, elaborata in coerenza sia con la normativa PAI già in vigore dal 2001 che con la normativa in materia di urbanistica regionale (L.R. 12/2005, L.R. 31/2014) e relativi criteri attuativi, approva quindi la normativa definitiva da applicare alle aree allagabili individuate dal PGRA.

Il PGRA, approvato con D.P.C.M. 27 Ottobre 2016 ha individuato e delimitato le aree potenzialmente interessate da alluvioni per opera di diversi tipi di corpi idrici, quali corsi d'acqua principali, secondari, canali di bonifica e laghi; il Piano ha, inoltre, attribuito un grado di rischio agli elementi sensibili che ricadono entro tali aree, individuatole "Aree a Rischio Significativo (ARS)" e definito le misure finalizzate alla riduzione del rischio medesimo, suddivise in misure di prevenzione, protezione, preparazione, ritorno alla normalità e analisi.

Le delimitazioni delle aree potenzialmente interessate dalle alluvioni hanno aggiornato e integrato quelle già presenti nel Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del bacino del Fiume Po (PAI) che i Comuni hanno recepito nei propri strumenti urbanistici a partire dalla sua approvazione (D.P.C.M. 24 Maggio 2001); in aggiunta, al fine di introdurre una idonea normativa d'uso del territorio sulle nuove aree allagabili, l'Autorità di Bacino del Fiume Po ha adottato (con Deliberazione n. 5 del 17 Dicembre 2015) una variante alle Norme di Attuazione del PAI, introducendo un nuovo Titolo V contenente



“Norme in materia di coordinamento tra il PAI e il Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA)”); tale variante è stata adottata in via definitiva dall’Autorità di Bacino in data 07 Dicembre 2016.

Al fine di elaborare la “Carta PAI – PGRA” (cfr. Tavola 7 in scala 1:2000), si è provveduto, alla consultazione e recepimento degli elaborati cartografici rappresentati dalle “Mappe della pericolosità” e “Mappe del rischio di alluvione” indicanti la tipologia e il grado di rischio degli elementi esposti, pubblicate sul Geoportale della Regione Lombardia.

Le suddette mappe contengono le delimitazioni delle seguenti aree allagabili per diversi scenari di pericolosità, in particolare:

- la delimitazione delle aree allagabili per i diversi scenari di pericolosità:
 - o aree P1 – L nella cartografia, o aree interessate da alluvione rara;
 - o aree P2 - M nella cartografia, o aree interessate da alluvione poco frequente;
 - o aree P3 – H nella cartografia, o aree interessate da alluvione frequente;
- il livello di rischio al quale sono esposti gli elementi ricadenti nelle aree allagabili distinto in 4 classi, come definite dall’Atto di indirizzo di cui al DPCM 29 settembre 1998: R1 (rischio moderato o nullo), R2 (rischio medio), R3 (rischio elevato), R4 (rischio molto elevato).

Per quanto concerne le categorie di elementi esposti, la Direttiva 2007/60/CE, il D. Lgs. 49/2010 e gli indirizzi operativi del Ministero dell’Ambiente e della Tutela del territorio e del Mare (MATTM) hanno chiesto di classificare come tali i seguenti: zone urbanizzate (residenziale, produttivo, commerciale), strutture strategiche e sedi di attività collettive (ospedali, scuole, attività turistiche), infrastrutture strategiche principali (vie di comunicazione stradali e ferroviarie, dighe, porti e aeroporti), insediamenti produttivi o impianti tecnologici potenzialmente pericolosi dal punto di vista ambientale (impianti allegato I D.L. 59/2005, aziende a rischio di incidente rilevante, depuratori, inceneritori, discariche), beni culturali vincolati, aree per l’estrazione delle risorse idropotabili.

12.6 ATTUAZIONE DEL PIANO DI GESTIONE DEI RISCHI DI ALLUVIONE (PGRA) – PERIMETRAZIONI PRESENTI NEL TERRITORIO DI MASLIANICO

Come indicato nell’Allegato 2 della D.G.R. n. X/6738 del 19/06/2017, nell’ambito del territorio comunale di Maslianico le aree allagabili riguardano l’ambito territoriale di riferimento definito come Reticolo secondario collinare e montano (RSCM); tale ambito è quello corrispondente alla parte montana e collinare del territorio regionale già oggetto, a seguito dell’approvazione del PAI, all’obbligo di effettuare le verifiche di compatibilità di cui all’art. 18 delle N.d.A. del PAI e proporre aggiornamenti all’Elaborato 2 del PAI.



Le aree allagabili presenti nelle mappe del PGRA per l'ambito territoriale RSCM corrispondono infatti in gran parte alle aree già classificate dal PAI come Ee, Eb, Em, Ca, Cp, Cn, e ne mantengono la normativa vigente.

Nello specifico le aree identificate e cartografate come RSCM nel territorio comunale di Maslianico riguardano porzioni di territorio già interessate dallo studio effettuato per la classificazione PAI e pertanto, come si evince dalla cartografia realizzata (Tav.7) vanno a sovrapporsi ad alcune delle già note aree PAI, aggiungendo le relative informazioni, secondo lo schema riportato nella seguente tabella:

	Descrizione aree in dissesto	Normativa da applicare – limitazioni e prescrizioni previste per:
Aree P3 (H-High in cartografia)	Alveo dei torrenti e dei valletti presenti sul territorio comunale a partire dalla fascia montuosa	Aree a pericolosità molto elevata (Ee) - applicazione delle limitazioni e prescrizioni stabilite dall'art. 9, comma 5 delle N.d.A. del PAI
Aree P2 (M-Medium in cartografia)	Area di esondazione posta sulla sinistra idrografica del Torrente Breggia, nei pressi del campo da calcio	Aree a pericolosità elevata (Eb) - applicazione delle limitazioni e prescrizioni stabilite dall'art. 9, comma 6 delle N.d.A. del PAI
Aree P1 (L-Low in cartografia)	Conoidi alluvionali presenti all'interno del centro abitato ma che non presentano fenomeni di riattivazione recenti o risultano essere completamente protetti	Aree di conoide non recentemente riattivatosi o completamente protetta (Cn) - applicazione delle limitazioni e prescrizioni stabilite dall'art. 9, comma 9 delle N.d.A. del PAI

12.7 VERIFICA DI DETTAGLIO DELLE CONDIZIONI DI PERICOLOSITÀ E RISCHIO LOCALI

90/139

Come previsto dalla D.g.r. n. X/6738/2017 entro le aree che risultano classificate come R4 - rischio molto elevato (ovvero entro le aree che risultano già edificate nell'Ortofoto AGEA 2015 pubblicata sul GEOPortale della Regione Lombardia) i Comuni sono tenuti a verificare le valutazioni dettagliate delle condizioni di pericolosità e rischio locali.

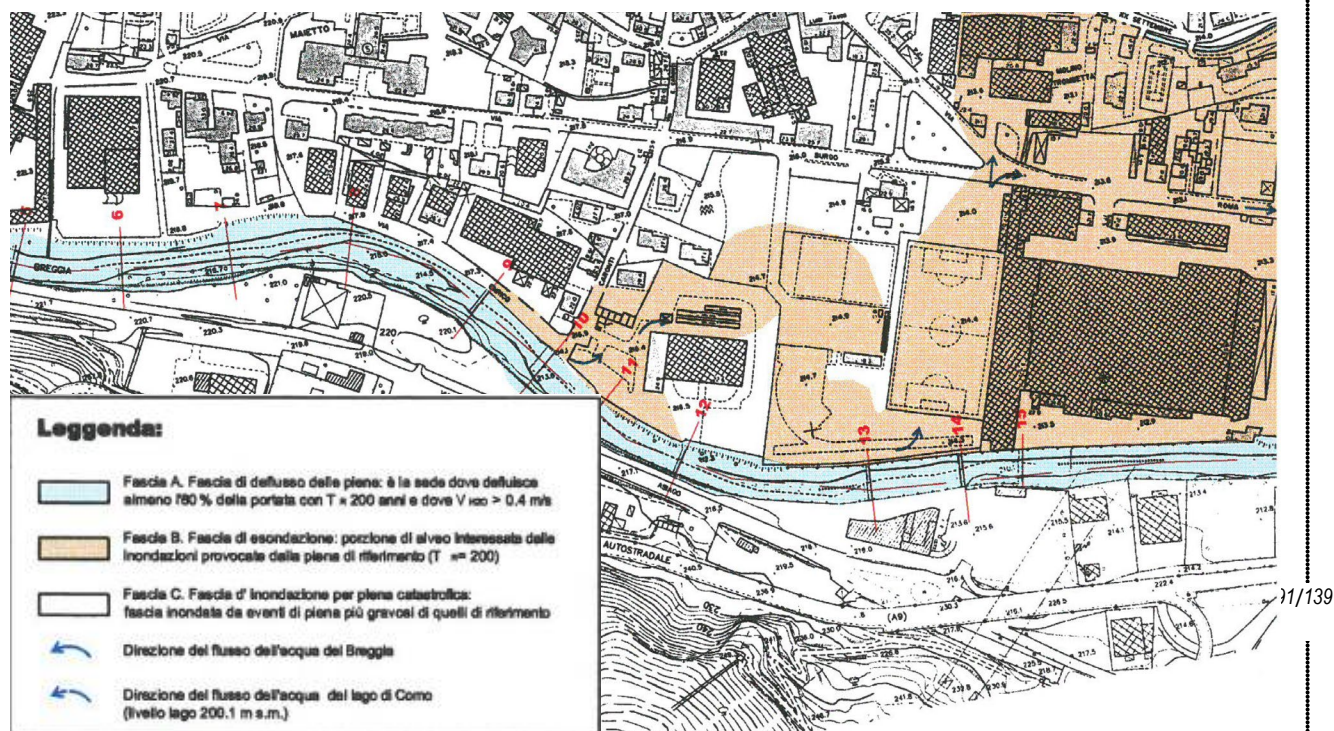
Per quanto concerne la classificazione secondo il rischio per la normativa PGRA vigente, per le aree R4 presenti nel Comune di Maslianico, si identifica la presenza di un'area a rischio esondazione del Torrente Breggia, situata nelle vicinanze del campo sportivo e già ricadente nella classificazione PAI sotto la dicitura "Esondazioni e dissesti morfologici di carattere torrentizio" secondo la classificazione di "Aree con pericolosità media o moderata (Eb)".

- Dati topografici – rilievi LIDAR (Si segnala che il territorio di Maslianico non è coperto dal rilievo di dettaglio)
- Zonazione della pericolosità e del rischio

In ottemperanza a quanto previsto dalla direttiva D.g.r. 6738/2017 punto 3.2.3, si ritiene che il recepimento dei dati dello studio idraulico "Studio dei rischi d'alluvione" (Monno Edoardo, IMI, 2002), fornito dagli uffici comunali e già utilizzato per la delimitazione dell'area Eb in esame, consentono di svolgere le valutazioni secondo le metodologie riportate nell'Allegato 4 alla d.g.r. IX/2616/20112.



In particolare sono stati assunti i valori corrispondenti ai tiranti idrici calcolati con tempi di ritorno $T_r=100$ anni in corrispondenza delle sezioni 10, 11, 12, 13 e 14 lungo il torrente Breggia e poste in corrispondenza dell'area compresa tra Via Caronti e l'area del campo da calcio; vengono di seguito riassunti i dati più significativi.



Stralcio della Mappa dei Rischi (da Monno e IMI 2002)

Per quanto riguarda le sezioni 10 e 11 lo studio edito da Monno e IMI del 2002 fa riferimento non ai tiranti idrici ma al carico totale, che raggiunge una quota pari rispettivamente a 216,88 m s.l.m. per la sezione 10 e 216,64 m s.l.m. per la sezione 11, determinando una possibile fuoriuscita d'acqua in riva sinistra e destra in corrispondenza della sezione 10 e solo in riva sinistra per la sezione 11 considerando un Tempo di Ritorno pari a 100 anni (Monno e IMI, 2002). Le quote del piano campagna si attestano nelle immediate vicinanze delle due sezioni su valori di 216,9 m s.l.m. (sezione 10), e 216,4 m s.l.m. (sezione 11).

La sezione 12 non presenta invece criticità, poiché l'area presenta un lieve rialzo morfologico che garantisce una bastevole protezione da eventi alluvionali, e viene pertanto solo menzionata nella numerazione dallo studio di Monno e IMI del 2002.

Per quanto concerne le sezioni 13 e 14, vengono forniti nello studio di Monno e IMI anche i valori corrispondenti ai tiranti idraulici; i dati vengono riassunti nella seguente tabella:

	Profilo di piena Tr 100 anni [m s.l.m.]	Quote piano campagna [m s.l.m.]	Tirante idrico [m da p.c.]
Zona Campo di calcio (sezione 13)	214.25	214.4	quota profilo idrico < p.c.
Zona Campo di calcio (sezione 14)	213.04	214.4	quota profilo idrico < p.c.

Nonostante sia presente un discreto margine tra le quote evidenziate e i tiranti idrici non viene esclusa, in queste condizioni, la probabilità di esondazione del Breggia, in quanto non si reputa tale scarto un margine di sicurezza affidabile.

Tuttavia nello studio sono state proposte alcune soluzioni sia strutturali che di corretta manutenzione per mitigare il rischio di esondazione del Torrente Breggia; in prima battuta lo studio idraulico prescrive una pulizia periodica dell'alveo del torrente per liberarlo da depositi a copertura arbustiva e arborea, determinando così un aumento della capacità di deflusso, sebbene ancora non sufficiente per escludere il rischio di alluvioni nel sito in esame.

Per ovviare a questa situazione e aumentare i margini di sicurezza è stato dunque proposto e in seguito realizzato dal Comune di Maslianico un muro d'argine di altezza variabile tra 50 e 100 cm per una lunghezza complessiva di 370 m, di modo da garantire una significativa riduzione del rischio associato ad alluvione.

La realizzazione di tali opere infatti, come si evince dalle conclusioni dello studio idraulico, consente un significativo aumento della portata smaltibile tanto che "la capacità di deflusso del torrente Breggia possa essere incrementata da 215/250 a 355 m³/s, garantendo che una portata di piena con periodo di ritorno di 200 anni possa defluire dal ponte Molino Nuovo a Maslianico fino al Lago di Como" (Monno, IMI, 2002).

Con tale configurazione le aree di esondazione individuate dallo studio idraulico rimangono confinate nelle sponde dell'alveo.



Il Comune di Maslianico, considerato il parere negativo di Regione Lombardia in merito alla realizzazione del muro d'argine proposto, ha predisposto la realizzazione di un piccolo terrapieno a protezione dell'area del campo sportivo, determinando un innalzamento della superficie topografica a salvaguardia della zona contro alluvioni ed allagamenti dovuti all'azione del Breggia.

Nel corso del 2016 è stato inoltre portato a termine da Regione Lombardia ed ERSAF il progetto: "Progettazione e realizzazione dell'intervento "Sistemazione fiume Breggia in Comune di Maslianico, Cernobbio, Como (CO)".

Il progetto ha previsto la realizzazione di due categorie principali di opere:

- Opere di rimozione dei materiali presenti all'interno dell'alveo
- Opere di sistemazione delle briglie e delle sponde

Secondo quanto affermato nella relazione redatta a corredo dell'intervento (Dott.Ing. Alberti, 2013) "le opere di rimozione dei materiali hanno la finalità di mettere in sicurezza le infrastrutture pubbliche e private adiacenti al fiume Breggia.

Le opere di sistemazione delle briglie e sponde hanno la finalità di riqualificare il fiume stesse per un suo migliore utilizzo".

La rimozione dei sedimenti ha previsto:

- Scavo di sbancamento anche in presenza d'acqua per la rimozione dei depositi in alveo compresa la demolizione totale delle sovrastrutture esistenti
- Decespugliamento di area demaniale invasa da rovi, arbusti ed erbe infestanti con salvaguardia delle eventuali specie protette
- Trasporto del materiale ad idoneo impianto di recupero dei materiali provenienti dai lavori di movimento terra

Per la sistemazione delle briglie e sponde sono state previste le seguenti lavorazioni:

- Opere di sistemazione in muratura con pietra a grana grossa per ripristino briglie e soglie
- Fornitura e posa in opera di scogliere per difesa di sponda



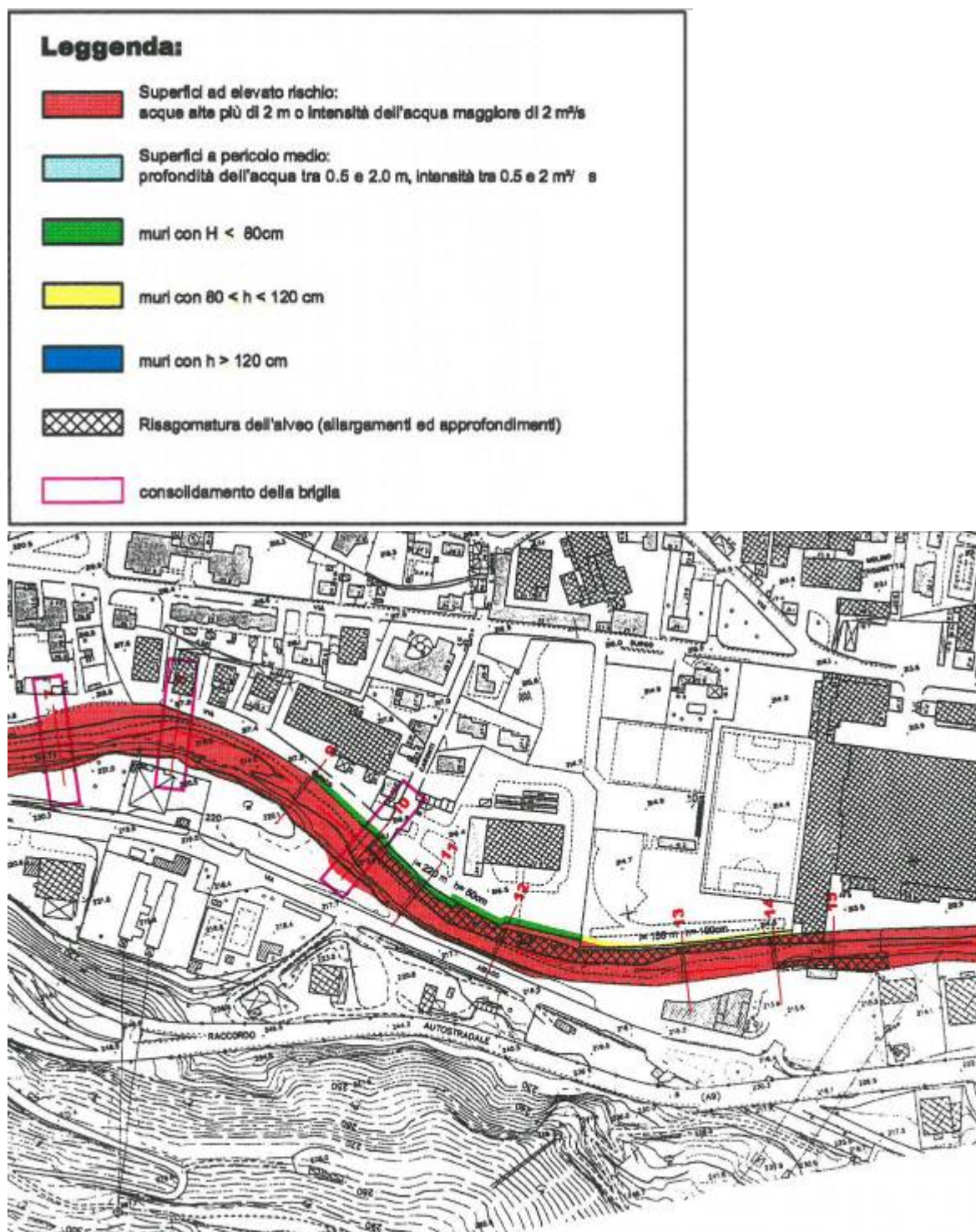
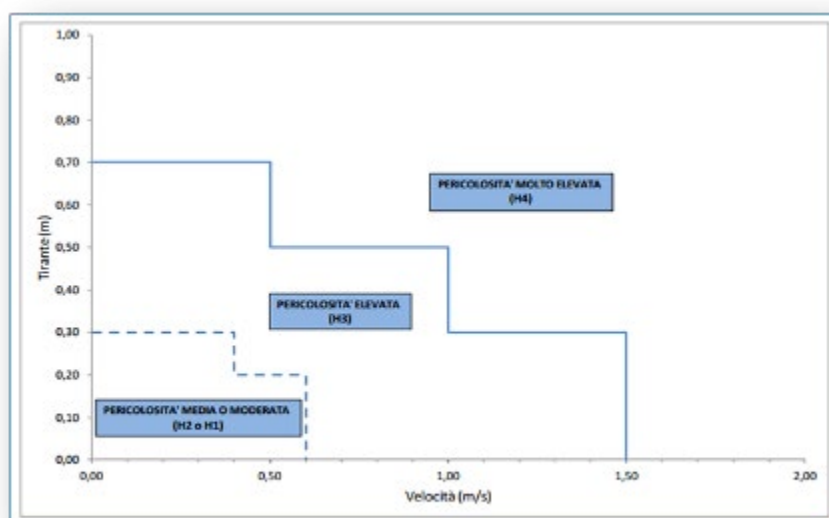


Figura 7. Stralcio della Mappa dei Rischi con provvedimenti di difesa delle piene

Sulla base delle considerazioni sopra espresse si può dunque attribuire alle aree in esame una pericolosità media (H1) o moderata (H2).





Riguardo alla determinazione del livello di rischio idraulico, facendo riferimento alla matrice di cui al punto 3.5, considerando un danno potenziale grave (E4) dovuto alla presenza di elementi a rischio quali centri urbani, insediamenti produttivi ed una pericolosità H1-H2 si può attribuire alle aree in esame un livello R2.

95/139

	<i>H4</i>	<i>H3</i>	<i>H2</i>	<i>H1</i>
<i>E4</i>	<i>R4</i>	<i>R4</i>	<i>R2</i>	<i>R2</i>
<i>E3</i>	<i>R3</i>	<i>R3</i>	<i>R2</i>	<i>R1</i>
<i>E2</i>	<i>R2</i>	<i>R2</i>	<i>R1</i>	<i>R1</i>
<i>E1</i>	<i>R1</i>	<i>R1</i>	<i>R1</i>	<i>R1</i>

12.7.1 Sintesi del recepimento del Piano di Gestione dei Rischi di Alluvione (PGRA) a scala comunale

Nel caso specifico del territorio comunale di Maslianico, le mappe di pericolosità e rischio contenute nel PGRA rappresentano, pertanto, un aggiornamento e integrazione del quadro conoscitivo rappresentato negli Elaborati del PAI in quanto contengono:

- la delimitazione delle aree allagabili nell'ambito RSCM in sovrapposizione a quelle considerate dalla classificazione PAI;



- classificano gli elementi esposti ricadenti entro le aree allagabili in quattro gradi di rischio crescente (da R1, rischio moderato a R4, rischio molto elevato).

Per quanto concerne il riscontro cartografico del recepimento delle “Mappe della pericolosità” e “Mappe del rischio di alluvione”, le aree definite come *Reticolo secondario collinare e montano (RSCM)* sono state rappresentate nella “Carta dei Vincoli” (cfr. Tavole 7), nelle “Carta di Fattibilità delle Azioni di Piano” (cfr. Tavole 9) e nella “Carta PAI-PGRA” (cfr. Tavole 10) come di seguito riportato nel dettaglio.

“Carta dei Vincoli”	“Carta di Fattibilità delle Azioni di Piano”	“Carta PAI-PGRA”
PGRA - Aree allagabili Ambito territoriale RSCM Pericolosità scenario frequente (P3/H)	Sottoclasse 4e	PGRA - Aree allagabili Ambito territoriale RSCM Pericolosità scenario frequente (P3/H) Aree con pericolosità molto elevata o elevata - (Ee)
PGRA - Aree allagabili Ambito territoriale RSCM Pericolosità scenario poco frequente (P2/M)	Sottoclasse 3e	PGRA - Aree allagabili Ambito territoriale RSCM Pericolosità scenario poco frequente (P2/M) Aree con pericolosità media o moderata - (Eb)
PGRA - Aree allagabili Ambito territoriale RSCM Pericolosità scenario raro (P1/L)		PGRA - Aree allagabili Ambito territoriale RSCM Pericolosità scenario raro (P1/L) Area di conoide non recentemente attivatosi o completamente protetta (Cn)

96/139

Secondo quanto riportato nell’Allegato 2 annesso all’Allegato A della D.G.R. X/6738/2017, che riporta l’elenco dei Comuni Lombardi con l’indicazione degli ambiti territoriali di riferimento, dell’eventuale presenza di aree allagabili e della loro tipologia/origine, il territorio comunale di Maslianico, ricadente nell’*Ambito territoriale Reticolo Secondario Collinare e Montano (Ambito RSCM)*, è tenuto all’aggiornamento dell’elaborato 2 del PAI ex D.G.R. VII/7365/2001.

12.8 INVARIANZA IDRAULICA, INVARIANZA IDROLOGICA E DRENAGGIO URBANO SOSTENIBILE¹

Con la recente normativa, pubblicata sul B.U.R.L., Serie Supplementi, n. 11 del 18 marzo 2016, L.R. 15/03/2016 – n. 4, Regione Lombardia ha introdotto una revisione della normativa regionale in ma-

¹ Secondo quanto previsto dal R.R. 7/2017, in *Appendice* si riporta una descrizione del recepimento nella presente “Componente geologica, idrogeologica e sismica a supporto del P.G.T.” del “Documento semplificato del Rischio Idraulico” redatto per il Comune di Maslianico a cura dello Scrivente.



teria di difesa del suolo, di prevenzione e mitigazione del rischio idrogeologico e di gestione dei corsi d'acqua finalizzata alla tutela dei cittadini e delle attività economiche, attraverso iniziative capaci di mettere in sicurezza il territorio e di intervenire sull'attenuazione del livello di rischio idrogeologico.

La legge specifica e disciplina le attività di competenza di Regione Lombardia riguardanti difesa del suolo, gestione dei corsi d'acqua e del demanio idrico all'interno del territorio regionale, stabilendo gli strumenti utili a realizzare tali attività per raggiungere gli obiettivi legati alla difesa del suolo, alla gestione del demanio idrico fluviale e al riassetto idraulico e idrogeologico.

Ai sensi dell'Art. 1 della L.R. 15/03/2016 n. 4, la suddetta legge disciplina, infatti, anche quanto di seguito riportato:

- a) strumenti per assicurare piena operatività alle attività regionali e conseguimento degli obiettivi generali inerenti a: difesa del suolo, gestione del demanio idrico fluviale e riassetto idraulico e idrogeologico del territorio lombardo, di cui all'Art. 55, commi 1 e 2, della L.R. 11/03/2005, n. 12;
- b) modalità per la gestione coordinata del reticolo idrico minore e dei reticoli principale e consortile;
- c) modalità per garantire il rispetto del principio di invarianza idraulica, invarianza idrologica e drenaggio urbano sostenibile (di cui di seguito si forniscono le definizioni di dettaglio);
- d) esercizio delle funzioni e delle attività di polizia idraulica nel demanio idrico fluviale e nelle aree di cui all'Art. 96, comma 1, lettera f), del R.D. 25/07/1904, n. 523 (*"Testo unico delle disposizioni di legge intorno alle opere idrauliche delle diverse categorie"*);
- e) misure per assicurare la prevenzione del rischio idraulico e idrogeologico mediante la manutenzione diffusa del territorio, dei corsi d'acqua e delle opere di difesa del suolo e delle strutture e dei sistemi agro-forestali di difesa del suolo;
- f) misure per ripristinare condizioni di maggiore naturalità ai corsi d'acqua, per recuperare a funzioni idrauliche e ambientali le aree di pertinenza idraulica e per la riqualificazione fluviale;
- g) riordino delle competenze in materia di navigazione interna;
- h) riordino, con nuove competenze in materia di difesa del suolo e gestione dei corsi d'acqua, dei consorzi di bonifica di cui alla L.R. 05/12/2008, n. 31 (*"Testo unico delle leggi regionali in materia di agricoltura, foreste, pesca e sviluppo rurale"*).

Ai sensi dell'Art. 58-bis, comma 1 della L.R. 12/2005, introdotto dall'Art. 7, comma 2, lettera g) della L.R. n. 4 del 2016, si intende quanto di seguito esposto:



- invarianza idraulica: principio in base al quale le portate di deflusso meteorico scaricate dalle aree urbanizzate nei ricettori naturali o artificiali di valle non sono maggiori di quelle preesistenti all'urbanizzazione;
- invarianza idrologica: principio in base al quale sia le portate sia i volumi di deflusso meteorico scaricati dalle aree urbanizzate nei ricettori naturali o artificiali di valle non sono maggiori di quelli preesistenti all'urbanizzazione;
- drenaggio urbano sostenibile: sistema di gestione delle acque meteoriche urbane, costituito da un insieme di strategie, tecnologie e buone pratiche volte a ridurre i fenomeni di allagamento urbano, a contenere gli apporti di acque meteoriche ai corpi idrici ricettori mediante il controllo alla sorgente delle acque meteoriche e a ridurre il degrado qualitativo delle acque.

Ai sensi dell'Art. 58-bis, comma 2 della L.R. 12/2005, così come modificato dall'Art. 14, comma 1, L.R. n. 14 del 2016 (*"Legge di semplificazione"*), i principi di invarianza idraulica e idrologica si applicano agli interventi edilizi definiti dall'Art. 3, comma 1, lettere d), e) ed f), del D.P.R. n. 380/2001 e a tutti gli interventi che comportano una riduzione della permeabilità del suolo rispetto alla sua condizione preesistente all'urbanizzazione, secondo quanto specificato nel R.R. di cui al comma 5. Sono ivi compresi gli interventi relativi alle infrastrutture stradali e autostradali e le loro pertinenze e i parcheggi.

Nel dettaglio, secondo quanto riportato all'Art. 58-bis, comma 3 della L.R. 12/2005, gli strumenti urbanistici e i regolamenti edilizi comunali recepiscono il principio di invarianza idraulica e idrologica per le trasformazioni d'uso del suolo al fine di prevenire e di mitigare i fenomeni di esondazione e di dissesto idrogeologico provocati dall'incremento dell'impermeabilizzazione dei suoli e, conseguentemente, di contribuire ad assicurare elevati livelli di salvaguardia idraulica e ambientale; il regolamento edilizio comunale disciplina quindi le modalità per il conseguimento dell'invarianza idraulica e idrologica secondo i criteri e i metodi poi stabiliti con il Regolamento Regionale del 23/11/2017 n. 7.

Elemento chiave della normativa è, infatti, l'introduzione del concetto di invarianza idraulica, secondo il quale, rispetto alle condizioni di partenza, la realizzazione di nuovi edifici civili e industriali, di parcheggi e strade e di interventi di riqualificazione non deve comportare un aumento del deflusso delle acque verso i fiumi, introducendo progressivamente tecnologie e soluzioni progettuali (vasche volano, pozzi filtranti, tetti verdi, ecc.) che aiutino l'assorbimento dell'acqua nel terreno.

Per maggiori indicazioni in merito alle competenze, alla disciplina delle funzioni, al riordino delle funzioni conferite ai consorzi di bonifica e ad AIPO e alle disposizioni finanziarie, transitorie e finali, si rimanda al testo completo delle citate leggi.



12.8.1 R.R. n. 7/2017 per il rispetto del principio di invarianza idraulica e idrologica (art. 58 bis, LR 12/2005)

In data 23/11/2017, Regione Lombardia ha emanato il R.R. n. 7 “Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell’invarianza idraulica e idrologica ai sensi dell’articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12 (Legge per il governo del territorio)” al fine di:

- perseguire l’invarianza idraulica e idrologica delle trasformazioni d’uso del suolo;
- conseguire, tramite la separazione e gestione locale delle acque meteoriche a monte dei ricettori:
 - o la riduzione quantitativa dei deflussi;
 - o il progressivo riequilibrio del regime idrologico e idraulico;
 - o la conseguente attenuazione del rischio idraulico;
 - o la riduzione dell’impatto inquinante sui corpi idrici ricettori tramite la separazione e la gestione locale delle acque meteoriche non esposte ad emissioni e scarichi inquinanti.

Secondo quanto anticipato al precedente capitolo, di seguito si riportano gli interventi edilizi soggetti ai requisiti di invarianza idraulica e idrologica, nel dettaglio:

- nuova costruzione, compresi gli ampliamenti;
- demolizione, totale o parziale fino al piano terra, e ricostruzione indipendentemente dalla modifica o dal mantenimento della superficie edificata preesistente;
- ristrutturazione urbanistica comportante un ampliamento della superficie edificata o una variazione della permeabilità rispetto alla condizione preesistente all’urbanizzazione.

Per quanto concerne gli interventi a infrastrutture stradali e autostradali e alle loro pertinenze e ai parcheggi, le misure si applicano sia per interventi di riassetto, adeguamento, allargamento di infrastrutture già presenti, sia per nuove sedi stradali o di parcheggio, con riferimento alle componenti che comportano una riduzione della permeabilità del suolo.

Il R.R. deve essere recepito nei regolamenti edilizi comunali, diversificando i limiti allo scarico in funzione delle caratteristiche delle aree di formazione e di possibile scarico delle acque meteoriche.

Il territorio regionale è stato pertanto suddiviso in tre aree sulla base del livello di criticità idraulica dei bacini dei corsi d’acqua ricettori; ai sensi dell’Art. 7 “*Individuazione degli ambiti territoriali di applicazione*” del suddetto R.R., secondo quanto riportato nell’Allegato C del R.R., il territorio è stato suddiviso nelle seguenti tipologie di aree:

- aree A, ad alta criticità idraulica;
- aree B, a media criticità idraulica;
- aree C, a bassa criticità idraulica.

Secondo quanto definito nel R.R., il territorio comunale di Maslianico ricade nell’**area C a bassa criticità idraulica**.



13. CARTA DI SINTESI

La carta di sintesi rappresenta le aree omogenee dal punto di vista della pericolosità riferita allo specifico fenomeno che la genera. La carta è costituita da una serie di poligoni che definiscono una porzione di territorio caratterizzata da pericolosità omogenea per la presenza di uno o più fenomeni di dissesto idrogeologico in atto o potenziale o da vulnerabilità idrogeologica.

Per una migliore visualizzazione dei temi la carta è stata divisa su due tavole.

In particolare, per il comune di Maslianico sono stati evidenziati:

- ✓ Aree pericolose dal punto di vista dell'instabilità dei versanti
 - Aree soggette a crolli di massi
 - Aree di frana quiescente (scivolamenti, colate ed espansioni laterali)
 - Aree a franosità superficiale attiva diffusa (scivolamenti, soliflusso)
 - Aree a pericolosità potenziale legata a orientazione sfavorevole della stratificazione in roccia debole e stimata o calcolata area di influenza
 - Aree a pericolosità potenziale legata a possibilità di innesco di colate in detrito e terreno valutate o calcolate in base alla pendenza e alle caratteristiche geotecniche dei terreni
 - Aree di percorsi potenziali di colate in detrito e terreno
 - Aree a pericolosità potenziale legate alla presenza di terreni a granulometria fine (limi e argille) su pendii inclinati, comprensive delle aree di possibile accumulo
- ✓ Aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico
 - Aree ad elevata vulnerabilità dell'acquifero sfruttato ad uso idropotabile e/o del primo acquifero: ricadono in queste aree i settori in fregio al t. Breggia costituito da depositi alluvionali
 - Aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile (aree di tutela assoluta e zone di rispetto); tale tematismo è raffigurato nella *tavola 3* - Carta dei vincoli;
- ✓ Aree vulnerabili dal punto di vista idraulico
 - Aree ricadenti nelle fasce di rispetto dei corsi d'acqua appartenenti ai reticoli idrici principale e minore definiti ai sensi della d.g.r. 25 gennaio 2002, n.7/7868 e s.m.i.; (tale tematismo è raffigurato nella *tavola 3* (Carta dei vincoli);
- ✓ Aree allagabili in occasione di eventi meteorici eccezionali (indicativamente con tempo di ritorno superiori a 100 anni) e/o con modesti valori di velocità ed altezze d'acqua; settore in sponda idrografica sinistra del t. Breggia, nel settore posto ad ovest del campo sportivo che corrisponde ai *settori delimitati dalle aree allagabili definite dal PGRA* che riguardano indica-



tivamente il settore classificato come P2/M “evento poco frequente” facente parte dell’ambito territoriale del Reticolo Secondario Collinare Montano.

- ✓ Aree che presentano scadenti caratteristiche geotecniche
 - Aree prevalentemente limo-argillose con limitata capacità portante
 - Aree con consistenti disomogeneità tessiturali verticali e laterali
 - Aree con riporti di materiale

Sono state inoltre evidenziati i seguenti interventi di mitigazione e prevenzione del dissesto

- briglie, soglie, pennelli e altre difese in alveo
- vasche di espansione

In corrispondenze dei settori posti in corrispondenza del versante, a valle della rottura di pendenza che si ha in corrispondenza del limite tra gli affioramento dei calcari di Moltrasio e i terreni di origine morenica, è stata effettuata una ulteriore distinzione perimetrando i settori ricadenti rispettivamente nelle classi di pericolosità H2 e H3; tale distinzione è stata effettuata in primo luogo in funzione delle caratteristiche di pendenza e della presenza di acque di falde sospese, attribuendo valori di pericolosità H2 sino a spessori della copertura valutabili in 1.30 m, aumentandoli a valori di pericolosità H3 nelle aree ricche d’acqua a valle delle cave Rimoldi e Mondelli.

È infine opportuno evidenziare come, per quanto concerne le aree del settore urbanizzato coinvolte nell’evento alluvionale del maggio 2002 e cartografate nella Tavola 1c, si è ritenuto opportuno non delimitare tali settori nell’ambito di una cartografia aventi finalità di pianificazione (Tavole di sintesi e di fattibilità), sia perché la loro localizzazione appare estremamente variabile e riconducibile a problemi di manutenzione e di dimensionamento del sistema fognario sia perché successivamente agli eventi citati sono stati messi in atto da parte dell’Amministrazione Comunale numerosi provvedimenti atti alla mitigazione del rischio di esondazione; in particolare sono stati realizzate o progettate opere di prevenzione e protezione quali vasche di laminazione, rifacimento di arginature, gabbionate, pulizia dei valletti, briglie e l’adeguamento delle sezioni idrauliche palesemente sottodimensionate.



14. FATTIBILITÀ GEOLOGICA DELLE AZIONI DI PIANO

La valutazione incrociata delle precedenti analisi con i fattori ambientali, territoriali e antropici, ha consentito di individuare sulla tavola “Carta della fattibilità geologica delle azioni di piano” una serie di aree omogenee per complessità geologico-tecnica e idrogeologica. L’elaborato grafico comprende l’intero ambito territoriale alla scala 1:2.000 (cfr. Tavola 5).

La zonizzazione è indipendente da altri vincoli quali paesaggistici e legati a beni ambientali, oltre che geologici come quelli costituiti dalle zone di tutela assoluta e di rispetto delle opere di captazione ad uso idropotabile.

Per ciascuna sottoclasse individuata sono indicate le principali problematiche presenti e gli approfondimenti geologico-tecnici richiesti per procedere alla trasformazione d’uso.

Si specifica che le indagini e gli approfondimenti richiesti per le diverse classi di fattibilità dovranno 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).

Le indagini geologiche e geotecniche dovranno essere commisurate al tipo di intervento da realizzare ed alle problematiche progettuali proprie di ciascuna opera; per ottenere la caratterizzazione del sito si potranno utilizzare (si riportano a puro titolo di esempio in quanto la tipologia di indagine è a discrezione del professionista abilitato) alcune tipologie di indagini geognostiche dirette quali penetrometrie o sondaggi con esecuzione di SPT, indagini geofisiche a completamento di quanto emerso con le indagini dirette quali SEV (Sondaggi Elettrici Verticali), sismica a rifrazione, magnetometrie, posa in opera di piezometri e prove di permeabilità in sito oltre a prove geotecniche di laboratorio.

Si precisa inoltre che, in accordo con quanto già ricordato in precedenza, le indagini geotecniche e gli studi geologico-idrogeologici prescritti per i differenti ambiti di pericolosità specificati nelle NTA devono essere effettuati preliminarmente ad ogni intervento edificatorio e non devono in alcun modo essere considerati sostitutivi delle indagini previste dalle Norme Tecniche per le costruzioni, di cui alla normativa nazionale.

Nel territorio comunale sono stati individuati settori ricadenti rispettivamente nelle classi 2, 3 e 4.

Le indicazioni normative relative alle diverse classi di fattibilità geologica sono riportate in un apposito fascicolo “Norme tecniche di attuazione”, parte integrante del Piano delle Regole.

Il testo normativo è stato suddiviso nelle seguenti categorie:

- a) Normativa di fattibilità geologica;



- b) Normativa sismica;
- c) Normativa derivante dai vincoli di carattere geologico;
- d) Aree di salvaguardia di captazioni ad uso idropotabile;
- e) Vincoli di polizia idraulica.
- f) Invarianza idraulica e idrologica

Le indicazioni normative fanno specifico riferimento alle seguenti cartografie:

- Tavola 2 Carta della pericolosità sismica locale;
- Tavola 3 Carta dei vincoli;
- Tavole 5 Carta di fattibilità e delle azioni di piano;
- Tavola 7 Quadro del dissesto (legenda PAI-PGRA).



BIBLIOGRAFIA

Amministrazione provinciale di Como	I piani paesistici della provincia di Como.
aquater, 1985	Indagini sull'ambiente fisico della provincia di Como.
Autorità di bacino del fiume Po (Parma), 1999	Progetto di Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI), interventi sulla rete idrografica e sui versanti. Ai sensi dell'art. 17, comma 6-ter della Legge 1989, n. 183 e successive modifiche e integrazioni
Banti m. e r , Filippis e. et al., 1983	Il fenomeno carsico e l'idrologia ipogea del monte Bisbino.
Belloni S., 1975	Il clima delle province di Como e di Varese in relazione allo studio dei dissesti idrogeologici.
Benini g., 1992	Sistemazioni idraulico - forestali, UTET, Torino
Beretta G.P., 1984	Studio idrogeologico del territorio canturino.
Beretta G.P.et al., 1984	Lineamenti idrogeologici del settore sublacuale della provincia di Como
Bini a:, 1977	Natura in Lombardia, le grotte.
Bini a:, 1987	L'apparato würmiano di Como.
Bruno V., 1990	Geologia del Monte Cornizzolo
Bruno V., 1991	Cernobbio: guida ai luoghi e alle cose.
C.N.R.-G.N.D.C.I.	Catasto A.V.I. (aree vulnerate italiane), informazioni generali sugli eventi di esondazione e frana pregressi
Cancelli a. & g. Crosta, 1994	Le frane nelle coltri di copertura, Corso di aggiornamento in geotecnica, Udine
Chiesa g:, 1986	Inquinamento acque sotterranee
Clerici a. Et al., 1983	Studio idrogeologico della pianura compresa fra l'Adda e il Ticino
Co. Geo., 2000	Note preliminari in merito al dissesto verificatosi nell'ambito del P.L. di Via Matteotti
Co. Geo., 2002	Evento alluvionale del 27 maggio 2002
Co. Geo., 2003	Studio geologico-tecnico dell'area del parco ex Villa Zeloni
De Capitani et al.,	Caratteri idrogeochimici della regione ad ovest di Como.
della Torre U., franMcani V.	Studio idrogeologico dei dissesti del bacino Iariano.
Desio a. Et al., 1960	Stratigrafia dei pozzi per acqua della pianura padana
Desio a. Et al., 1973	Geologia d'Italia
Di Molfetta, 1992	la valutazione delle potenzialità degli acquiferi mediante correlazione con la portata specifica, IGEA, n.1, 1992, pagg. 81-86
Di Giulio A., Carrapa B., Fantoni R., Gorla L., Valdisturlo A., 2001	"Middle Eocene to Early Miocene sedimentary evolution of the western Lombardian segment of the South Alpine foredeep (Italy).
Fossati I. e Daviddi V., 1989	I siti di nosta gent.
Francani V.	Caratteri idrogeologici della parte meridionale della provincia di Como.
Green, H.W. & Ampt, G.A. 1911	Studies on soil physics. 1 The flow of air and water through soils. J Agric. Sci., 4, 1-24
Landi G., 1978	Indagine sulla stabilità dei versanti nell'ambito del territorio co-



	munale di Maslianico.
Mancini f., 1966	Breve commento alla Carta dei suoli d'Italia
Monno Edoardo, 1996	Rapporto sullo stato di consistenza della Roggia Molinara
Monno Edoardo, IMI 2002	Torrente Breggia, Studio sui rischi di alluvione
Nangeroni G., 1969	Note geomorfologiche sui monti ad occidente del Lario comasco.
Nangeroni G., 1974	La geomorfologia delle montagne lariane.
Regione Lombardia, direzione generale opere pubbliche e protezione civile, servizio protezione civile	I° Programma Regionale di Previsione e Prevenzione di Protezione Civile. Ai sensi art. 12 comma 2 legge 24 Febbraio 1992, n. 225
Riva A., 1951	Gli anfiteatri morenici a Sud del Lario e le pianure diluviali tra l'Adda e l'Olona.
Rotondaro G., 1991	Studio idrogeologico per la tutela della falda idrica nei bacini dell'Alto Seveso e Alto Lura.
Skempton, a.w. & f.a. De lory, 1957	Stability of natural slopes in London Clay. Proc. 4th Int. Conf. on Soil Mech. and Found. Engrg., v.2,378-381
U.s. Soil Conservation Service, 1972	Hydrology. National Engineering Handbook. Washington, D.C.: U.S. Department of Agriculture, Section 4
Versace p., Canuti p., m. Civita, c. Landrini, l. Natale, 1995	Linee guida per l'attuazione dei programmi di previsione e prevenzione del rischio idrogeologico, GNDCI, Roma.
VV.AA.,	Carta Geologica della Lombardia alla scala 1 :250.000
VV.AA.,	Carta Geologica d'Italia alla scala 1 :100.000. Foglio Como
VV.AA., 1987	Atti del convegno sul tema : "Geologia Lariana"
VV.AA: , 1988	Proposta di normativa per l'istituzione di fasce di rispetto delle opere di captazione di acque sotterranee
VV.AA: , 1990	Guide geologiche regionali Alpi e Prealpi lombarde
VV.AA	"La storia geologica della provincia di Como", Università degli Studi dell'Insubria
Wallace, k. B. (1977)	Moisture transients at the pavement edge: analytical studies of the influence of materials and cross-section design. Geotechnique, 27, 4, 497-516.



AUTORI



Consulenze geologiche e ambientali

Via G. Marconi 20/B 22076 Mozzate (CO)

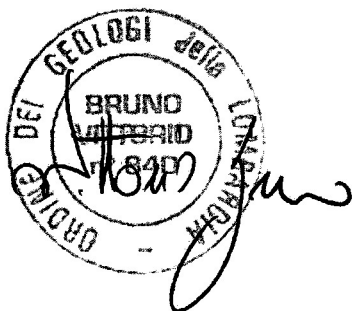
Tel. 031 56.49.33 Fax: 031 729.311.44; Mob. 329.6366675

E-mail: vittorio.bruno@vigersrl.it

Dr. Geol. Vittorio Bruno

Iscritto all'Ordine dei Geologi della Lombardia al n. 840

Iscritto ALBO Consulenti Tecnici Ufficio del Tribunale di COMO



106/139

Dr. Geol Marco Cattaneo

Iscritto all'Ordine dei Geologi della Lombardia al n. 958

Como, 12 ottobre 2018



APPENDICE



Recepimento del “Documento semplificato del Rischio Idraulico” nella “Componente geologica, idrogeologica e sismica a supporto del P.G.T.”

Secondo quanto previsto dal R.R. n. 7 del 23/11/2017 *“Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell’invarianza idraulica ed idrologica, ai sensi dell’art. 58 bis della legge regionale del 11 marzo 2005 n. 12 (Legge per il governo del territorio)”*, il Comune di Maslianico si è dotato del *“Documento semplificato del rischio idraulico comunale”*.

Come riportato in dettaglio nella relazione tecnica del documento *“Componente geologica, idrogeologica e sismica a supporto del P.G.T.”* il R.R. 7/2017 ha il fine di perseguire l’invarianza idraulica e idrologica delle trasformazioni d’uso del suolo e di conseguire, mediante la separazione e gestione locale delle acque meteoriche a monte dei ricettori, la riduzione quantitativa dei deflussi, il progressivo riequilibrio del regime idrologico e idraulico e la conseguente attenuazione del rischio idraulico, nonché la riduzione dell’impatto inquinante sui corpi idrici ricettori tramite la separazione e gestione locale delle acque meteoriche non esposte ad emissioni e scarichi inquinanti.

Il regolamento definisce, in attuazione dell’Art. 58 bis della L.R. 11 marzo 2005, n. 12 *“Legge per il governo del territorio”*, criteri e metodi per il rispetto del principio dell’invarianza idraulica e idrologica e, in particolare, disciplina l’applicazione dei principi di invarianza idraulica e idrologica agli interventi di cui all’Art. 58 bis, comma 2, della L.R. 12/2005, con le specificità di cui all’Art. 3, nonché i criteri e i metodi per la disciplina, nei regolamenti edilizi, delle modalità per il conseguimento dell’invarianza idraulica e idrologica, ai sensi dell’articolo 58 bis, comma 4, della L.R. 12/2005.

Secondo quanto riportato nel R.R. 7/2017, il Comune di Maslianico è classificato come area C, ovvero a bassa criticità idraulica. Pertanto, ai sensi dell’Art. 14 del R.R. 7/2017, comma 2, i comuni ricadenti nelle aree a bassa criticità idraulica sono tenuti a redigere il documento semplificato del rischio idraulico comunale secondo i contenuti riportati al comma 8 del suddetto articolo.

Secondo quanto definito all’Art. 14, comma 5 del suddetto R.R., gli esiti del documento semplificato del rischio idraulico comunale devono essere recepiti nel P.G.T. approvato ai sensi dell’Art. 5, comma 3 della L.R. 31/2014.

Il documento contiene la determinazione semplificata delle condizioni di pericolosità idraulica che, associata a vulnerabilità ed esposizione al rischio, definisce le situazioni di rischio, sulle quali individuare le misure strutturali e non strutturali.

Nel dettaglio, quindi, il Comune è tenuto a inserire nella componente geologica, idrogeologica e sismica redatta a supporto del P.G.T. la delimitazione delle aree soggette ad allagamento, di cui al comma 7, lettera a), numero 3 e 4, ossia nel dettaglio:

- a. delimitazione delle aree soggette ad allagamento (*pericolosità idraulica*) per effetto della conformazione morfologica del territorio e/o per insufficienza della rete fognaria;



- b. mappatura delle aree vulnerabili dal punto di vista idraulico (*pericolosità idraulica*) come indicate nella componente geologica, idrogeologica e sismica dei PGT e nelle mappe del piano di gestione del rischio di alluvioni (PGRA).

Quanto riportato al punto b) evidenzia come la componente geologica, idrogeologica e sismica e il documento semplificato del rischio idraulico siano tra loro complementari e determinino quindi l'integrazione e il completamento delle informazioni inerenti alla vulnerabilità del territorio dal punto di vista idraulico. Inoltre, nella redazione del documento semplificato del rischio idraulico del territorio comunale di Maslianico, la valutazione delle aree allagabili è stata completata verificando anche le informazioni presenti nel Piano di Emergenza Comunale.

Riassumendo, per la redazione del documento semplificato si è tenuto conto delle risultanze e dei contenuti dei seguenti documenti:

- Componente geologica, idrogeologica e sismica del P.G.T. del Comune di Maslianico;
- P.G.T. del comune di Maslianico;
- variante del P.G.T. in corso di redazione;
- Piano di Gestione del Rischio Alluvioni;
- Documento di Polizia idraulica;
- PUGSS del comune di Maslianico;
- dati disponibili sulla rete fognaria (forniti da Comodepur S.c.p.A.);
- dati DUSAF 5.0 2015.

Pertanto, nella *"Componente geologica, idrogeologica e sismica del P.G.T."* redatta dallo Scrivente per il Comune di Maslianico ai sensi di D.G.R. n. IX/2616/2011 e D.G.R. n. X/6738/2017, integrando secondo quanto descritto in questa appendice anche le osservazioni e le informazioni inserite nel *"Documento semplificato del rischio idraulico comunale"* redatto anch'esso dallo Scrivente, le aree allagabili e vulnerabili dal punto di vista idraulico sono state inserite nelle seguenti tavole:

- Tavola 1c *"Carta inquadramento – elementi idrografici, idrogeologici e della permeabilità superficiale"*: aree allagate in occasione di eventi meteorici eccezionali oggetto di mitigazione del rischio idraulico;
- Tavola 3 *"Carta dei Vincoli"*: aree di differente grado di pericolosità idraulica;
- Tavola 4b *"Carta di Sintesi"*: aree allagabili PGRA – RSCM;
- Tavola 5 *"Carta di Fattibilità delle azioni di piano"*: Sottoclasse 3e - aree allagabili in occasione di eventi meteorici eccezionali o allagabili con minore frequenza (indicativamente con Tr superiori a 100 anni);
- Tavola 7 *"Carta del dissesto con legenda uniformata PAI-PGRA"*: aree di differente grado di pericolosità idraulica.



Infine, si ricorda che, ai sensi dell'Art. 14, comma 5, poiché il Comune di Maslianico non ricade in un'area né ad alta né a media criticità idraulica, esso non è tenuto al recepimento delle misure strutturali nel Piano dei Servizi.



ALLEGATI

- ALLEGATO 1 Tabella riassuntiva elementi presenti nel database GeoIFFI
- ALLEGATO 2 Schede tecnico idrogeologiche pozzi
- ALLEGATO 3 Report dati MASW
- ALLEGATO 4 Fotografie



ALLEGATO 1 - TABELLA RIASSUNTIVA ELEMENTI PRESENTI NEL DATA-BASE GEOIFFI



CODICE	TIPOLOGIA	STATO ATTIVITA'	ORIGINE INFORMAZIONE	DANNI	ATTRIBUZIONE
0130105800	SCIVOLAMENTO ROTAZIONALE (Valle di Ronco)	QUIESCENTE	FOTOINTERPRETAZIONE / VOLO 1982	NO DANNI	Corpo di frana per scivolamento (classe 4)
0130310200	CONOIDE (Valle di Guasto)	QUIESCENTE	FOTOINTERPRETAZIONE	NO DANNI	Conoide protetta (Cn)
0130310500	CONOIDE (Valle di Ronco)	QUIESCENTE	FOTOINTERPRETAZIONE / VOLO 1982	NO DANNI	Conoide protetta (Cn)
0130638901	COLAMENTO RAPIDO (Valle di Casarico)	QUIESCENTE	FOTOINTERPRETAZIONE / VOLO 1982	NO DANNI	Aree pericolosità molto elevata (Ee) classe 4
0130640201	COLAMENTO RAPIDO	QUIESCENTE	FOTOINTERPRETAZIONE / VOLO 1982 e 2007	NO DANNI	Aree pericolosità molto elevata (Ee) classe 4
0130640202	COLAMENTO RAPIDO	QUIESCENTE	FOTOINTERPRETAZIONE / VOLO 1982 e 2007	NO DANNI	Aree pericolosità molto elevata (Ee) classe 4
0130640203	COLAMENTO RAPIDO	QUIESCENTE	FOTOINTERPRETAZIONE / VOLO 1982 e 2007	NO DANNI	Aree pericolosità molto elevata (Ee) classe 4



0130641200	COLAMENTO RAPIDO	QUIESCENTE	FOTOINTERPRETAZIONE / VOLO 1982	NO DANNI	Aree pericolosità molto elevata (Ee) classe 4
0131163900	AREE SOGGETTE A CROLLI/ RIBALTAMENTI DIFFUSI	ATTIVO/RIATTIVATO /SOSPESO	FOTOINTERPRETAZIONE (1998, 2007)	NO DANNI	Aree a pericolosità legata a orientazione sfavorevole stratificazione in roccia (classe 3)
0131168000	AREE SOGGETTE A CROLLI/ RIBALTAMENTI DIFFUSI	ATTIVO/RIATTIVATO /SOSPESO	FOTOINTERPRETAZIONE (1998, 2007)	NO DANNI	Aree a pericolosità legata a possibilità di innesco di colate in detrito e terreno valutate o calcolate in base alla pendenza e alle caratteristiche geotecniche dei terreni (classe 3)
0131171100	AREE SOGGETTE A CROLLI E RIBALTAMENTI DIFFUSI (settore di versante tra 400 e 550 m s.l.m.)	QUIESCENTE	FOTOINTERPRETAZIONE (osservato 15/08/1982, VOLO 1982)	NO DANNI	Frana quiescente (Fq) classe 4
0131171900	AREE SOGGETTE A CROLLI E RIBALTAMENTI DIFFUSI (settore di versante compreso tra 350 e 500 m s.l.m.)	ATTIVO/RIATTIVATO /SOSPESO	DATI STORICI ARCHIVIO	NO DANNI	Aree a pericolosità legata a orientazione sfavorevole stratificazione in roccia (classe 3)



0131174100	AREE SOGGETTE A CROLLI E RIBALTAMENTI DIFFUSI (versante 340 m s.l.m. via per Piazza Santo Stefano)	ATTIVO/RIATTIVATO /SOSPESO	FOTOINTERPRETAZIONE / VOLO 1982	NO DANNI	Area estrattiva esaurita (classe 3)
0131174300	AREE SOGGETTE A CROLLI E RIBALTAMENTI DIFFUSI (versante 325 m s.l.m. ad est di S. Ambrogio)	ATTIVO/RIATTIVATO /SOSPESO	FOTOINTERPRETAZIONE / VOLO 1982	NO DANNI	Frana stabilizzata (classe 3)

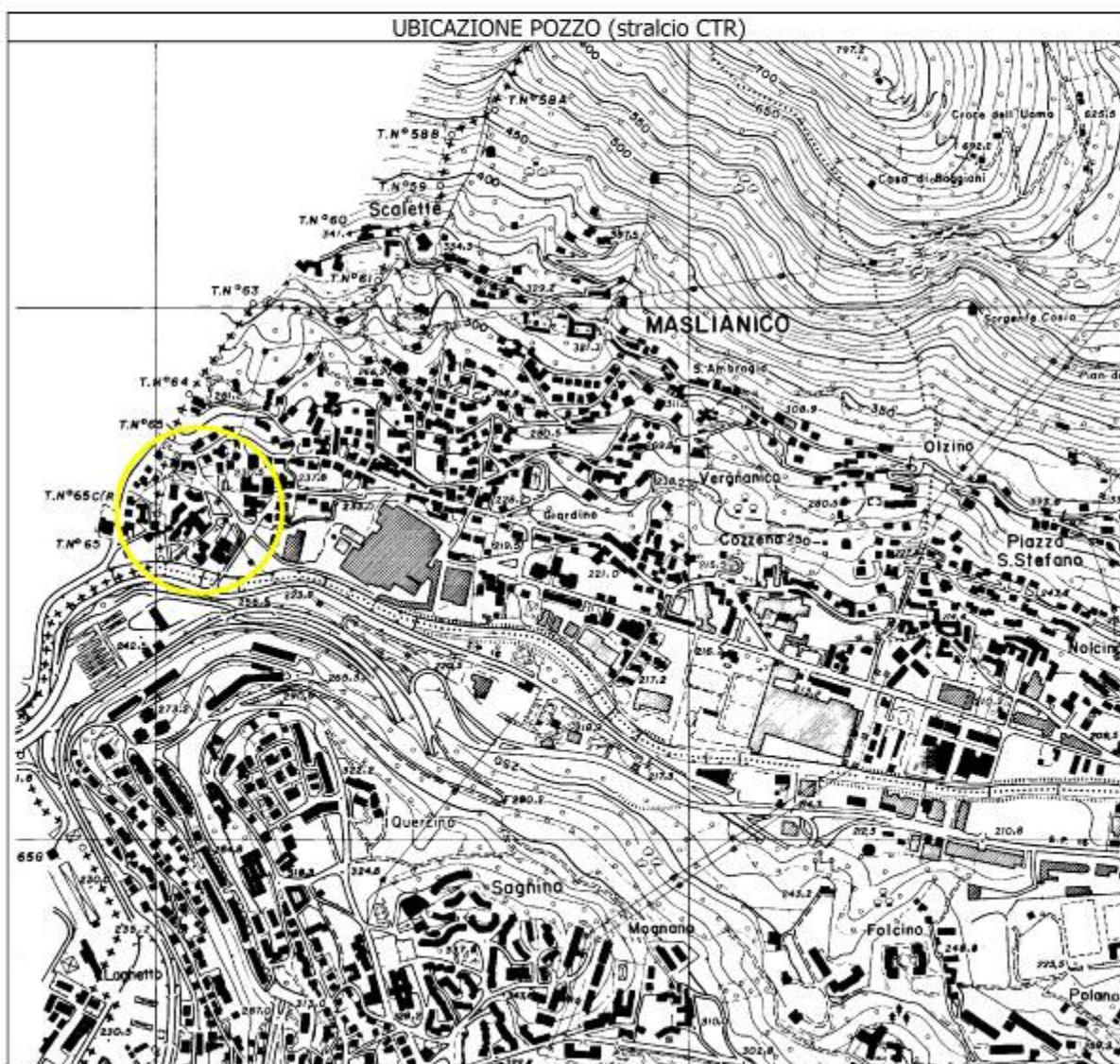


**ALLEGATO 2 - SCHEDE TECNICO IDROGEOLOGICHE POZZI E DELLE
SORGENTI CAPTATE**



1 – DATI IDENTIFICATIVI

n. di riferimento e denominazione	1 – Molino Nuovo		
Località	Località Molino Nuovo		
Comune	Maslianico		
Provincia	Como		
Sezione CTR	B4a4		
Coordinate Gauss-Boaga (tratta da CTR)	1503119 - 5076582		
Dati catastali	Partita catastale n. 46	Foglio n. 3	Mappale n. 959
Quota piano campagna (m s.l.m.)	223 m s.l.m.		
Quota testa pozzo (m s.l.m.)			



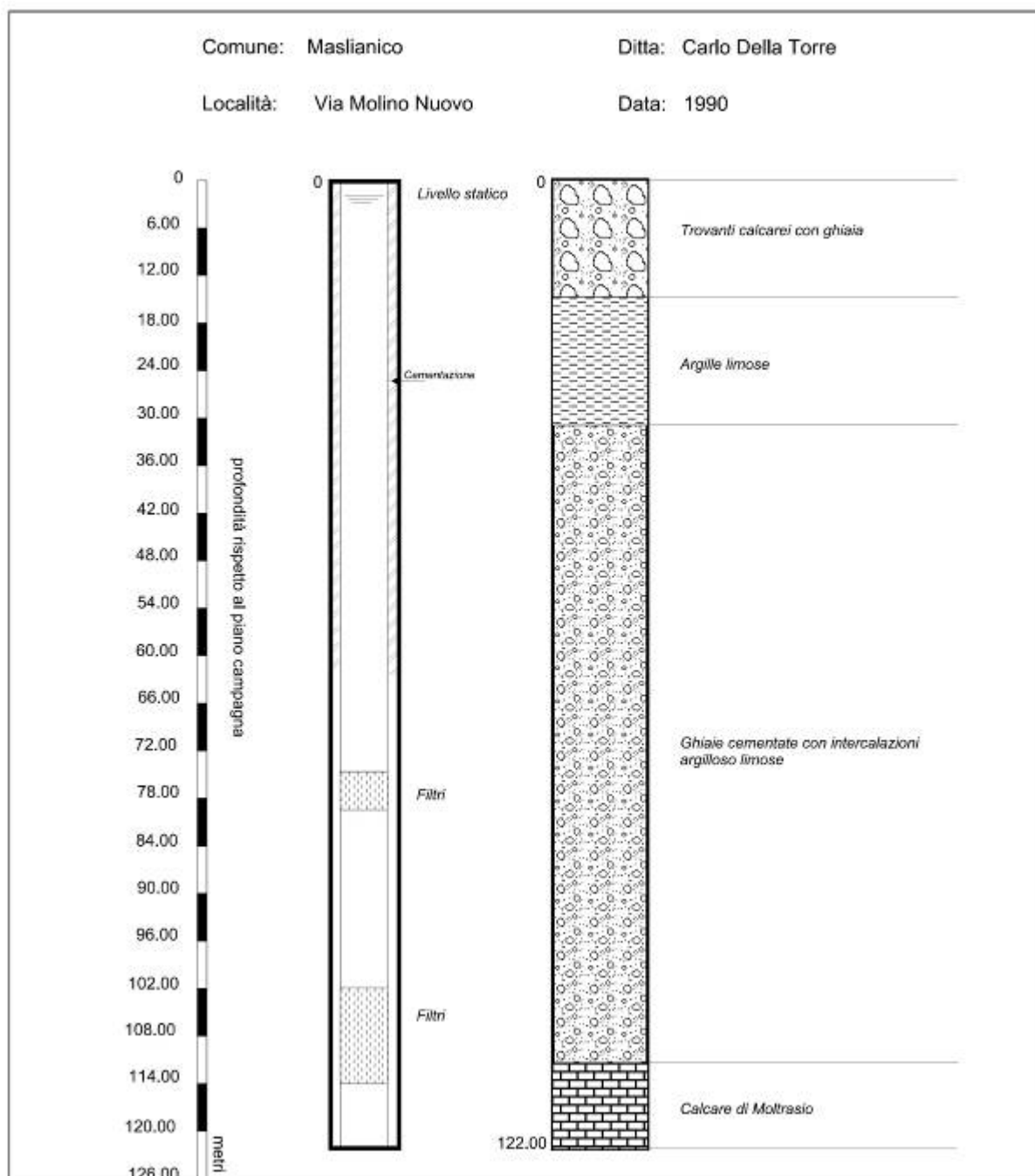
2 – DATI CARATTERISTICI DELL'OPERA

Proprietario	Comune di Maslianico		
Ditta esecutrice	-		
Anno	-		
Stato di attività	attivo : SI	disuso :	cementato :
Stato di conservazione	insuff. :	suff. :	buono :
Tipologia cameretta avampozzo			
Posizionamento cameretta	Superficie: SI	locale seminterrato:	
Tipologia utilizzo	Potabile		
Contatore	SI		
Tipo elettropompa			
Potenza			
Prevalenza – Portata			
Portata media utilizzo	circa 11 l/s		
Portata massima utilizzo	-		
Volume di acqua prelevato nel corso dell'anno			

SCHEMA DI COMPLETAMENTO							
Tubazione							
Tubazione cieca n.	Diametro (mm)	da m.	a m.	Filtri	Diametro (mm)	da m.	a m.
1	450	0	24.75	1	305	25.8	36.25
2	305	24.75	25.8				
3	305	36.25	37.15				
Drenaggi e setti impermeabili							
Tipo		Diametro perforazione (mm)	da m.	a m.			
		500	0	16			
		450	16	24.8			
		400	24.8	37.15			



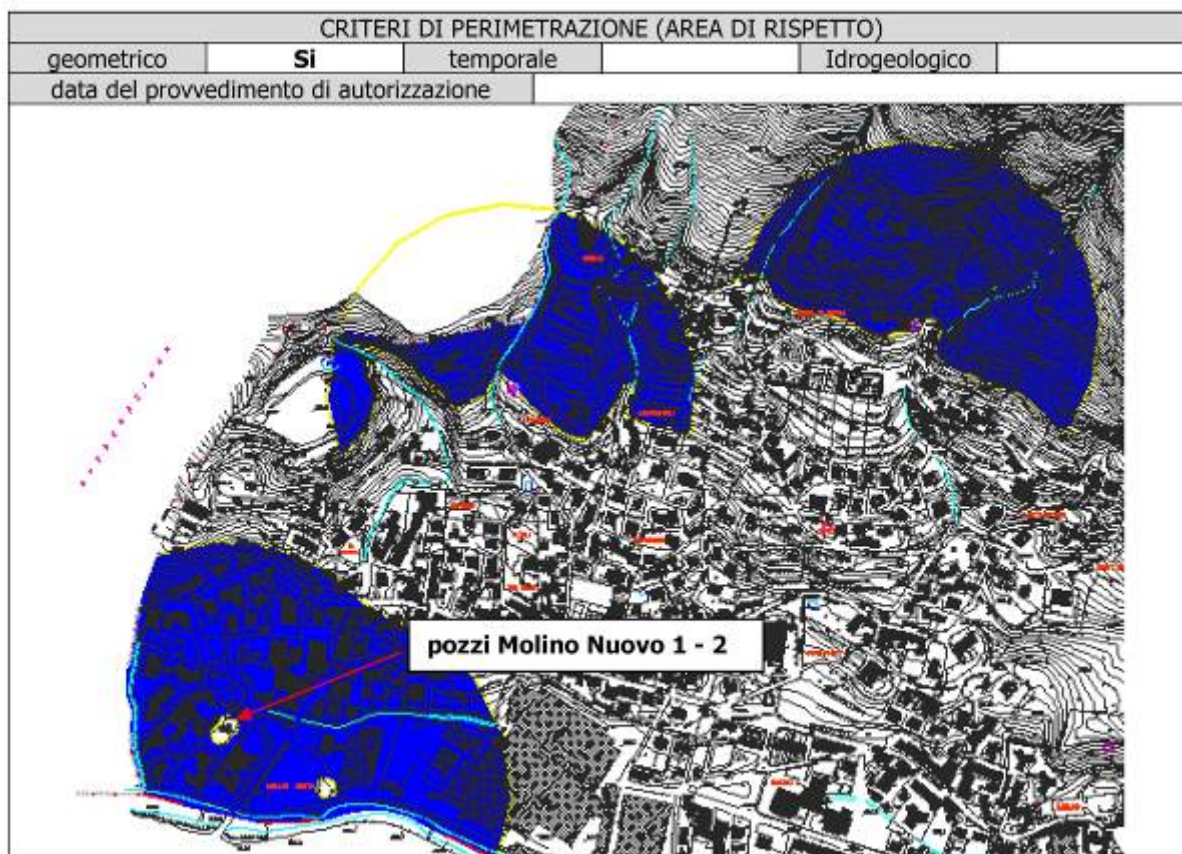
3 – STRATIGRAFIA



4 – SERIE STORICHE SOGGIACENZA E PARAMETRI IDROGEOLOGICI

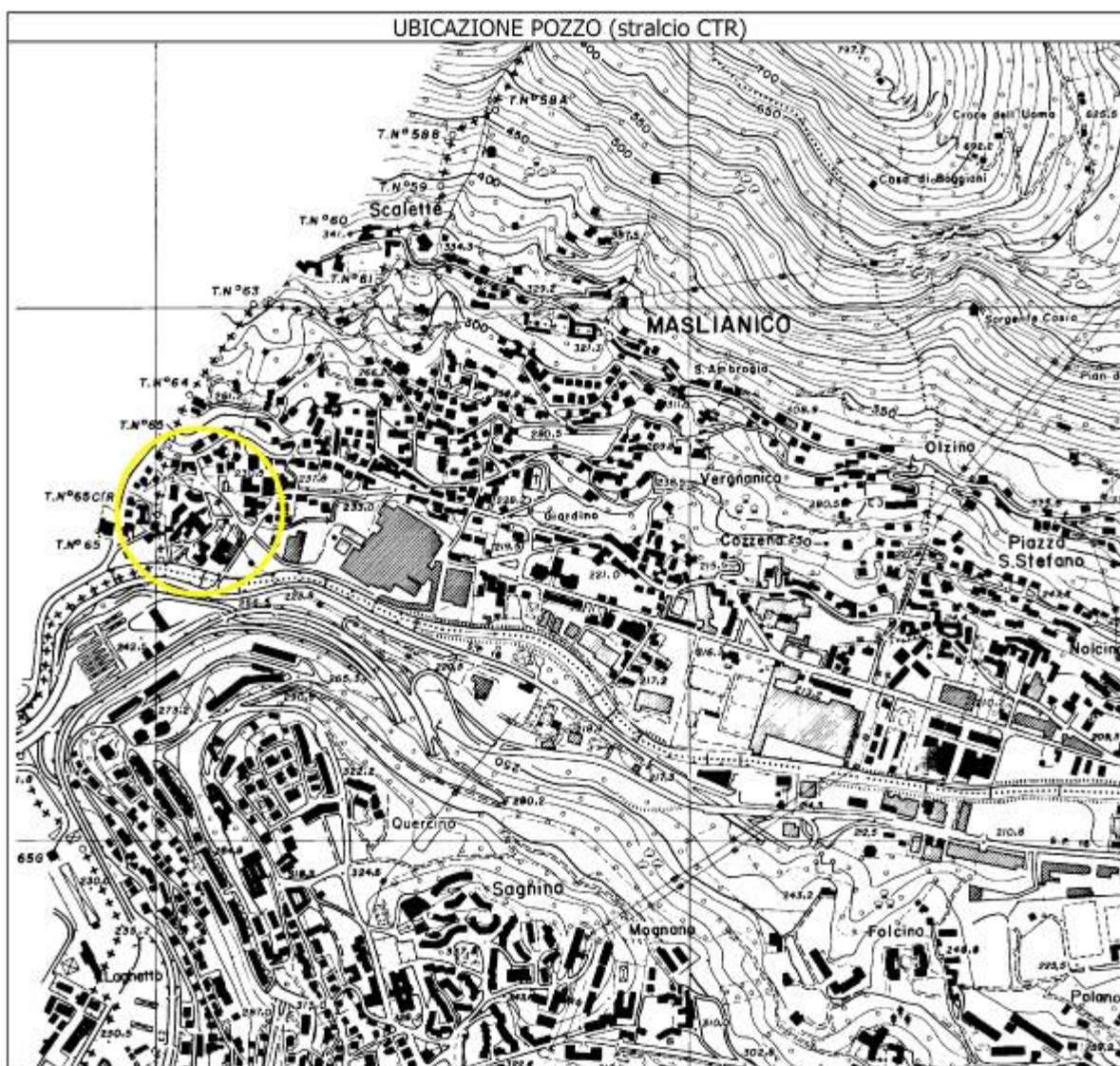
Pozzo Molino Nuovo 1					
data	Livello statico (m dal riferimento)		Livello dinamico (m dal riferimento)		
	Circa 1		Circa 30		
Data	Portata (l/s)	Abbassamento (m)	Portata specifica (l/s·m)	Trammissività (m ² /s)	Conducibilità idrica (m/s)

5 – PERIMETRAZIONE DELLE AREE DI SALVAGUARDIA



1 – DATI IDENTIFICATIVI

n. di riferimento e denominazione	2 – Molino Nuovo		
Località	Località Molino Nuovo		
Comune	Maslianico		
Provincia	Como		
Sezione CTR	B4a4		
Coordinate Gauss-Boaga (tratta da CTR)	1503119 - 5076582		
Dati catastali	Partita catastale n. 46	Foglio n. 3	Mappale n. 959
Quota piano campagna (m s.l.m.)	223		
Quota testa pozzo (m s.l.m.)			



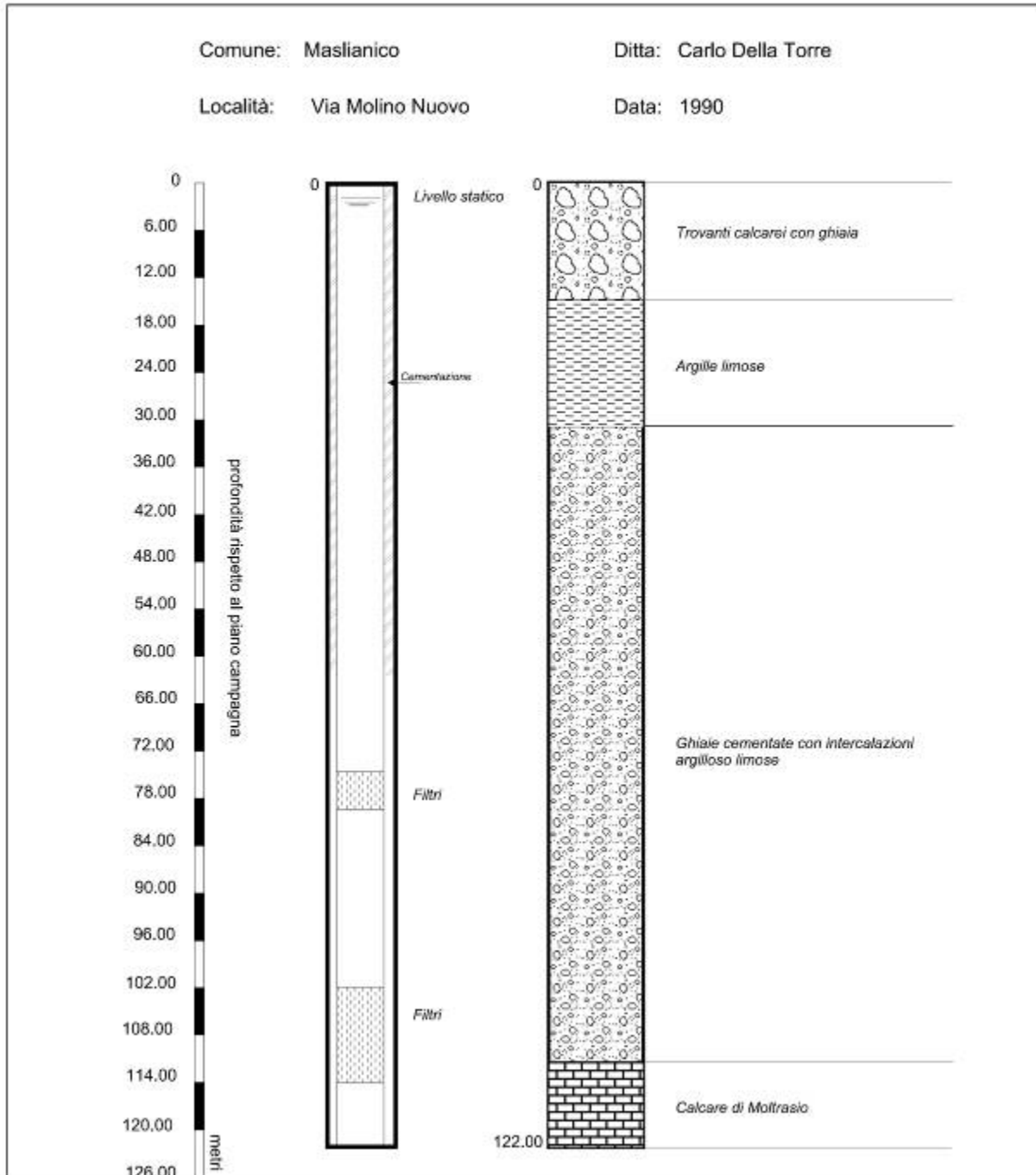
2 – DATI CARATTERISTICI DELL'OPERA

Proprietario	Comune di Maslianico		
Ditta esecutrice	-		
Anno	-		
Stato di attività	attivo : SI	disuso :	cementato :
Stato di conservazione	insuff. :	suff. :	buono :
Tipologia cameretta avampozzo			
Posizionamento cameretta	Superficie: SI	locale seminterrato:	
Tipologia utilizzo	Potabile		
Contatore			
Tipo elettropompa			
Potenza			
Prevalenza – Portata			
Portata media utilizzo	circa 7 l/s		
Portata massima utilizzo	-		
Volume di acqua prelevato nel corso dell'anno			

SCHEMA DI COMPLETAMENTO							
Tubazione							
Tubazione cieca n.	Diametro (mm)	da m.	a m.	Filtri	Diametro (mm)	da m.	a m.
Drenaggi e setti impermeabili							
Tipo		Diametro perforazione		da m.		a m.	



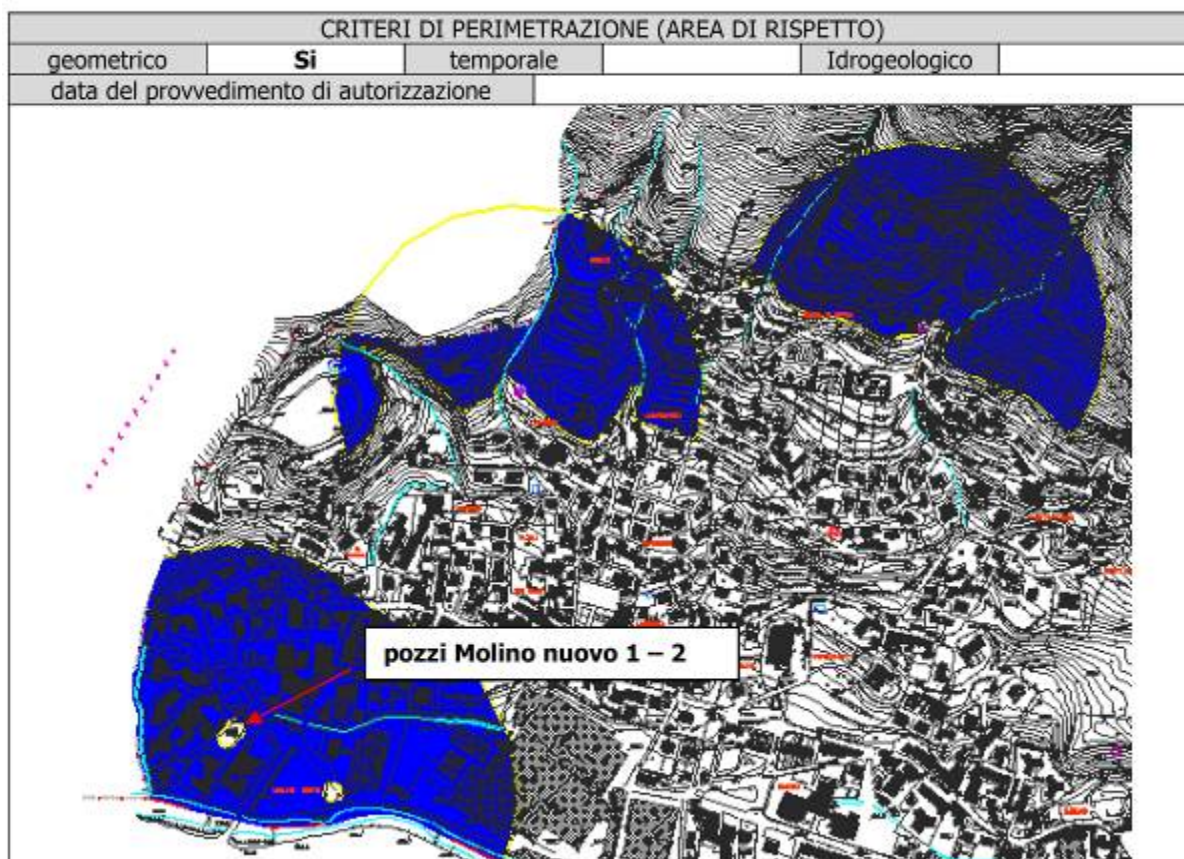
3 – STRATIGRAFIA



4 – SERIE STORICHE SOGGIACENZA E PARAMETRI IDROGEOLOGICI

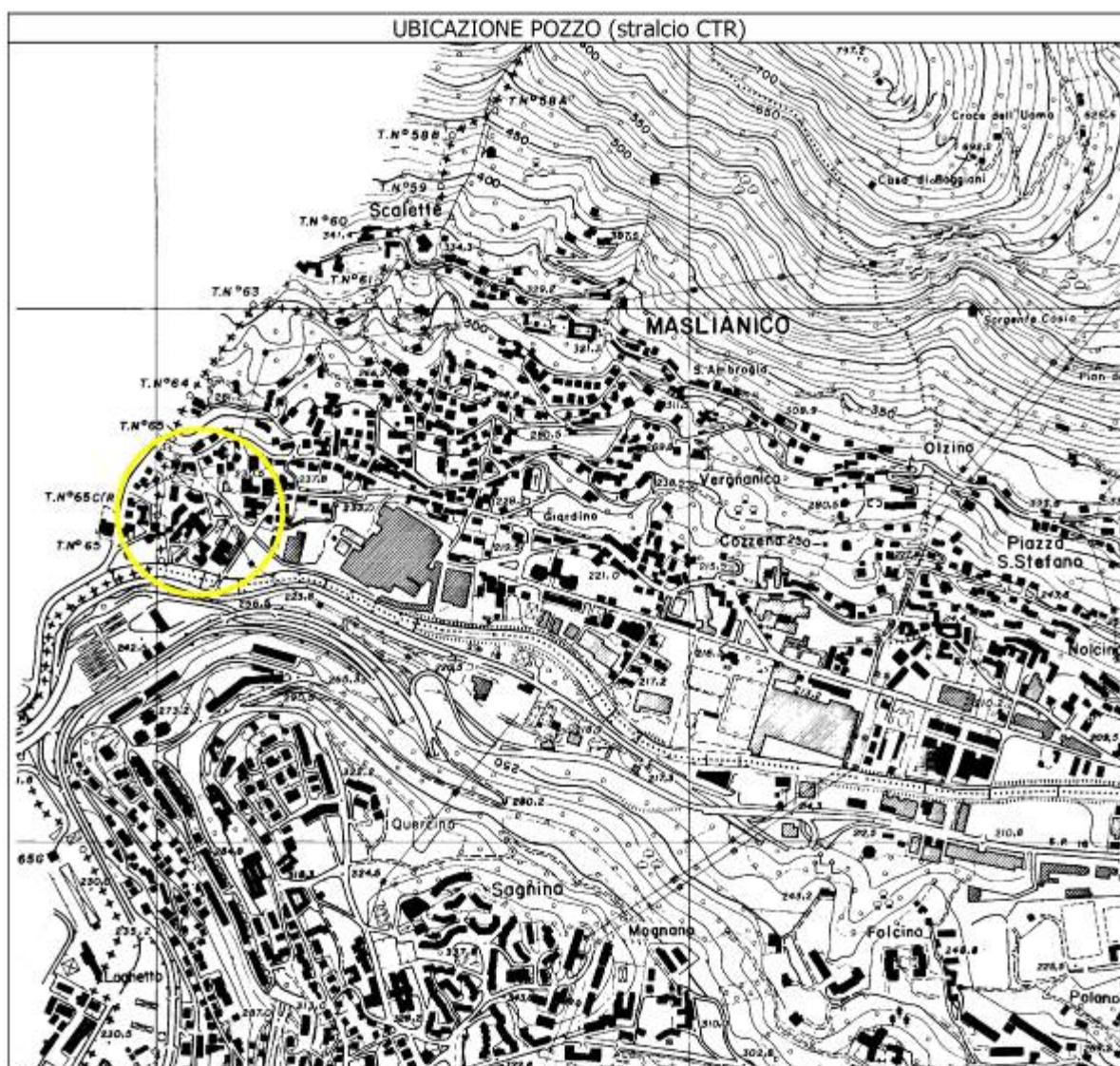
Pozzo Molino Nuovo 2					
data	Livello statico (m dal riferimento)		Livello dinamico (m dal riferimento)		

5 – PERIMETRAZIONE DELLE AREE DI SALVAGUARDIA



1 – DATI IDENTIFICATIVI

n. di riferimento e denominazione	3 – Molino Nuovo		
Località	Località Molino Nuovo		
Comune	Maslianico		
Provincia	Como		
Sezione CTR	B4a4		
Coordinate Gauss-Boaga (tratta da CTR)	1503225 - 5076523		
Dati catastali	Partita catastale n. 389	Foglio n. 3	Mappale n. 178
Quota piano campagna (m s.l.m.)	224		
Quota testa pozzo (m s.l.m.)	(+ da p.c.)		



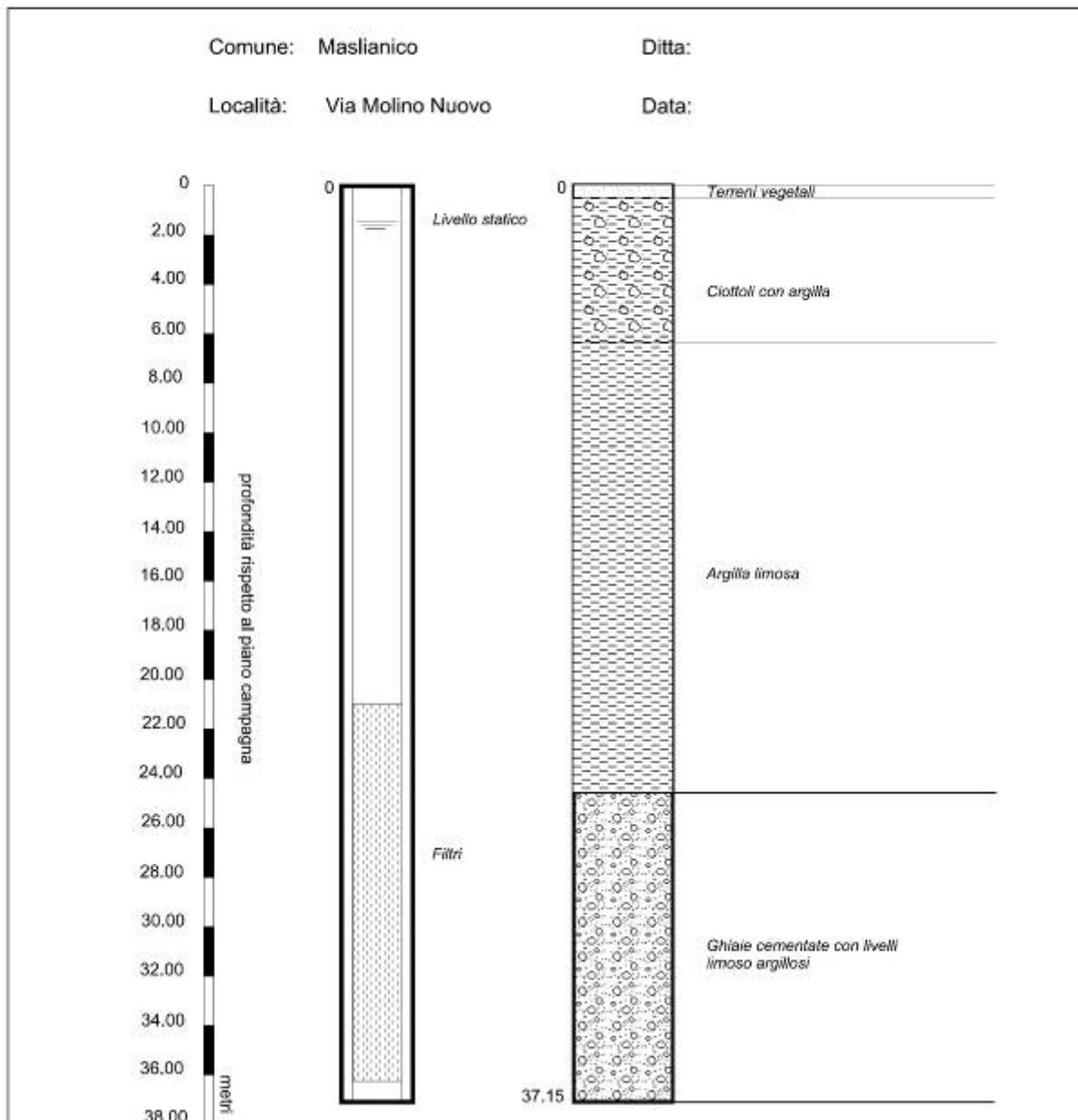
2 – DATI CARATTERISTICI DELL'OPERA

Proprietario	Comune di Maslianico		
Ditta esecutrice	Carlo Della Torre		
Anno	1990		
Stato di attività	attivo : SI	disuso :	cementato :
Stato di conservazione	insuff. :	suff. :	buono :
Tipologia cameretta avampozzo			
Posizionamento cameretta	Superficie: SI	locale seminterrato:	
Tipologia utilizzo	Potabile		
Contatore			
Tipo elettropompa			
Potenza			
Prevalenza – Portata			
Portata media utilizzo			
Portata massima utilizzo			
Volume di acqua prelevato nel corso dell'anno			

SCHEMA DI COMPLETAMENTO							
Tubazione							
Tubazione cieca n.	Diametro (mm)	da m.	a m.	Filtri	Diametro (mm)	da m.	a m.
1	350	0	75	1	350	75	81
2	350	81	103	2	350	103	115
3	350	115	122				
Drenaggi e setti impermeabili							
Tipo		Diametro perforazione		da m.		a m.	
Cementazione		23"		0		48.35	
Cementazione		17½"		48.35		64.50	
Argilla compctonit		17½"		64.50		71.00	
Dreno siliceo 5÷8 mm		17½"		71.00		122.00	



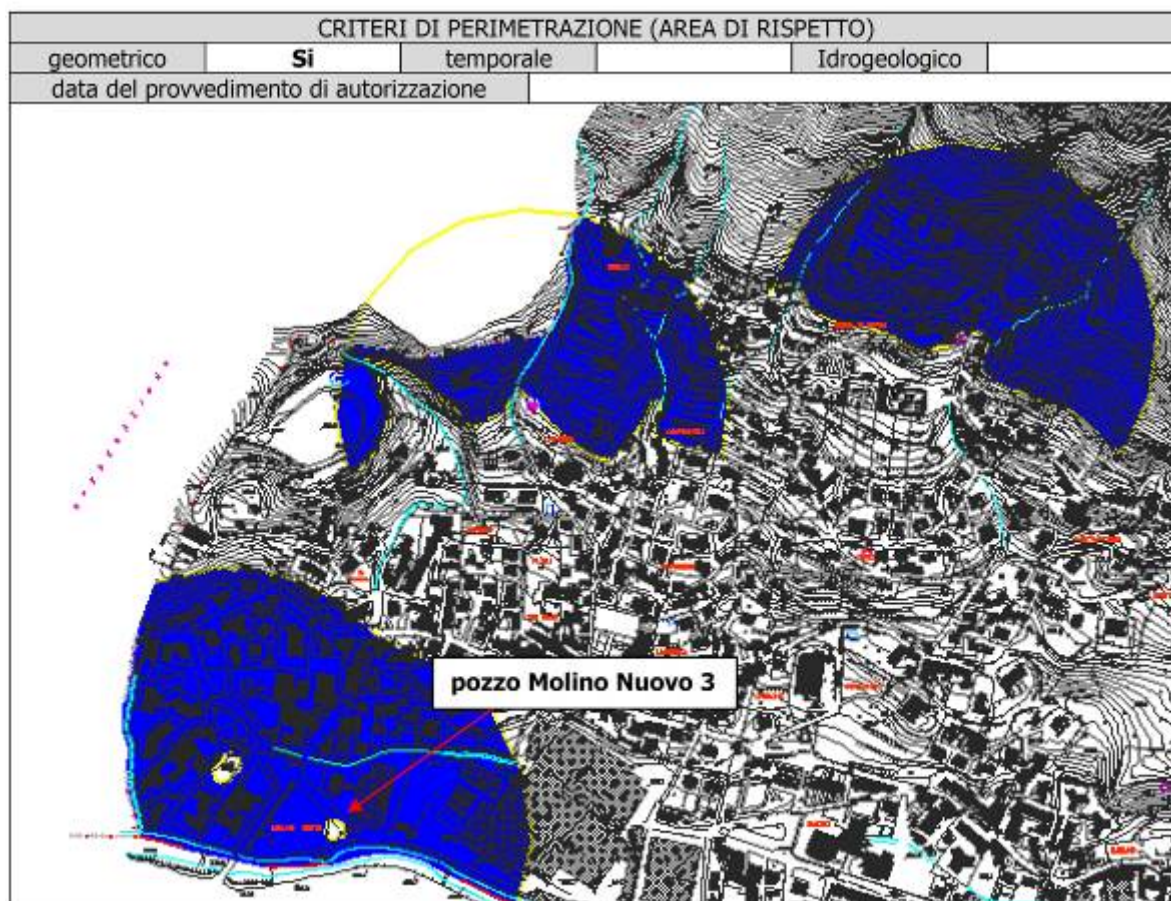
3 – STRATIGRAFIA



4 – SERIE STORICHE SOGGIACENZA E PARAMETRI IDR0GEOLOGICI

Pozzo Molino Nuovo 3					
data		Livello statico (m dal riferimento)		Livello dinamico (m dal riferimento)	
Data	Portata (l/s)	Abbassamento (m)	Portata specifica (l/s·m)	Trammissività (m ² /s)	Conducibilità idrica (m/s)

5 – PERIMETRAZIONE DELLE AREE DI SALVAGUARDIA

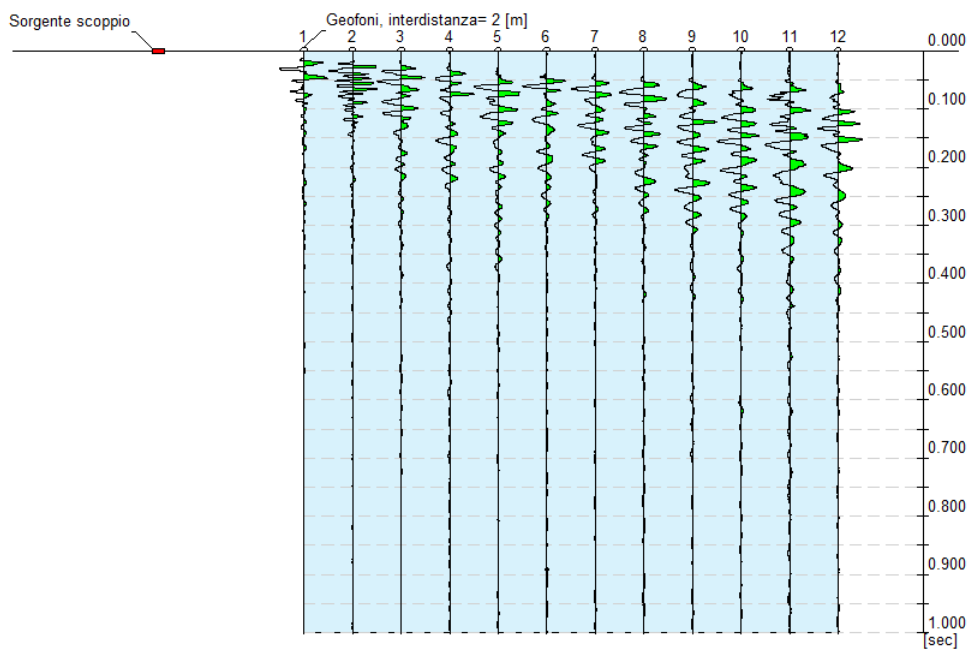


ALLEGATO 3 – REPORT DATI MASW



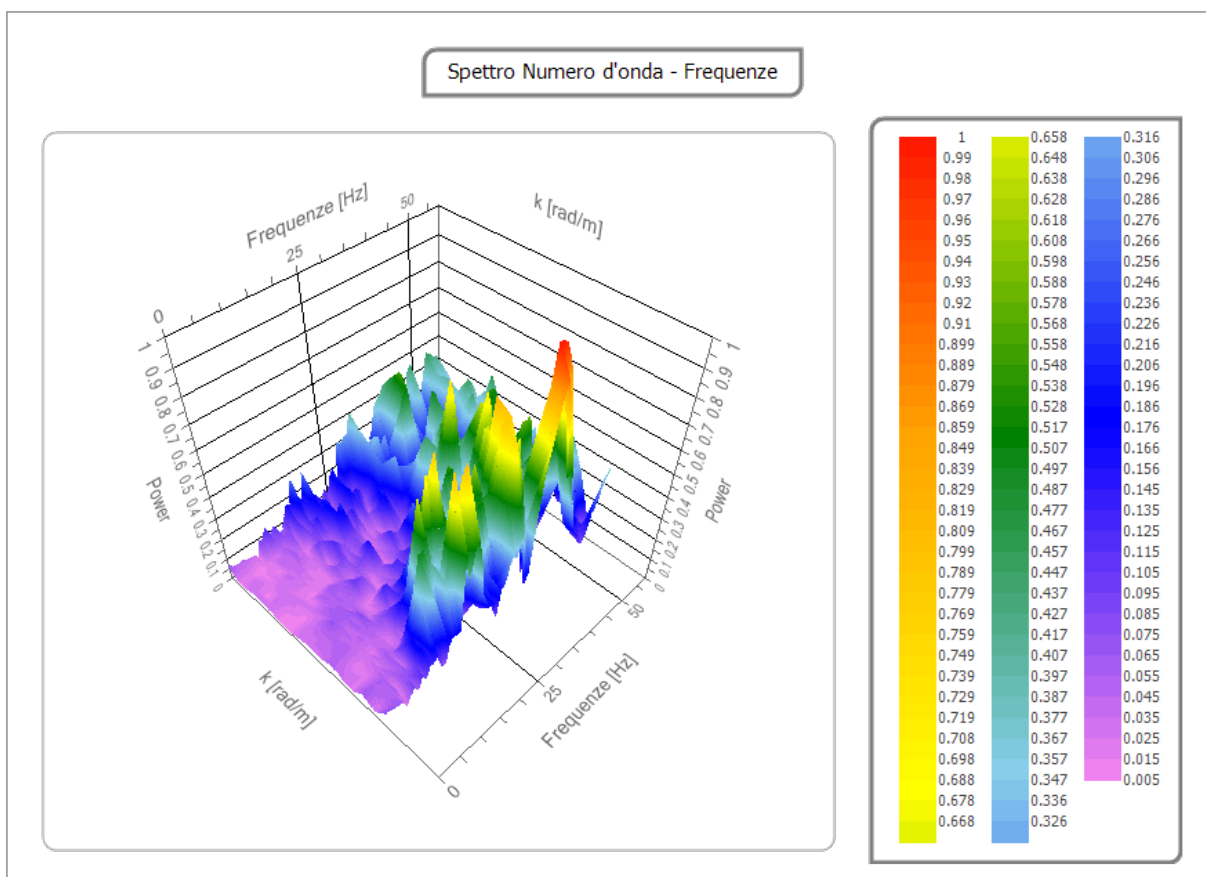
Dati generali	
Cantiere	Maslianico VillaZeloni
Operatore	Dott. Danilo Controversio
Responsabile	Dott. Geol. Vittorio Bruno
Data	16/05/2018 04:09
Tracce	
N. tracce	12
Durata acquisizione	1002.3
[msec]	
Interdistanza geofoni	2.0
[m]	
Periodo di campionamento	0.131
[msec]	

Cantiere: Maslianico Villa_Zeloni
 Operatore: Dott. Danilo Controversio
 Responsabile: Dott. Geol. Vittorio Bruno
 Data: 16/05/2018



Analisi spettrale

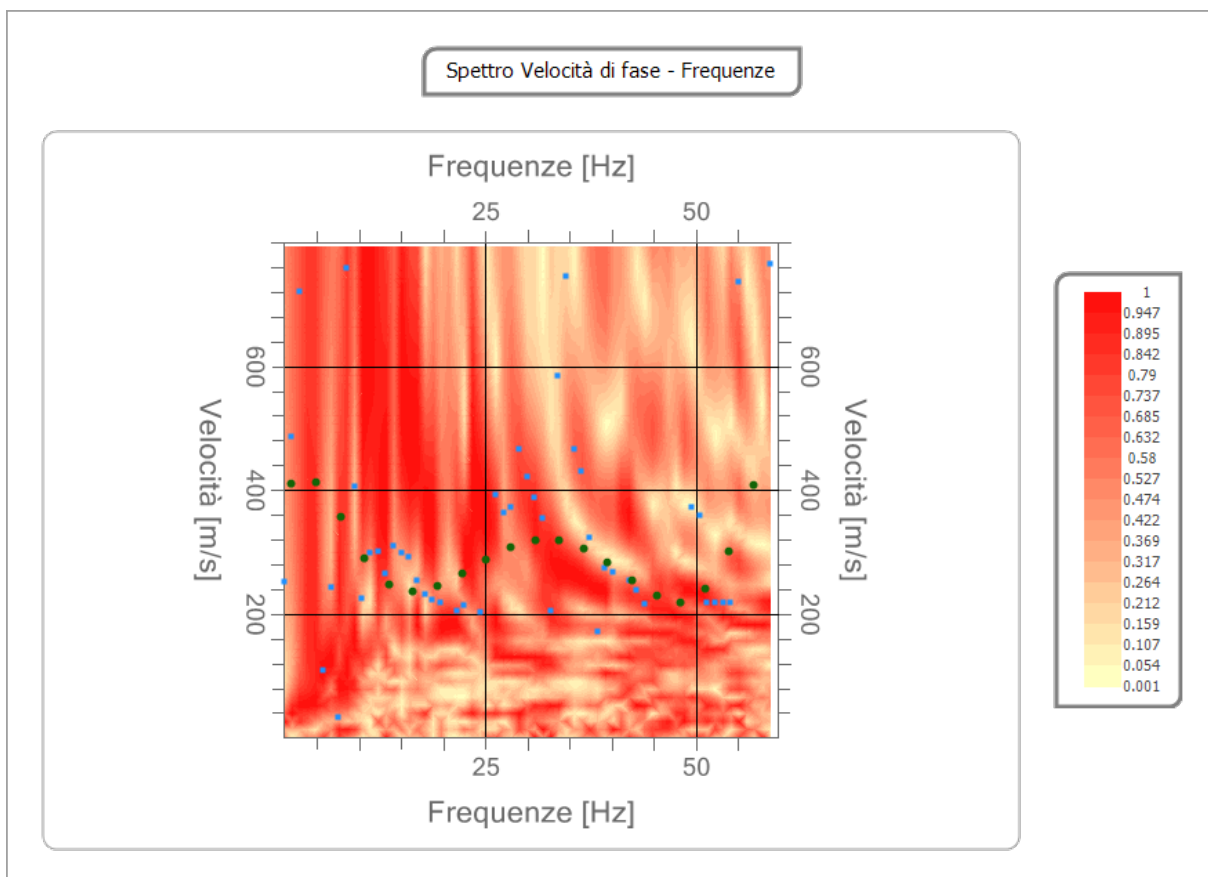
Frequenza minima di elaborazione [Hz]	1
Frequenza massima di elaborazione [Hz]	60
Velocità minima di elaborazione [m/sec]	1
Velocità massima di elaborazione [m/sec]	800
Intervallo velocità [m/sec]	1



Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità[m/sec]	Modo
1	2,0	410,9	0
2	4,9	412,8	0
3	7,7	356,7	0
4	10,6	291,0	0
5	13,5	246,9	0
6	16,4	235,3	0
7	19,3	244,8	0
8	22,2	264,7	0
9	25,1	288,3	0
10	28,0	308,5	0
11	30,8	319,9	0
12	33,7	319,1	0
13	36,6	305,5	0
14	39,5	282,2	0
15	42,4	255,1	0
16	45,3	230,6	0
17	48,2	218,3	0
18	51,1	239,8	0
19	54,0	300,3	0
20	56,8	408,5	0





133/139

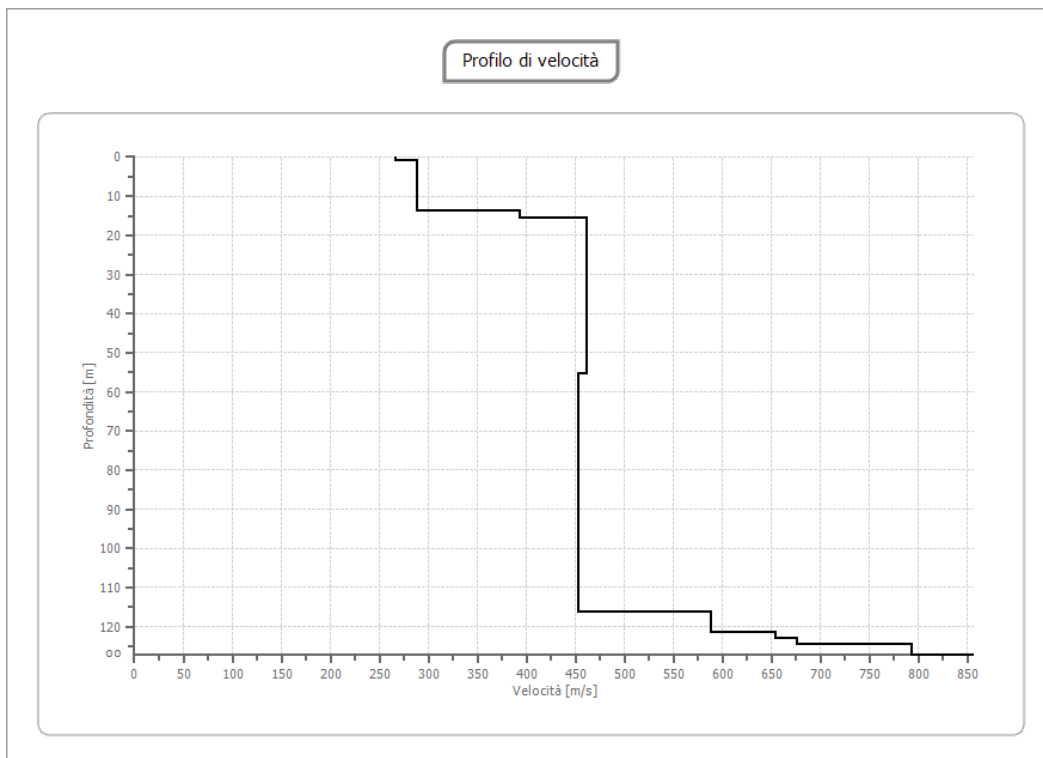
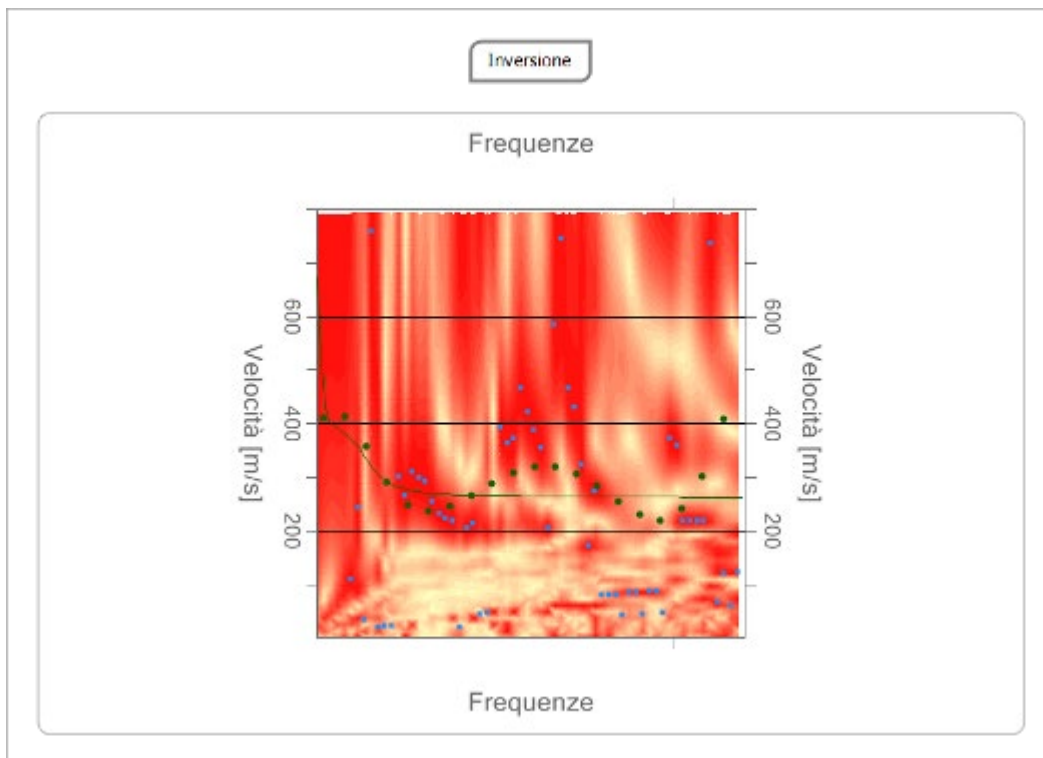
Inversione

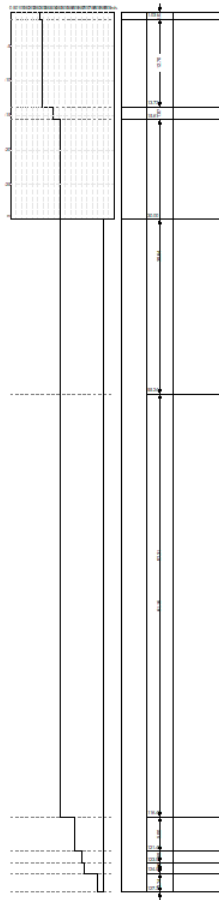
n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficiente Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1	1,03	1,03	1800,0	0,3	No	498,4	266,4
2	13,73	12,70	1800,0	0,3	No	539,3	288,3
3	15,61	1,87	1800,0	0,3	No	735,8	393,3
4	55,24	39,64	1800,0	0,3	No	862,8	461,2
5	116,40	61,16	1800,0	0,3	No	847,9	453,2
6	121,40	5,00	1800,0	0,3	No	1100,8	588,4
7	123,07	1,68	1800,0	0,3	Si	1223,7	654,1
8	124,57	1,49	1800,0	0,3	Si	1264,4	675,8
9	127,31	2,74	1800,0	0,3	Si	1482,6	792,5
10	oo	oo	1800,0	0,3	Si	1603,2	857,0

Percentuale di errore 2.331 %

Fattore di disadattamento della soluzione 0.139







Risultati

Profondità piano di posa [m]	0.00
Vs,eq [m/sec] (H=30,00 m)	357,55
Categoria del suolo	C

Suolo di tipo C: Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s



Altri parametri geotecnici

n,	Pro- fondità [m]	Spes- sore [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Densi- tà [kg/mc]	Coeffi- ciente Pois- son	G0 [MPa]	Ed [MPa]	M0 [MPa]	Ey [MPa]	NSPT	Qc [kPa]
1	1,03	1,03	266,42	498,44	1800,0 0	0,30	127,77	447,19	276,83	332,20	N/A	3213,2 0
2	13,73	12,70	288,28	539,33	1800,0 0	0,30	149,59	523,57	324,12	388,94	N/A	4775,4 4
3	15,61	1,87	393,31	735,82	1800,0 0	0,30	278,45	974,57	603,30	723,96	N/A	N/A
4	55,24	39,64	461,16	862,76	1800,0 0	0,30	382,81	1339,8 4	829,42	995,31	N/A	N/A
5	116,40	61,16	453,22	847,90	1800,0 0	0,30	369,74	1294,0 7	801,09	961,31	N/A	N/A
6	121,40	5,00	588,41	1100,8 1	1800,0 0	0,30	623,20	2181,2 1	1350,2 7	1620,3 3	N/A	N/A
7	123,07	1,68	654,11	1223,7 3	1800,0 0	0,30	770,16	2695,5 5	1668,6 7	2002,4 1	N/A	N/A
8	124,57	1,49	675,82	1264,3 5	1800,0 0	0,30	822,13	2877,4 6	1781,2 8	2137,5 4	N/A	N/A
9	127,31	2,74	792,49	1482,6 2	1800,0 0	0,30	1130,4 8	3956,6 8	2449,3 7	2939,2 5	N/A	N/A
10	oo	oo	856,96	1603,2 3	1800,0 0	0,30	1321,9 0	4626,6 4	2864,1 1	3436,9 3	0	N/A

136/139

G0: Modulo di deformazione al taglio

Ed: Modulo edometrico

M0: Modulo di compressibilità volumetrica

Ey: Modulo di Young



ALLEGATO 4 - FOTOGRAFIE





Foto 2: Panoramica del versante meridionale del monte Bisbino



Foto 3: Il versante abbandonato della cava Mondelli. In affioramento depositi glaciali



Foto 4: Depositi glaciali. Il passaggio tra depositi morenici e fluviolacustri





Foto 5: Valle del Guasto e Valle del Ronco



Foto 6: Franosità diffusa in versante idrografico destro della val Parasciola

