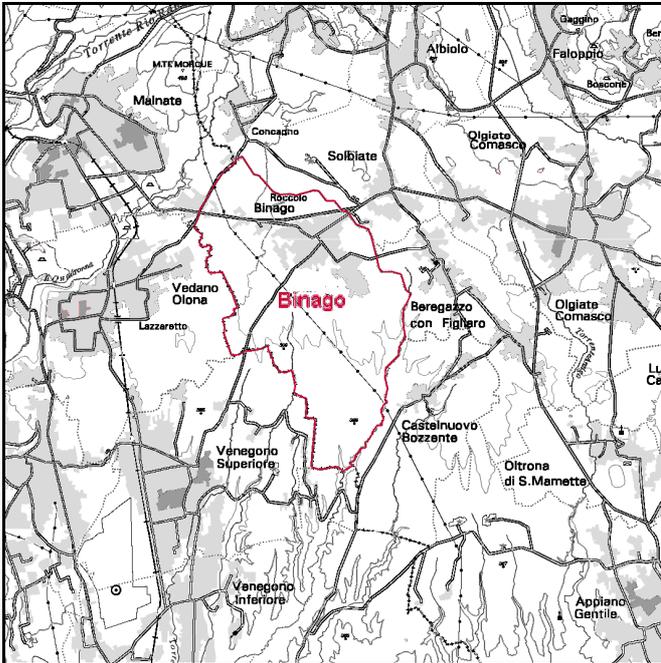


Dott. Geologo **LINDA CORTELEZZI**  
Via Morazzone n. 3/A - 21049 TRADATE (VA)  
Tel. e Fax. (0331)843568 – cell. 338-3613462  
e-mail: geostudio1966@libero.it  
PEC: linda.cortelezzi@epap.sicurezzapostale.it  
P.IVA 02414970125 -CF:CRTLND66R70L319R



**COMUNE DI BINAGO**

**Provincia di Como**

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

L.R. n. 12/2005 – art. 57, comma 1; D.G.R. n. 9/2616 del 30.11.2011

Variante n. 1 al Piano di Governo del Territorio – luglio 2013

RIF.:331PGT

luglio 2013

## Sommario

<b>1. PREMESSA, SCOPO DEL LAVORO E METODOLOGIA DI INDAGINE</b>	<b>4</b>
<b>2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO</b>	<b>6</b>
<b>3. INQUADRAMENTO METEO-CLIMATICO</b>	<b>6</b>
3.1 TEMPERATURA DELL'ARIA	6
3.2 PRECIPITAZIONI	7
<b>4. FASE DI ANALISI</b>	<b>9</b>
4.1 INDAGINE GEOLITOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E GEOPEDOLOGICA	9
4.1.1 <i>Indagine geologica</i>	9
4.1.2 <i>Indagine geomorfologica</i>	12
4.1.3 <i>Indagine geopedologica</i>	13
4.2 INDAGINE IDROGEOLOGICA E IDROGRAFICA	16
4.2.1 <i>Caratteristiche idrogeologiche</i>	16
4.2.2 <i>Permeabilità dei depositi</i>	16
4.2.3 <i>Censimento pozzi</i>	17
4.2.4 <i>Piezometria</i>	18
4.2.5 <i>Caratteristiche idrografiche</i>	20
4.2.6 <i>Bacino idrografico del Fontanile di Tradate: geomorfologia e dinamica quaternaria</i>	21
4.3 INDAGINE GEOTECNICA	26
4.3.1 <i>Analisi delle indagini geognostiche</i>	26
4.3.2 <i>Considerazioni riassuntive</i>	32
4.4 INFRASTRUTTURE, FORME, ELEMENTI LEGATI ALL'ATTIVITÀ ANTROPICA	34
4.5 CARATTERIZZAZIONE SISMICA	36
4.5.1 <i>Analisi del rischio sismico nel territorio comunale – metodologia definita dalla D.G.R. n. 9/2616 del 30.11.2011</i>	39
4.4.2 <i>Determinazione del rischio sismico – metodologie desunte dalla letteratura in materia</i>	50
4.4.3 <i>Conclusioni dell'analisi di 2° Livello</i>	57
<b>5. FASE DI VALUTAZIONE</b>	<b>58</b>
5.1 CONDIZIONI GEOMORFOLOGICHE ED IDROGRAFICHE	59
5.2 CONDIZIONI GEOTECNICO-IDROGEOLOGICHE	60
5.3 INFRASTRUTTURE, FORME, ELEMENTI LEGATI ALL'ATTIVITÀ ANTROPICA	60
5.4 VULNERABILITÀ IDROGEOLOGICA	61
5.5 VINCOLI NORMATIVI DI NATURA GEOLOGICA ED AMBIENTALE	66
5.6 RISCHIO SISMICO	68
<b>6. NORME DI ATTUAZIONE</b>	<b>70</b>
6.1 FATTIBILITÀ GEOLOGICA PER LE AZIONI DI PIANO	70
6.2 COMPONENTE SISMICA	84

## **Allegati**

- 1) CARTA GEOLITOLOGICA E GEOPEDOLOGICA - Scala 1:10.000
  
- 2) CARTA IDROGEOLOGICA E DELLA CAPACITA' D'USO DEL SUOLO – Scala 1:10.000 – elaborato aggiornato
  
- 2A) SEZIONI IDROGEOLOGICHE INTERPRETATIVE A-A' e B-B' - SCALA L 1:12.000
  
- 3) CARTA IDROGRAFICA E DI PRIMA CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA - SCALA 1:5.000 – elaborato aggiornato
  
- 4) CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE – Scala 1:10.000 – elaborato aggiornato
  
- 5) CARTA DEI VINCOLI DI CONTENUTO PRETTAMENTE GEOLOGICO – Scala 1:5.000 – elaborato aggiornato
  
- 6) CARTA DI SINTESI – Scala 1:5.000
  
- 7) CARTA DELLA FATTIBILITA' GEOLOGICA - SCALA 1:5.000 – elaborato aggiornato
  
- 7A) CARTA DELLA FATTIBILITA' GEOLOGICA - SCALA 1:10.000 – elaborato aggiornato
  
- 8) SCHEDE DI CENSIMENTO DEI POZZI (Allegato 9 DGR n. 9/2616 del 30.11.2011) - – elaborato aggiornato

## **1. PREMESSA, SCOPO DEL LAVORO E METODOLOGIA DI INDAGINE**

Il Comune di BINAGO (CO) ha incaricato la Dott.ssa Linda Cortelezzi, Geologo specialista, di redigere l'Aggiornamento dello studio della COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO in ottemperanza alla L.R. 12/2005 (art. 57, comma 1) ed alla D.G.R. n. 9/2616 del 30.11.2011 "Aggiornamento dei criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio".

Gli aggiornamenti tecnici acquisiti nel presente elaborato consistono fondamentalmente in:

- revisione dello studio secondo le prescrizioni della citata D.G.R. del 2011;
- acquisizione delle aree di rispetto del campo pozzi "Acacie" (n. 1, 2 e 3) così come acquisite nell'ambito della variante al PRUG approvata con del. C.C. n. 41 del 22/10/1999, comprendente un'area di rispetto complessiva che racchiude in sé le singole superfici di ciascun pozzo.

La metodologia seguita nella realizzazione dello studio si basa su tre successive fasi di lavoro (vedi schema della pagina seguente):

**ANALISI:** Comporta la raccolta dati integrata con osservazioni di campagna e la predisposizione di apposita cartografia di base e tematica di dettaglio alla scala del piano.

**VALUTAZIONE:** Alla FASE DI VALUTAZIONE si perviene attraverso la redazione della Carta dei Vincoli di natura fisico-ambientale presenti nel Comune d'indagine e di una Carta di Sintesi, che ha lo scopo di fornire, mediante un unico elaborato, un quadro sintetico dello stato del territorio derivante dalle risultanze della precedente fase di Analisi.

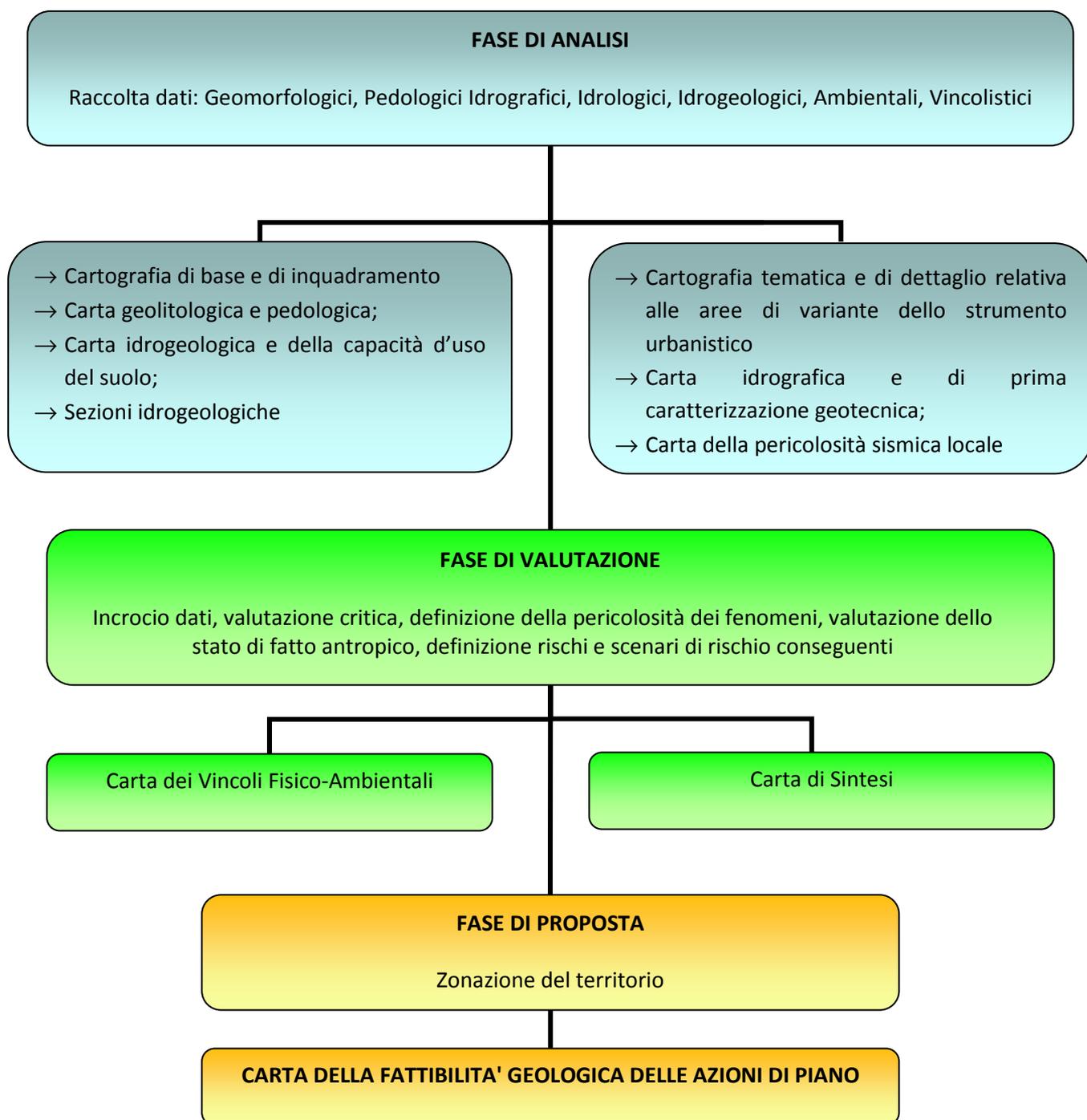
**PROPOSTA:** La FASE DI PROPOSTA deriva dalla valutazione incrociata degli elementi contenuti nella Carta di Sintesi con i fattori ambientali ed antropici propri del territorio in esame.

Ciò consente di affrontare la lettura del territorio anche sotto il profilo geologico-ambientale e delle vocazioni d'uso per un'ottimale tutela ambientale preventiva.

La Fase propositiva finale, definita tramite la Carta della Fattibilità Geologica delle azioni di piano, individua la zonazione del territorio in funzione dello stato di pericolosità, di rischio geologico ed idrogeologico presente.

A seguito di opportuna verifica, il Comune di BINAGO non risulta interessato da azzonamenti e/o fasce di cui ai Piani Stralcio di Bacino attualmente approvati; esso non presenta alcuna superficie inserita nelle Carte inventario dei fenomeni franosi - Censimento dei dissesti della Regione Lombardia (Direzione Territorio ed Urbanistica).

## **SCHEMA METODOLOGICO PER TERRITORI DI PIANURA e di COLLINA**



## 2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area interessata dal presente studio comprende il Comune di BINAGO (CO) ed un ambito circostante funzionale ai fini del lavoro.

Il territorio comunale di BINAGO si estende su una superficie di circa 6.93 kmq e confina con i Comuni di: Malnate – NORD-OVEST, Solbiate – NORD-EST, Beregazzo e Castelnuovo Bozzente – EST, Venegono Inferiore – SUD, Venegono Superiore – SUD-OVEST, Vedano Olona – OVEST.

La quota massima si ubica all'estremità Nord-Orientale del territorio ed è pari a 432.0 m s.l.m.; la quota minima è pari a 342.0 m e si registra in prossimità del confine con il Comune di Venegono Inferiore.

L'inquadramento cartografico è il seguente:

Carta Tecnica Regionale scala 1:10000

Sezione A5e1 – APPIANO GENTILE

Sezione A4e5 – OLGiate COMASCO

Rilievo aerofotogrammetrico del territorio comunale - scale 1:2000 / 1:5000

*La restituzione della documentazione cartografica e della relazione tecnica è stata integralmente realizzata sia su supporto cartaceo che su supporto magnetico.*

## 3. INQUADRAMENTO METEO-CLIMATICO

Per la caratterizzazione climatica della zona d'interesse sono stati utilizzati i dati della stazione di Venegono Inferiore (VA) relativi agli anni 1934-1987, integrati con le informazioni generali sui vari caratteri climatici di alcune stazioni distribuite nel territorio che, però, non dispongono di serie di misure complete o rappresentative.

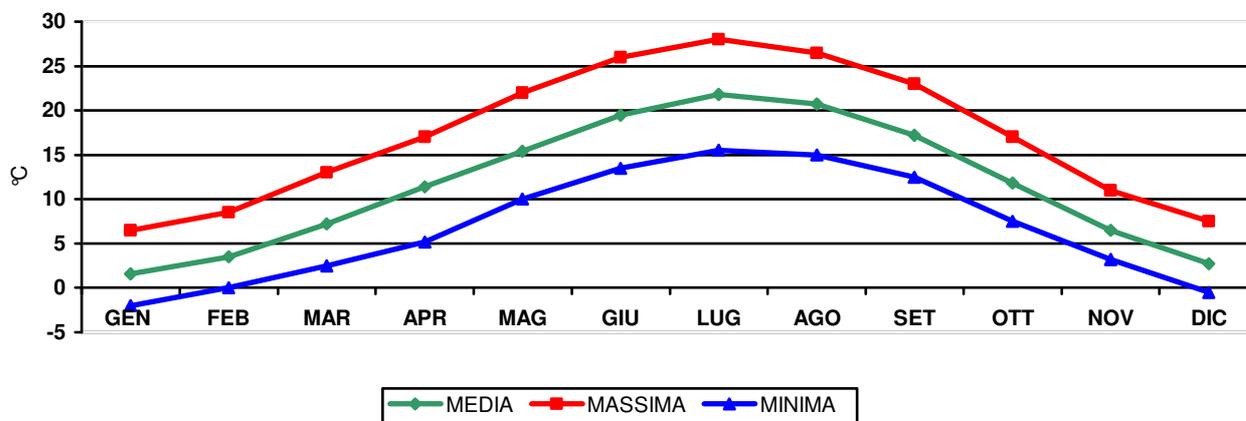
### 3.1 TEMPERATURA DELL'ARIA

Come è riportato nella TABELLA 1, le temperature medie annuali nella zona in esame si attestano attorno a 11,6°C. Il mese più freddo risulta GENNAIO, con medie attorno a 1,60°C, mentre il più caldo è LUGLIO, con valori attorno a 21,8°C. In FIGURA 1 è illustrato l'andamento termico (valori mensili) a Venegono Inferiore.

TAB. 1 - TEMPERATURE MEDIE MENSILI ED ANNUE (°C) REGISTRATE NELLA STAZIONE DI VENEGONO INFERIORE - PERIODO 1934-1987

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	ANNO
<b>MEDIA</b>	1,60	3,50	7,20	11,40	15,40	19,50	21,80	20,70	17,20	11,80	6,50	2,70	11,61
<b>MASSIMA</b>	6,50	8,50	13,00	17,00	22,00	26,00	28,00	26,50	23,00	17,00	11,00	7,50	0,00
<b>MINIMA</b>	-2,00	0,00	2,50	5,20	10,00	13,50	15,50	15,00	12,50	7,50	3,20	-0,50	0,00

FIGURA 1 - Termogramma; stazione di Venegono Inferiore (VA)



### 3.2 PRECIPITAZIONI

Per la stazione di Venegono Inferiore, le precipitazioni medie annue sono pari a 1430mm, mentre i mesi più piovosi sono maggio e ottobre (TABELLA 2). Gli importi minimi si registrano nei mesi di gennaio e febbraio, mentre durante la stagione estiva il mese più asciutto è luglio.

La media annuale delle precipitazioni (TABELLA 2) risulta compresa tra 1430 (Stazione di Venegono Inferiore) e 1476 mm (Stazione di Varese), mentre il numero di giorni di precipitazione annuale è pari rispettivamente a 102 e 129.

La stagione più piovosa è l'autunno (411 mm - Venegono Inferiore); la meno piovosa è l'inverno (228 mm). In primavera ed in estate si registrano rispettivamente 403 e 392 mm di pioggia.

Riguardo la distribuzione mensile delle precipitazioni, la FIGURA 2 ne considera l'andamento per i due punti di rilevazione considerati.

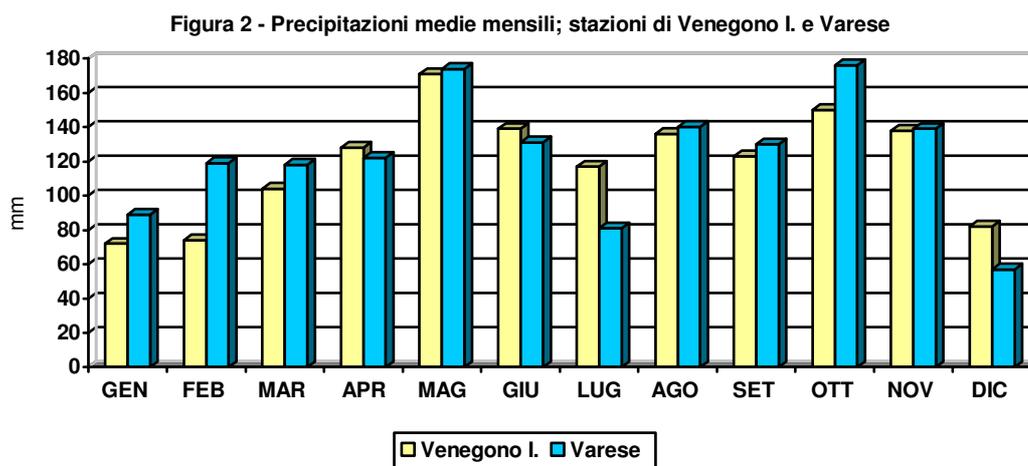
Dal diagramma pluviometrico emergono i seguenti elementi:

- due massimi annuali, di cui il principale in primavera (Maggio) ed il secondario in autunno (Ottobre);
- due minimi annuali, di cui il principale in inverno (Gennaio) ed il secondario in estate (Luglio).

TABELLA 2 - PRECIPITAZIONI MEDIE MENSILI ED ANNUALI E N. DI GIORNI DI PRECIPITAZIONI REGISTRATE NELLE STAZIONI DI VENEGONO INFERIORE (1934-1987) E DI VARESE - Centro Geofisico Prealpino - (1965-1997).

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	ANNO
	mm												
	gp												
<b>Venegono I.</b>	72	74	104	128	171	139	117	136	123	150	138	82	1434
	6	6	9	10	9	10	7	9	7	9	12	8	102
<b>Varese</b>	89	119	118	122	174	131	81	140	130	176	139	57	1476
	10	10	11	11	15	13	9	12	10	8	12	8	129

Nella TABELLA 3 vengono riportati i valori massimi di intensità oraria registrati nella Stazione di Varese durante il periodo 1970-1995. Relativamente alla Stazione di Venegono I., non è stata riscontrata la disponibilità della medesima serie pluviometrica.



TAB. 3 - PRECIPITAZIONI CON FORTE INTENSITA' ORARIA (>40.0mm/mq) REGISTRATE NELLA STAZIONE DI VARESE - Centro Geofisico Prealpino - (1966-1995).

DATA	ORARIO DI REGISTRAZIONE		mm	INTENSITA' ORARIA
	dalle ore	alle ore		mm/mq
15.8.1970	8.30	9.00	27.4	54.8
12.9.1970	12.30	13.30	40.0	40.0
21.9.1981	20.30	21.00	23.0	46.0
12.6.1982	2.00	3.00	48.0	<b>48.0</b>
24.6.1986	13.50	14.10	13.4	40.2
12.8.1986	5.00	5.30	23.8	47.6
28.6.1989	0.00	0.15	10.8	43.2
23.7.1989	23.00	23.20	27.0	<b>81.0</b>
25.7.1989	8.00	8.45	31.8	42.4
8.8.1989	15.45	16.00	52.0	<b>208.0*</b>
31.7.1991	15.45	17.00	59.0	<b>47.2</b>
1.6.1992	22.15	23.15	60.6	<b>60.6</b>
10.8.1992	15.45	16.00	11.4	45.6
29.8.1992	15.30	16.00	22.0	44.0
10.9.1992	7.45	8.15	25.0	50.0
22.9.1992	20.50	21.10	17.6	52.8
2.10.1992	10.15	10.45	45.0	<b>90.0</b>
2.6.1993	9.30	9.50	18.2	54.6
30.7.1993	21.30	21.45	10.2	40.8
24.9.1993	14.00	14.30	21.6	43.2
13.5.1994	9.45	10.00	10.0	40.0
10.8.1994	15.45	16.00	16.2	64.8
3.10.1994	17.45	18.00	12.6	54.4
13.9.1995	1.00	2.00	77.2	<b>77.2</b>

Escludendo il dato registrato per la sola città di Varese in data 8.8.1989 (208.0 mm/mq), i valori massimi di intensità oraria risultano pari a: 90.0 mm/mq - 2.10.1992; 81.0 mm/mq - 23.7.1989; 77.2 mm/mq - 13.9.1995. In base alla distribuzione delle piogge, di tipo equinoziale, il regime pluviometrico può essere classificato come sublitoraneo prealpino (Crestani, 1931), ovvero sublitoraneo alpino (Ottone e Rossetti, 1980).

\* fenomeno osservato esclusivamente per la città di Varese

## **4. FASE DI ANALISI**

### **4.1 INDAGINE GEOLITOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E GEOPEDOLOGICA**

L'indagine, che ha interessato il territorio comunale di BINAGO ed un significativo ambito territoriale circostante, si è avvalsa dei documenti disponibili in letteratura e della cartografia esistente integrati con l'ausilio della fotointerpretazione e di rilievi di campagna originali.

I risultati dello studio sono sintetizzati in ALLEGATO 1 – CARTA GEOLITOLOGICA E GEOPEDOLOGICA.

#### **4.1.1 Indagine geologica**

L'area di studio si inserisce nella media pianura terrazzata lombarda, tra la pianura alluvionale principale e i primi rilievi prealpini. In tale settore, i lembi residui delle antiche superfici deposizionali di origine fluvioglaciale si compenetrano a monte con le colline moreniche dei vasti apparati pleistocenici delle colate glaciali principali (Verbano, Ceresio e Lario).

La struttura geologica della regione appare generalmente caratterizzata dalla presenza di depositi quaternari di origine continentale sostanzialmente riconducibili all'attività fluvioglaciale e fluviale.

Al di sotto dei depositi fluvioglaciali più antichi si riscontra il substrato roccioso oligocenico di ambiente sedimentario marino.

Le unità affioranti nell'area sono (ALL. 1):

##### Alluvioni attuali/recenti e terrazze

Sono costituite prevalentemente da ghiaia sabbiosa debolmente limosa (Olocene).

##### Depositi morenici Wurm

Rappresentati da ghiaia e blocchi in abbondante matrice sabbioso-limosa (Pleistocene Superiore).

##### Depositi fluvioglaciali Wurm

Corrispondono a termini sabbiosi fini e medi con ghiaia limosa (Pleistocene Superiore).

##### Depositi morenici Riss

Costituiti essenzialmente da ghiaia e ciottoli debolmente limosi, superficialmente alterati (Pleistocene Medio).

##### Depositi fluvioglaciali Riss

Ascrivibili a termini sabbioso-ghiaiosi con argilla (Pleistocene Medio).

##### Depositi fluvioglaciali Mindel

Riferibili a ghiaie limose e argillose fortemente ferrettizzate (Pleistocene Inferiore).

La successione stratigrafica del comprensorio analizzato, dall'unità più antica alla più recente, è la seguente (ALLEGATO 2A - SEZIONI LITOSTRATIGRAFICO-IDROGEOLOGICHE A-A' e B-B'):

### GONFOLITE (*Oligocene*)

Rappresenta il substrato roccioso dell'area in oggetto e affiora in maniera discontinua al piede dei primi rilievi prealpini a Sud di Como.

La "Gonfolite" è una formazione conglomeratica ed arenaceo-marnosa di ambiente sedimentario marino, talora rappresentata da termini più marcatamente argilloso-marnosi e sabbiosi, fittamente stratificata (sp. 3.0-4.0 mm) di colore verde-marrone.

In territorio comunale di Binago tale formazione non è affiorante.

### ARGILLE E SABBIE SOTTOSTANTI IL CEPPO (*VILLAFRANCIANO*)

Sono depositi prevalentemente argillosi, talora con lenti di sabbie e ghiaie. In presenza di fossili sono attribuibili ad ambiente marino o di transizione, databili al Villafranchiano.

Nel territorio in studio, l'unità in questione non è affiorante.

### CEPPO (*GUNZ-MINDEL*)

E' il termine di origine fluviale dell'epoca interglaciale Gunz-Mindel ("Carta geologica d'Italia", Foglio 31-Varese, ROMA 1932).

Il "Ceppo" è un conglomerato poligenico, passante a sabbia e ghiaia con cementazione da buona a nulla. Nel settore considerato, questa formazione non è affiorante.

### Depositi fluvioglaciali (*MINDEL*)

Sono materiali attribuiti alla deposizione fluvioglaciale più antica, costituiti da ghiaia limosa e argillosa fortemente ferrettizzata e prevalentemente localizzati nell'ambito del pianalto meridionale del territorio comunale.

Sulla base delle osservazioni stratigrafiche compiute nell'area d'indagine, il materiale superficiale fortemente alterato in "ferretto" raggiunge uno spessore massimo pari a 10.0m. Alla base di tale intervallo si osservano ghiaie limose e ciottoli debolmente alterati.

### Depositi fluvioglaciali (*RISS*)

Rappresentano la deposizione fluvioglaciale intermedia estesa alle porzioni Nord-orientale e Nord-occidentale del territorio comunale di Binago.

I depositi in esame sono riconducibili a sabbie ghiaiose e argillose. La porzione sommitale dei materiali risulta debolmente ferrettizzata ma, procedendo in profondità, sono scarsamente o non alterati.

### Depositi morenici (*RISS*)

Si frappongono idealmente tra le emergenze delle rocce pre-quadernarie poste a settentrione dell'area studiata e le ampie estensioni terrazzate dei depositi fluvioglaciali a meridione. Nel territorio di Binago si distinguono alcune cerchie moreniche attribuite, secondo la nomenclatura tradizionale, a stadi glaciali wurmiani.

Gli apparati morenici rissiani sono estesamente diffusi nel settore centro-settentrionale del Comune di Binago; risultano ancora chiaramente identificabili anche se intensamente demoliti dall'erosione, con pinnacoli residuali allineati secondo l'originario andamento della cerchia e zone interne variamente ondulate interessate da eventi deposizionali fluvioglaciali. La litologia è rappresentata da elementi ghiaiosi e ciottolosi eterometrici, con un fronte di alterazione di spessore compreso tra due-

tre metri, con sedimenti di copertura limosi e di origine incerta, probabilmente riferibili a loess o materiali fini fluvioglaciali.

#### Depositi Fluvioglaciali (WURM)

Sotto il nome di Fluvioglaciale Wurmiano vengono compresi quei depositi di natura ghiaioso-sabbioso-limosa che costituiscono il livello principale della pianura ascrivibile al margine Nord-occidentale del territorio in esame, nei Comuni di Malnate e vedano Olona.

La litologia Fluvioglaciale Wurmiano è caratterizzata dalla presenza di uno strato superiore di alterazione, di circa 50 cm di spessore, di natura essenzialmente limoso-sabbiosa che gli acidi humici hanno reso localmente bruno-rossastro.

Sotto lo strato di alterazione superficiale si incontrano ghiaie più o meno sabbiose passanti gradualmente a sabbie, limi e argille.

#### Depositi morenici (WURM)

I depositi morenici Wurm osservati a Nord-est dell'area di indagine sono ascrivibili al cosiddetto "lobo di Olgiate", apparato maggiore costituito da più cerchie che demarcano il graduale ritiro del ghiacciaio.

Il lobo di Olgiate ha avuto origine direttamente dal ghiacciaio lariano che si estendeva lungo le valli dell'attuale lago. Le cerchie moreniche Wurm sono ben conservate, con pendenze medie del 20-30%, spesso sede dei maggiori centri abitati e con piane retromoreniche ampie e debolmente ondulate, localmente interessate da depressioni con presenza di sedimenti fini e torbe.

Il morenico Wurm è litologicamente ascrivibile a depositi ghiaiosi e ciottolosi immersi in abbondante matrice sabbioso-limosa, privi di tracce evidenti di coperture di origine eolica.

#### Alluvioni Attuali e Recenti Terrazze (OLOCENE)

Sono rappresentate da materiali incoerenti prevalentemente sabbioso-ghiaiosi debolmente limosi e si localizzano sia nei fondovalle che lungo i paleoalvei.

Nell'area di studio, questi depositi sono ubicati principalmente in corrispondenza degli alvei e delle zone di pertinenza fluviale della Valascia di Castelnuovo e dei suoi affluenti ad Est del territorio comunale, mentre nel settore Nord-occidentale si rinvengono in corrispondenza del comparto fluviale del piccolo affluente in sponda destra del torrente Quadronna.

#### Depositi Palustri (OLOCENE)

Si rinvengono nelle piane retromoreniche di età più recente (Riss e Wurm) e si sono formate a seguito della ritirata dei ghiacciai e per difficoltà di scolo delle acque verso la pianura. Tali aree sono interessate dalla deposizione di torbe e materiali fini e nell'area di studio si osservano nel comparto Nord-orientale del Comune di Binago, in posizione retrostante al fronte morenico rissiano.

La topografia di tali aree, contraddistinta da morbidi avvallamenti delimitati da settori debolmente sopraelevati, tende a favorire processi di impaludamento creando difficoltà al regolare scorrimento delle acque meteoriche.

#### 4.1.2 Indagine geomorfologica

Il territorio comunale di Binago interessato dall'indagine geomorfologica è prevalentemente costituito da porzioni pianeggianti e collinari, caratterizzate dalla presenza di depressioni vallive più o meno pronunciate sviluppate prevalentemente in direzione N-S e solo parzialmente colmate da depositi alluvionali.

Il comparto in esame presenta una grande variabilità morfologica, in gran parte ereditata dagli eventi geologici (glaciazioni) succedutisi nell'ultimo milione di anni.

I caratteri morfologici presenti sono strettamente legati alla formazione e successiva evoluzione dell'anfiteatro morenico comasco, nonché alle sue superfici di deposito glaciale e fluvioglaciale.

All'originario substrato pre-quadernario, affiorante in sporadiche ed isolate emergenze rocciose a Nord del territorio studiato, localmente con presenza di versanti piuttosto acclivi, si alterna e sovrappone un considerevole volume di depositi morenici e sedimenti di origine fluvioglaciale, messi in posto durante le numerose fasi di avanzata e ritiro dei ghiacciai.

L'apparato morenico che occupa la parte Nord del settore in studio, appare piuttosto complesso, con cordoni appartenenti a fasi glaciali successive, separati da valli e conche, coperte da sedimenti di differente natura e origine. Le morene seguono le forme del rilievo pre-quadernario. Le morene della zona, soprattutto quelle più antiche, sono state interessate da ripetuti cicli erosivi che ne hanno demolito e frammentato l'originale continuità, rendendo spesso problematica la loro ricostruzione.

Gli archi morenici più recenti (Pleistocene medio-superiore) e meglio individuabili vanno a costituire almeno due allineamenti collinari sub-paralleli, con direzione NO-SE (Binago-Castelnuovo e Solbiate-Figliaro-Beregazzo). Sia tali sistemi, attribuiti al Riss, sia i sistemi collinari a morfologia più netta attribuiti ai vari stadi principali dell'ultima glaciazione wurmiana, disposti ad arco a Nord di Olgiate, hanno preso origine dalle lingue glaciali provenienti dal Lario comasco.

Tali depositi sono stati a loro volta parzialmente interessati dall'apporto di materiali di origine eolica, mentre negli ultimi millenni è stata particolarmente attiva la deposizione di alluvioni lungo le principali aste fluviali, oltre all'impaludamento di diverse aree retromoreniche.

Ad Ovest e Sud delle morene si sviluppano, con il tramite di ampie zone di transizione, superfici terrazzate di erosione-deposizione correlabili anch'esse ai principali eventi di avanzata e ritiro glaciale del Pleistocene.

Le superfici terrazzate più elevate e più antiche sono rappresentate dal pianalto Tradate-Appiano che si estende in senso Nord-Sud da Binago a Mozzate e presenta superfici caratterizzate da un intenso grado di dissecazione e complicazione morfologica; tali fenomeni hanno determinato una profonda alterazione pedogenetica dei materiali originari con conseguente origine dei cosiddetti "ferretti".

Le condizioni morfologiche del terrazzo sono piuttosto varie, generalmente riconducibili a superfici profondamente incise dai corsi d'acqua; sono inoltre presenti dorsali di denudamento-erosione prodotte dall'azione di degradazione delle acque meteoriche e incanalate sui materiali limoso-sabbiosi alterati scarsamente permeabili.

Nell'area in esame, il pianalto occupa estese porzioni territoriali e si estende a tutto il settore meridionale.

Attorno ai lembi del terrazzo ondulato più antico, interposti tra questi e le colline moreniche, si aprono ampie piane fluvioglaciali attribuite all'epoca rissiana a morfologia dolce, localmente separate dalle precedenti da scarpate. Nonostante la superficie di maggiore estensione di tale livello

si sviluppi a Sud del terrazzo di Tradate-Appiano, nell'area di indagine si osserva una stretta striscia di tale "terrazzo intermedio" che da Mozzate risale verso Nord fino ad Oltrona, Beregazzo, Binago. Tali superfici, così come le colline moreniche ad esse correlate, presentano fenomeni di alterazione pedogenetica meno spinta e substrato ghiaioso-ciottoloso intatto già a 5 metri di profondità.

Relativamente ai comparti alluvionali, nell'area di studio si individuano alcune aste torrentizie con vallate moderatamente pronunciate, per lo più colmate dai depositi alluvionali localmente terrazzati.

In particolare, nel settore meridionale del territorio in studio, il reticolo idrografico è rappresentato dal sistema fluviale del torrente VALASCIA di CASTELNUOVO BOZZENTE (affluente del Fontanile di Tradate), risulta impostato sui depositi fluvioglaciali mindelliani, le cui peculiarità idrogeologiche e meccaniche condizionano l'assetto e la densità di drenaggio della rete medesima. In prossimità del confine Sud con Venegono Inferiore, il suddetto torrente riceve la VALLE DI MONELLO in sponda destra.

Nell'ambito del comparto nord, si segnala un piccolo affluente del torrente Quadronna, le cui aste torrentizie raggiungono al massimo il II ordine gerarchico della classificazione di Strahler; l'incisione presenta un profilo trasversale a V.

### 4.1.3 Indagine geopedologica

La caratterizzazione geopedologica dell'area di studio è stata effettuata sulla base dei dati forniti dall'E.R.S.A.L. - Ufficio Suolo - relativamente al "Progetto Carta Pedologica – Suoli della Pianura e Collina Varesina" unitamente ai rilievi speditivi eseguiti sul terreno.

I suoli dell'area, indicati in ALLEGATO 1 – CARTA GEOLITOLOGICA E GEOPEDOLOGICA si inquadrano nel:

#### **SISTEMA M**

Anfiteatri morenici dell'alta pianura.

#### **SOTTOSISTEMA MI**

Depositi morenici intermedi (rissiani), costituiti da materiali mediamente alterati, sovente sepolti da coperture eoliche e/o colluviale.

#### **UNITA' CARTOGRAFICA 19**

Suoli molto profondi, con scheletro comune in superficie, abbondante in profondità; reazione subacida; tessitura media; drenaggio buono.

Rilievi isolati di cerchie moreniche successive con substrato ghiaioso-limoso non calcareo e moderata pietrosità; pendenza moderata (7-15%). L'uso del suolo prevalente è il seminativo (mais).

Capacità d'uso: una limitazione per l'utilizzo agronomico può essere il contenuto in scheletro che determina in alcune stagioni problemi di deficit idrico. L'orizzonte superficiale ha reazione subacida; è necessaria una particolare attenzione nella scelta dei concimi per evitare ulteriori abbassamenti del pH.

Valore naturalistico: Moderato

#### **UNITA' CARTOGRAFICA 21**

Suoli molto profondi, con scheletro scarso; reazione subacida; tessitura media; drenaggio buono.

Superfici di raccordo con le piane fluvioglaciali limitrofe con substrato ghiaioso-limoso non calcareo a pendenza bassa (2-5%). Gli usi del suolo prevalenti sono il prato ed il seminativo (mais).

Capacità d'uso: non esistono limitazioni di rilievo relativamente ai caratteri fisico-chimici ad eccezione del rischio di ulteriore acidificazione per l'introduzione di concimi a reazione acida.

Valore naturalistico: Basso

#### UNITA' CARTOGRAFICA 23

Suoli molto profondi, con scheletro scarso in superficie e frequente in profondità; reazione subacida; tessitura moderatamente grossolana; drenaggio buono.

Superfici interessate da rimaneggiamento fluvioglaciale, a substrato ghiaioso non calcareo in matrice limoso-sabbiosa. Gli usi del suolo prevalenti sono il prato ed il seminativo (mais).

Capacità d'uso: la limitazione per l'utilizzo agronomico è principalmente dovuta alla reazione acida dell'orizzonte superficiale.

Valore naturalistico: Basso

### SISTEMA R

Terrazzi subpianeggianti, rilevati rispetto al livello fondamentale della pianura.

#### SOTTOSISTEMA RA

Pianalti "mindelliani" maggiormente rilevati rispetto alle altre superfici terrazzate, costituiti da materiali fluvioglaciali grossolani molto alterati.

#### UNITA' CARTOGRAFICA 42

Suoli moderatamente profondi, limitati da fragipan, con scheletro assente; reazione subacida; tessitura media; drenaggio mediocre per la formazione di falde sospese al limite superiore del fragipan.

Superfici ondulate, con pendenza bassa o moderata (5-15%); rischio di erosione idrica moderato. L'uso del suolo prevalente è il bosco (pino silvestre; castagno e latifoglie).

Capacità d'uso: la limitazione principale è dovuta alla presenza del fragipan a meno di 1m di profondità che costituisce un limite alla radicazione ed al drenaggio delle acque meteoriche; durante i periodi asciutti causa indurimento del suolo e fessurazioni.

Valore naturalistico: Alto

#### UNITA' CARTOGRAFICA 46

Suoli moderatamente profondi, limitati da fragipan, con scheletro assente; reazione da acida a subacida; tessitura da media a moderatamente fine; drenaggio mediocre per la formazione di falde sospese al limite superiore del fragipan.

Superfici ondulate con pendenze da deboli a moderate (<10%). L'uso del suolo prevalente è il prato o il seminativo.

Capacità d'uso: la limitazione principale è dovuta alla presenza del fragipan a 80-100cm di profondità che condiziona la radicazione ed il drenaggio delle acque meteoriche; durante i periodi asciutti causa indurimento del suolo e fessurazioni. L'orizzonte superficiale ha reazione acida; è necessaria una particolare attenzione nella scelta e nell'effettuazione delle pratiche colturali.

Valore naturalistico: Alto

#### UNITA' CARTOGRAFICA 53

Suoli moderatamente profondi, limitati da substrato ciottoloso talvolta fortemente cementato (fragipan), con scheletro da comune a frequente; reazione acida; tessitura media; drenaggio moderatamente rapido.

Superfici fortemente inclinate, a morfologia accidentata, con pendenza elevata e molto elevata (35-70%) a elevato rischio di erosione per ruscellamento diffuso; substrato non calcareo prevalentemente limoso, profondamente alterato. L'uso del suolo prevalente è il bosco ceduo di robinia.

Capacità d'uso: la gestione di queste aree è fortemente condizionata dalle pendenze che impediscono le normali pratiche agronomiche.

Valore naturalistico: Basso

#### SOTTOSISTEMA RI

Terrazzi intermedi, rilevati rispetto al livello fondamentale della pianura ma ribassati rispetto ai pianalti mindelliani.

#### UNITA' CARTOGRAFICA 56

Suoli molto profondi, con scheletro da scarso ad abbondante; reazione subacida; tessitura da media a moderatamente fine; drenaggio buono.

Superfici modali dei terrazzi rissiani, a morfologia subpianeggiante o leggermente ondulata; substrato ciottoloso a matrice sabbioso-limoso. L'uso del suolo dominante è il seminativo avvicendato.

Capacità d'uso: le limitazioni agronomiche sono principalmente dovute alla reazione acida o subacida dell'orizzonte superficiale che costituisce un limite nella scelta delle colture e dei concimi da utilizzare.

Valore naturalistico: Moderato

#### SISTEMA V

Valli alluvionali e corrispondenti piani di divagazione dei corsi d'acqua olocenici

#### SOTTOSISTEMA VT

Superfici terrazzate costituite da "alluvioni antiche e medie" delimitate da scarpate d'erosione e variamente rilevate sulle piane alluvionali.

#### UNITA' CARTOGRAFICA 67

Suoli profondi, con scheletro da scarso a profondo; reazione da molto acida ad acida; tessitura media; drenaggio moderatamente rapido.

Incisioni dei terrazzi antichi con superfici a morfologia accidentata soggette a fenomeni erosivi; la pendenza è da moderata (10-15%) a molto elevata (35-60%); substrato limoso e ciottoloso variamente alterato.

L'utilizzazione prevalente del suolo è bosco ceduo spesso degradato.

Capacità d'uso: l'utilizzo agronomico è sostanzialmente impedito dalle pendenze medio-alte; solo localmente si incontrano superfici blande destinate a seminativo.

Valore naturalistico: Basso

## 4.2 INDAGINE IDROGEOLOGICA E IDROGRAFICA

### 4.2.1 Caratteristiche idrogeologiche

La ricostruzione litostratigrafica ed idrogeologica del comprensorio in esame, basata sull'analisi delle stratigrafie dei pozzi più significativi, consente l'identificazione di quattro principali Unità idrogeologiche (ALLEGATO 2A – SEZIONI LITOSTRATIGRAFICO-IDROGEOLOGICHE A-A' e B-B'):

- La prima è rappresentata dalle "Argille sotto il Ceppo" (età pliocenica), costituita essenzialmente da argille intercalate a sabbie fossilifere, sede localmente di acquiferi sfruttabili per l'approvvigionamento idrico. La profondità media a cui si rinviene questa unità è attorno ai 100m, in rapido approfondimento da Nord verso Sud;
- La seconda è individuata dalla sovrastante formazione conglomeratica del "Ceppo", talvolta delle spessore di qualche decina di metri e scarsamente cementata. Tale formazione affiora localmente lungo le incisioni delle principali aste fluviali e può pertanto essere alimentata dalle acque superficiali;
- La terza coincide con i depositi degli apparati morenici, litologicamente molto eterogenei e di spessore variabile. Poiché gli elementi litoidi più grossolani sono immersi in abbondante matrice limosa a bassa permeabilità, la trasmissività degli acquiferi risulta piuttosto ridotta;
- La quarta corrisponde ai depositi fluvioglaciali ed alluvionali recenti, a substrato prevalentemente ghiaioso ma con diffuse intercalazioni di livelli limosi e argillosi. Le superfici più antiche (Mindel) presentano al tetto suoli ad elevato grado di pedogenesi con spessori di diversi metri, la cui presenta ostacola notevolmente l'alimentazione degli acquiferi da parte delle acque superficiali. Localmente, nell'ambito dell'area terrazzata più antica già a partire da pochi metri di profondità dal p.c. si possono incontrare piccole falde idriche sospese, in genere con produttività ridotta ed a forte variabilità stagionale, contenute nei materiali limoso-argillosi alterati superficiali dei depositi a ferretto.

La continuità orizzontale degli acquiferi è spesso interrotta dalla presenza di rocce pre-quadernarie scarsamente permeabili per fratturazione ("Gonfolite") che localmente costituiscono gli spartiacque tra gli acquiferi riconducibili all'andamento delle principali linee di drenaggio superficiali. Le falde possono venire in contatto tra loro ed essere alimentate direttamente dalle precipitazioni meteoriche e dai corsi d'acqua lungo le incisioni fluviali.

### 4.2.2 Permeabilità dei depositi

La PERMEABILITA' esprime la capacità di un'unità litologica ad essere attraversata dall'acqua. In funzione della velocità di filtrazione verticale dell'acqua nelle unità litologiche si individuano le seguenti classi di permeabilità con la relativa caratterizzazione numerica (K = valore di permeabilità):

ELEVATA	$K > 10$	cm/sec
MEDIA	$10^{-3} < K < 10$	cm/sec
SCARSA	$10^{-7} < K < 10^{-3}$	cm/sec
MOLTO BASSA	$10^{-7} < K < 10^{-9}$	cm/sec
IMPEDITA	$K < 10^{-9}$	cm/sec

Questa metodologia ha consentito una zonazione del territorio in esame secondo il seguente schema:

#### ZONA A

E' caratterizzata da condizioni di permeabilità dei depositi BASSE e si localizza in corrispondenza dei terrazzi fluvioglaciali mindelliani ubicati al margine meridionale del territorio di Binago, superficialmente contraddistinte da ghiaia limosa e argillosa fortemente ferrettizzata. Tale zona vede la presenza della Classe di drenaggio del suolo di entità MEDIOCRE.

#### ZONA B

E' caratterizzata da condizioni di permeabilità dei depositi MEDIO-BASSE e comprendente l'esteso settore Centro-settentrionale ascrivibile alla totalità della deposizione morenica; i materiali relativi al fluvioglaciale rissiano sono caratterizzati da condizioni di permeabilità primaria Medie in dipendenza dal ridotto grado di alterazione superficiale dei depositi. Essa presenta condizioni di drenaggio del suolo BUONE.

#### ZONA C

E' caratterizzata da condizioni di permeabilità dei depositi ELEVATE e si localizza in corrispondenza delle aree alluvionali della Valascia di Castelnuovo.

Quest'ultimo settore vede la presenza esclusivamente della Classe di drenaggio del suolo BUONO; nell'ambito dei settori alluvionali, l'acqua è rimossa prontamente dal suolo, ma non rapidamente.

### **4.2.3 Censimento pozzi**

Nel territorio di indagine è stato effettuato un censimento dei pozzi idrici suddivisi fra pubblici per uso idropotabile e privati, sia per uso industriale, sia per uso agricolo.

Il pozzo idrico costituisce un elemento fondamentale in quanto permette di conoscere la struttura del sottosuolo attraverso le informazioni stratigrafiche e, attraverso la misurazione dei livelli piezometrici, di ricostruire l'andamento e la forma della superficie piezometrica.

Il censimento è stato effettuato mediante un'acquisizione dati preliminare presso l'Ufficio Tecnico dell'Amministrazione Comunale di Binago e dei Comuni limitrofi ed una serie di contatti telefonici volti alla valutazione della disponibilità e dell'idoneità all'esecuzione delle misure piezometriche (presenza di stratigrafia, accessibilità, agibilità, presenza della pompa).

Nella sottostante Tabella vengono riportate, per ciascun pozzo ubicato nel territorio comunale, le seguenti informazioni:

- numero identificativo (corrispondente alla numerazione convenzionale per i pozzi pubblici)
- proprietà
- profondità
- anno di costruzione
- uso

Pozzo n.	località / proprietà	profondità (m)	anno di costruzione	uso
<b>1</b>	Via Acacie – Binago / AMM. COM.	118.0	1989	potabile
<b>2</b>	Via Acacie – Binago / AMM. COM.	29.5	1967	potabile
<b>3</b>	Via Acacie – Binago / AMM. COM.	31.0	/	potabile
<b>4</b>	Via dei Caduti - Binago / AMM. COM.	100.0	/	inattivo
<b>5</b>	Località Cassinazza – Binago / AMM. COM.	62.0	2000	potabile
<b>1B</b>	Cassinazza – Binago / Privato	/	/	irriguo
<b>2B</b>	Monello – Binago / Privato	120.0	/	irriguo

In ALLEGATO 8 sono riportate le SCHEDE di censimento dei pozzi idropotabili del Comune di Binago ai sensi della D.G.R. n. 9/2616 del 30.11.2011 (all. 9).

#### 4.2.4 Piezometria

Nell'ambito dei pozzi idrici è possibile conoscere, mediante opportune misure, la posizione spaziale della superficie piezometrica rispetto al piano campagna e conseguentemente, rispetto al livello del mare.

La campagna di misure piezometriche ha previsto:

- contatto preliminare con tutte le proprietà al fine di accertare la disponibilità di dati stratigrafici nonché l'agibilità e l'accessibilità ai pozzi;
- disattivazione dei pozzi in uso almeno 8 ore prima della misura al fine di ottenere informazioni di tipo STATICO omogenee e confrontabili;
- misure del livello in ognuno dei pozzi.

Nella seguente Tabella vengono riportati i dati di soggiacenza e le quote assolute in metri s.l.m. relative ai pozzi di misura.

POZZO n./Località/Proprietà	LIVELLO STATICO (m)	QUOTA FALDA (m s.l.m.)
1 BINAGO– via Acacie/AMM. COM.	14.13	<b>362.18</b>
2 BINAGO– via Acacie/AMM. COM.	10.34	<b>361.13</b>
3 BINAGO– via Acacie/AMM. COM.	13.00	<b>358.16</b>
5 BINAGO– località Cassinazza/AMM. COM.	39.75	<b>359.25</b>

*Tabella 1 - Rilevazioni piezometriche*

Sulla base dei risultati della campagna di misure piezometriche è stata ricostruita la superficie piezometrica rappresentata in ALLEGATO 2 – CARTA IDROGEOLOGICA E DELLA CAPACITA' D'USO DEL SUOLO. L'andamento schematizzato in tratteggio è ipotizzato in quanto non esistono, all'esterno del campo-pozzi di via delle Acacie, sufficienti punti di misura tali da permettere inconfutabili interpolazioni.

La rappresentazione della superficie piezometrica consente di osservare quanto segue:

- Il valore di soggiacenza media in prossimità dei pozzi Acacie è compreso tra 14.0m e 11.0m procedendo da Est verso Ovest; nell'area considerata le curve isopiezometriche presentano tendenzialmente concavità orientata verso monte con una maggiore accentuazione della curvatura verso il settore occidentale. Il deflusso idrico sotterraneo appare pertanto orientato secondo la direttrice media E – O;
- In prossimità del comprensorio meridionale (terrazzo mindelliano) la soggiacenza si attesta attorno a 40.0-45.0m; come precedentemente accennato, nell'area in esame non si dispone di un sufficiente numero di captazioni al fine della ricostruzione piezometrica; tuttavia, in analogia con quanto osservato in territori limitrofi (Comuni di Venegono Inferiore e Venegono Superiore), il deflusso idrico sotterraneo potrebbe con ogni probabilità essere orientato da NE verso SO.

#### 4.2.5 Caratteristiche idrografiche

L'IDROGRAFIA generale dell'area è quella tipica della media pianura terrazzata lombarda, inserita tra la pianura alluvionale principale e i primi rilievi prealpini.

In questo settore, i corsi d'acqua hanno inciso i depositi quaternari, morenici e fluvioglaciali, originando valli moderatamente incise.

I caratteri generali della rete idrografica sono controllati solo marginalmente dalla situazione ed evoluzione geologico-strutturale degli adiacenti rilievi prealpini e, in maggior misura, dall'assetto morfologico dei depositi quaternari glaciali e post-glaciali.

I corsi d'acqua rappresentati in ALL. 3 - CARTA IDROGRAFICA E DI PRIMA CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA - fanno capo rispettivamente ai bacini idrografici del FONTANILE DI TRADATE e del TORRENTE QUADRONNA. Il primo comprende la gran parte del territorio comunale di Binago in posizione geografica centro-meridionale, mentre il secondo si localizza in prossimità del margine Nord-occidentale.

Il fontanile di Tradate prende origine nell'area morenica tra Binago e Figliaro (CO) con la denominazione di torrente **VALASCIA DI CASTELNUOVO**, incide il pianalto ferrettizzato con direzione NNE-SSO, piega verso SO, riceve il torrente S. Michele proveniente da Venegono Superiore e, attraversata Tradate, si dirige con corso artificiale nella pianura verso SSO fino a disperdersi nelle zone boscate tra Gorla e Cislago (Bosco di Rugareto).

La lunghezza dell'asta principale è pari a 18 km, mentre il bacino idrografico ha un'ampiezza di circa 40 kmq.

Relativamente alle caratteristiche generali della rete idrografica, si deve notare una netta differenziazione a seconda dei terreni sulla quale è impostata: in corrispondenza del terrazzo a ferretto, ovvero al margine meridionale del Comune, si sviluppano reticoli essenzialmente dendritici, localmente controllati da fattori morfologici o tettonici; più a Sud, soprattutto in territorio di Venegono nell'ambito dei depositi fluvioglaciali rissiani, si hanno percorsi idrografici naturali essenzialmente meandriiformi.

La vallata è incisa per profondità variabili da circa 2 a 8m e presenta all'interno tre ordini di piccoli terrazzi di natura ghiaioso-ciottolosa.

Il regime idraulico del corso d'acqua è prevalentemente torrentizio, al punto che, in assenza di piogge di modesta entità, l'alveo risulta completamente asciutto.

In occasione di precipitazioni molto intense e brevi o particolarmente prolungate, come testimoniano alcuni eventi storici, nel bacino del fontanile di Tradate si possono raccogliere portate idriche rilevanti che si concentrano pressochè totalmente nell'ambito delle incisioni torrentizie in virtù della scarsa permeabilità del substrato e delle moderate condizioni di drenaggio del suolo.

Questi aspetti determinano un livello di attività piuttosto elevato che si manifesta in una marcata erosione spondale dell'alveo, favorendo talora fenomeni di dissesto dei versanti.

Il bacino del torrente Quadronna occupa la porzione Nord-occidentale del territorio indagato nell'ambito dei terreni glaciali e fluvioglaciali di età intermedia (Riss). La porzione di bacino compresa nell'area di indagine rappresenta la porzione sommitale del sistema idrografico, le cui aste torrentizie raggiungono al massimo il II ordine gerarchico della classificazione di Strahler.

Il torrente Quadronna, che rappresenta uno dei principali affluenti del fiume Olona in sponda sinistra e le cui sorgenti sono ubicate tra Cagno, Solbiate e Binago, riceve un piccolo affluente che si sviluppa in territorio comunale, denominato **Valle di Rame.**

L'alveo di quest'ultimo, unitamente all'adiacente area di pertinenza idraulica, è caratterizzato da depositi alluvionali recenti prevalentemente costituiti da ghiaia e ciottoli debolmente sabbiosi e limosi incoerenti. Lungo il tracciato non si osservano fenomeni erosivi spondali. Relativamente alle problematiche idrauliche, si segnalano le periodiche esondazioni in corrispondenza della zona artificialmente incanalata prospiciente alla S.S. n. 342 – Briantea, segnalate in apposito studio idrologico redatto dalla scrivente su incarico dell'Amministrazione comunale. In quest'ultimo si evidenziano l'insufficienza idraulica di alcuni tratti artificialmente incanalati e gli interventi proposti per la riduzione del rischio idraulico del comparto.

Nell'ALL. 3 del presente studio si riporta la delimitazione del **bacino di contribuzione** del torrente in territorio comunale. In considerazione delle palesi problematiche idrauliche, nell'ambito di tale superficie non potranno essere autorizzati interventi edificatori di entità superiore all'edificazione singola e con estese superfici impermeabilizzate che vadano a gravare in maniera peggiorativa sulle condizioni del reticolo in termini di nuovi recapiti di acque bianche.

#### **4.2.6 Bacino idrografico del Fontanile di Tradate: geomorfologia e dinamica quaternaria**

E' stato eseguito un rilievo di dettaglio finalizzato alla caratterizzazione delle dinamiche geomorfologiche ed idrografiche in atto nell'ambito del bacino del fontanile di TRADATE all'interno del territorio comunale.

Durante il rilievo di campagna sono stati esaminati i seguenti fattori ritenuti caratterizzanti.

##### **ELEMENTI GEOMORFOLOGICI ED IDROGRAFICI**

Mappatura di dettaglio delle modificazioni degli alvei attuali. Individuazione e mappatura dei fenomeni di dissesto in atto quali erosioni spondali, fenomeni franosi, erosioni concentrate, tratti di alveo in erosione, deposizione o con tendenza all'approfondimento. Individuazione e mappatura di elementi idrografici quali alveo di piena, area di esondazione, depressioni naturali, specchi d'acqua.

##### **USO DEL SUOLO**

Individuazione e delimitazione di porzioni omogenee di territorio relativamente all'utilizzo del suolo. In particolare vengono indicate le seguenti tipologie: aree urbane, aree a bosco, aree a prato/incolto, eventuali coltivazioni agricole.

##### **BACINO DEL FONTANILE DI TRADATE**

Il bacino del fontanile di Tradate si colloca nella porzione centro-meridionale del territorio comunale di Binago; il comparto Sud è impostato sui depositi limoso-argillosi poco permeabili del terrazzo mindelliano, mentre verso Nord-Est interessa le unità sabbioso-ghiaiose poco alterate di età rissiana.

Il corso d'acqua in esame si origina in territorio di Binago (CO) con la denominazione di VALASCIA DI CASTELNUOVO e presenta un'asta principale orientata essenzialmente NE-SO; nell'area di studio, il tratto medio ed inferiore del corso d'acqua risulta fortemente inciso nei depositi del terrazzo a ferretto e non ha subito in epoche storiche sostanziali cambiamenti.

Al contrario, nel tracciato superiore l'alveo è meno approfondito e presenta andamento meandriforme; in tale posizione non risulta interessato da dissesti di natura erosiva.

Il torrente VALASCIA DI CASTELNUOVO presenta le peculiarità di un corso d'acqua a carattere torrentizio con lunghi periodi di scarse portate alternati a brevi periodi con portate elevate associate

a eventi meteorologici di particolare intensità e durata, innescando locali fenomeni di erosione e di dissesto, principalmente in corrispondenza del settore intermedio del bacino.

Le piogge più intense si concentrano in tarda primavera ed in autunno ed in particolare nei mesi di maggio, giugno ed agosto e nei mesi di ottobre e novembre, con valori massimi di 19 mm/giorno in media nel mese di maggio. Attualmente la larghezza media dell'alveo fluviale è pari a circa 3.00m, mentre l'altezza è compresa tra 3.5 e 5.0m; in prossimità del confine con Venegono Inferiore, il Valascia riceve la Valle di Monello che rappresenta, per dimensioni e capacità idraulica, il suo maggiore affluente in territorio di Binago.

La Valle di Monello prende origine nell'area fluvioglaciale mindelliana ed incide il pianalto con direzione Nord-Sud sino alla confluenza con il torrente Valascia. L'assetto idrografico è piuttosto semplice: l'alveo risulta piuttosto ridotto – largo appena 1.5m circa -, scavato e localmente meandriforme; si osservano locali fenomeni di erosione spondale, di dissesto geomorfologico e numerosi solchi lineari di approfondimento. Dal settore poco permeabile del terrazzo a ferretto, nel torrente Valascia di Castelnuovo confluiscono pochi altri tributari di importanza minore.

Dal punto di vista ambientale, la quasi totalità del bacino idrografico del torrente Valascia di Castelnuovo presenta un elevato valore botanico-naturalistico e risulta attualmente inserita nell'ambito della zona di tutela del Parco Regionale della Pineta di Appiano Gentile e Tradate.

#### ELEMENTI GEOMORFOLOGICI ED IDROGRAFICI

In questo paragrafo vengono descritti ed esaminati gli aspetti geomorfologici ed idrografici derivati dal rilievo di dettaglio che ha interessato il sistema del TORRENTE VALASCIA DI CASTELNUOVO ed il suo bacino, le cui evidenze sono riportate in ALLEGATO 3 - CARTA IDROGRAFICA E DI PRIMA CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA.

Di seguito vengono analizzate le singole problematiche con indicazione del numero progressivo di riferimento e del relativo toponimo, della causa determinante e degli effetti prodotti.

#### IDROGRAFIA SUPERFICIALE

Il rilievo geomorfologico ha evidenziato che le dinamiche legate all'idrografia superficiale presenti nel Comune di Binago sono concentrate pressochè esclusivamente lungo l'asta fluviale del Torrente VALASCIA DI CASTELNUOVO.

In particolare, gli episodi di **erosione spondale** nell'ambito del bacino si ubicano rispettivamente:

**1**

Percorso terminale del torrente Valascia, a valle della quota 365.9 m s.l.m.

Si rilevano numerosi fenomeni di erosione spondale, localizzati essenzialmente in corrispondenza dei lati esterni dei meandri. La lunghezza media dei fenomeni è pari a circa 50.0-60.0m, mentre l'altezza è solitamente attorno a 2.0m.

Sono possibilmente originati dalla elevata velocità e dalla vorticosità della corrente che determina, durante i periodi di piena, lo scalzamento al piede delle sponde favorito dalle caratteristiche litologiche ed idrauliche dei materiali.

Nell'ambito delle sponde messe a nudo dall'erosione è possibile osservare, dall'alto verso il basso, la seguente successione litostratigrafica:

- orizzonte pedogenetico: sabbia fine e media, limosa, di colore marrone-rossastro, con abbondante scheletro ghiaioso-ciottoloso angolare. Molto soffice; spessore 0.5m circa; leggermente umido;
- argilla e argilla limosa con evidente stratificazione centimetrica di colore marrone-beige a comportamento plastico; spessore 1.5m;
- argilla limosa con rari ciottoli arrotondati privi di alterazione, di colore marrone chiaro; spessore indicativo 0.50m.

### Area di esondazione

E' l'area di fondovalle del torrente Valascia interessata da fenomeni di esondazione durante eventi meteorologici particolarmente intensi o di durata eccezionale. L'area di esondazione si trova ai lati della fascia torrentizia canalizzata e rappresenta la zona inondabile dalle acque di piena. Tale settore rappresenta la zona più depressa della piana alluvionale e mostra allungamento nella direzione della valle.

**2**

### Area di fondovalle del torrente Valascia

Corrisponde all'estesa fascia territoriale disposta parallelamente all'alveo ed indica il settore che, durante episodi meteorologici di particolare intensità e/o durata, può essere interessato dalle acque fluviali determinando fenomeni di allagamento. In tale ambito, l'espansione della corrente all'esterno della fascia canalizzata avviene normalmente in concomitanza di sponde con elevazione rispetto al fondo dell'alveo pari o inferiori a 1.5/2.0m.

L'attuale utilizzo dell'area (bosco ceduo in prossimità dell'alveo; prato/incolto altrove) favorisce l'effetto della laminazione naturale delle acque di piena.

La delimitazione del settore di esondazione, così come compare in ALL. 3, è stata eseguita sulla base delle indicazioni storiche relative all'evento meteorologico critico del settembre 1995, confermate da osservazioni dirette di campagna.

### GEOMORFOLOGIA DI VERSANTE

Nell'ambito del territorio comunale di Binago viene rilevata la seguente situazione di dissesto del versante in corrispondenza del comparto alluvionale del torrente Valascia di Castelnuovo.

Il fenomeno di dissesto osservato viene di seguito descritto e cartografato in ALLEGATO 3. Il medesimo è contraddistinto dalla lettera A per agevolare l'immediato riscontro in carta.

---

## A

Ubicazione: settore sud-orientale del territorio comunale, in prossimità del confine con Castelnuovo Bozzente. Il fenomeno interessa la porzione di versante che delimita ad Ovest la valle del torrente Valascia.

Caratteristiche e Dimensioni: nicchia di degradazione a contorno semicircolare, con estensione longitudinale pari a 6.0/7.0m; altezza del fronte pari a circa 15.0m

Accumulo di frana: detriti di materiale franato, alberi crollati posti al margine della nicchia precedentemente descritta. L'alveo, alla data del rilievo, è completamente invaso da arbusti, rami, tronchi d'alberi. Si segnala la pericolosità di tale deposito ai fini idraulici in quanto, qualora venga trascinato a valle dalla corrente, potrebbe ostruire manufatti quali ponti o altri restringimenti artificiali della sezione.

Possibili cause: predisposto dalle condizioni litologiche e dall'elevata acclività della sponda (75-80%); possibilmente attivato sia da erosione al piede prodotta dalle acque incanalate, sia dall'azione delle acque selvagge provenienti dal versante.

Stato di attività: dissesto attivo per decorticamento superficiale della scarpata con distacco di detrito e crollo di alberi.

Possibile evoluzione: regressione della nicchia ed estensione laterale.

Condizioni della superficie: nicchia di degradazione in materiale affiorante. Al margine laterale del fronte, presenza di alberi crollati, a testimonianza della probabile estensione longitudinale del medesimo.

---

### Area di emergenza diffusa

Si individua nel settore centro-orientale del territorio comunale, in prossimità della zona di transizione dal terrazzo mindelliano alla pianura rissiana. Il comparto in oggetto vede la presenza di un'area di emergenza diffusa di acque sotterranee situata ad oriente della piazzola comunale di raccolta rifiuti e dell'area cimiteriale. Nell'ambito della superficie delimitata in cartografia, si osservano alcune sorgenti perenni la cui genesi è possibilmente riconducibile alla presenza di un limite di permeabilità indefinito all'interno di depositi fluvioglaciali che, nel complesso risultano contraddistinti da valori di permeabilità molto esigui. Tale area risulta interessata da fenomeni di ristagno e difficoltà di drenaggio delle acque meteoriche anche in virtù della particolare conformazione morfologica.

### USO DEL SUOLO

Nell'area del rilievo, gli elementi geomorfologici ed idrografici fondamentali sono rappresentati dalle aste del torrente Valascia e della Valle di Monello. La superficie globale interessata dalle ricognizioni di campagna, stimata in circa kmq 5.0, risulta occupata per il 70% da bosco, soprattutto in

corrispondenza delle aree a pendenza elevata e moderata che delimitano le incisioni vallive. La tipologia prevalente è la pineta nel settore Nord-Orientale; boschi di castagni e cedui, talora degradati nel settore centrale e meridionale.

La superficie adibita a COLTIVAZIONI AGRICOLE alla data del rilievo aveva estensione trascurabile; i limitati appezzamenti si ubicano principalmente in corrispondenza dell'area a specifica destinazione compresa tra la fascia boscata meridionale e l'abitato.

L'area urbanizzata, nella fattispecie rappresentata da edifici residenziali e strutture ricreative, occupa quasi il 25% della superficie cartografata.

La superficie ad INCOLTO-PRATO nell'area di pianura è pari a circa kmq 0.25. La sua presenza costituisce un elemento positivo, in quanto il suolo, localmente caratterizzato da drenaggio mediocre, svolge un'azione ritardante nei confronti della circolazione superficiale delle acque meteoriche.

### **4.3 INDAGINE GEOTECNICA**

Al fine di pervenire ad una prima CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA del sottosuolo del territorio comunale, si è proceduto all'Analisi dei risultati di **n. 10 campagne geognostiche** eseguite in territorio comunale e, più precisamente (la numerazione corrisponde ai punti di ubicazione in carta - ALLEGATO 3):

- Piano di caratterizzazione e di bonifica dell'area denominata "Fanghet" (1)
- Indagini geotecniche sull'area interessata dal P.A. 2 – vie del Morazzone, Acacie, Boffi (2);
- Indagine geologica relativa al Piano di Lottizzazione lato Est – zona industriale D3 (3);
- Indagine geologico-tecnica per il progetto di ampliamento della Scuola Media (4);
- Indagine geotecnica per il progetto di costruzione nuovo edificio scolastico – via Vigna Grande (5);
- Sondaggio esplorativo in località via delle Acacie – AGIP S.p.A. (6);
- Indagine geotecnica per la costruzione di fabbricato agricolo con annessa civile abitazione – strada per Vedano (7);
- Indagine geologica e geotecnica per la costruzione di nuovo Asilo Nido - piazza XXV Aprile (8);
- Indagine geotecnica per la costruzione di caseificio con annessa stalla e deposito attrezzi - località Casale Roccolo (9);
- Indagine geotecnica per la realizzazione di edificio residenziale – p.zza Vittorio Veneto (10).

L'ubicazione delle indagini è riportata in ALLEGATO 3 - CARTA IDROGRAFICA E DI PRIMA CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

#### **4.3.1 Analisi delle indagini geognostiche**

##### **Piano di caratterizzazione e bonifica dell'area denominata "Fanghet" (1)**

L'indagine ha comportato la realizzazione di n. 5 sondaggi geognostici spinti sino alla profondità di 4.0m, oltre al prelievo ed analisi chimiche su numerosi campioni di terreno a varie profondità. I risultati dell'indagine, che ha individuato QUATTRO unità omogenee dal punto di vista litostratigrafico, possono essere così sintetizzati:

##### **UNITA' 1**

profondità: dal p.c. a -2.30/-3.20 m

descrizione litologica: limo argilloso rossastro con sabbia e ghiaia fine;

##### **UNITA' 2**

profondità: da -2.30/-3.20 m a -4.00m

descrizione litologica: argilla limosa rossastra con sabbia e ghiaia fine.

Falda acquifera: profondità non rilevata

### **Indagini geotecniche sull'area interessata dal P.A. 2 – vie del Morazzone, Acacie, Boffi (2)**

La campagna d'indagine ha previsto n. 2 sondaggi a 10.0m di profondità dal p.c. e alcune prove penetrometriche S.P.T. Secondo quanto emerso, le unità geotecniche sono così caratterizzate:

#### **UNITA' GEOTECNICA 1**

profondità: dal p.c. a -1.50 m

descrizione litologica: limo argilloso - terreno di copertura vegetale (suolo)

angolo di attrito interno  $\phi$ : 15°

stato di addensamento: molto sciolto;

#### **UNITA' GEOTECNICA 2**

profondità: da -1.50 a -2.10 m

descrizione litologica: sabbia argillosa e limosa con ghiaia completamente alterata

angolo di attrito interno  $\phi$ : 23°-25°

stato di addensamento: sciolto;

#### **UNITA' GEOTECNICA 3**

profondità: da -2.10 a -7.50 m

descrizione litologica: ghiaia e sabbia moderatamente alterata in matrice limoso-argillosa

angolo di attrito interno  $\phi$ : 31°

stato di addensamento: moderatamente addensato;

#### **UNITA' GEOTECNICA 4**

profondità: da -7.50 a -10.00 m

descrizione litologica: sabbia limoso-argillosa con ghiaia alterata

angolo di attrito interno  $\phi$ : 28°-29°

stato di addensamento: sciolto.

Falda acquifera: profondità compresa tra -4.5/-4.8m dal p.c.

### **Indagine geologica relativa al Piano di Lottizzazione lato Est – zona industriale D3 (3)**

L'indagine ha comportato la realizzazione di n. 3 scavi d'assaggio omogeneamente ubicati nell'area di progetto. Le unità litostratigrafiche omogenee risultano così caratterizzate:

#### **UNITA' 1**

profondità: dal p.c. a -0.60 m

descrizione litologica: terreno di coltivo limoso-argilloso

#### **UNITA' 2**

profondità: da -0.60 a -1.9/-2.10 m

descrizione litologica: sottocoltivo argilloso-limoso

#### **UNITA' 3**

profondità: da -1.9/-2.10 m a -3.50 m

descrizione litologica: sabbia media debolmente argillosa con ghiaia e ciottoli  
Falda acquifera: profondità non rilevata

#### **Indagine geologico-tecnica per il progetto di ampliamento della Scuola Media (4)**

La campagna d'indagine ha previsto la realizzazione di n. 1 sondaggio a 10.0m di profondità dal p.c., n. 3 prove penetrometriche S.P.T. e n. 6 prove penetrometriche dinamiche (DPHS). Secondo quanto emerso, le unità geotecniche sono così caratterizzate:

##### **UNITA' GEOTECNICA 1**

profondità: dal p.c. a -1.60 m  
descrizione litologica: limo argilloso - terreno di copertura vegetale (suolo)  
angolo di attrito interno  $\phi$ : 25°  
stato di addensamento: molto sciolto;

##### **UNITA' GEOTECNICA 2**

(ubicata solo nel settore meridionale dell'area di cantiere)  
profondità: da -1.60 a -3.70 m  
descrizione litologica: sabbia con ghiaia  
angolo di attrito interno  $\phi$ : 35°  
stato di addensamento: mediamente addensato;

##### **UNITA' GEOTECNICA 3**

profondità: da -1.60 a -5.40 m  
descrizione litologica: ghiaia e sabbia alterata in matrice limoso-argillosa  
angolo di attrito interno  $\phi$ : 28°  
stato di addensamento: moderatamente addensato;

##### **UNITA' GEOTECNICA 4**

profondità: da -5.40 a -10.00 m  
descrizione litologica: ghiaia e sabbia molto compatta  
angolo di attrito interno  $\phi$ : 40°  
stato di addensamento: molto addensato.

Falda acquifera: profondità variabile nell'area di cantiere tra -1.0/-3.6m dal p.c.

#### **Indagine geotecnica per il progetto di costruzione nuovo edificio scolastico – via Vigna Grande (5)**

L'indagine ha comportato la realizzazione di n. 3 prove penetrometriche S.C.P.T. omogeneamente ubicate nell'area di progetto. Le unità geotecniche omogenee risultano così caratterizzate:

##### **UNITA' GEOTECNICA 1**

profondità: da -5.00 a -6.30 m  
angolo di attrito interno  $\phi$ : 23°;  
densità relativa  $D_r$ : 25%;  
stato di addensamento: sciolto;

##### **UNITA' GEOTECNICA 2**

profondità: da -6.30 a -7.50 m  
angolo di attrito interno  $\phi$ : 27°  
densità relativa Dr: 45%;  
stato di addensamento: mediamente addensato;

**UNITA' GEOTECNICA 3**

profondità: da -12.30 a -12.90 m  
angolo di attrito interno  $\phi$ : 30°  
densità relativa Dr: 60%;  
stato di addensamento: mediamente addensato.  
Falda acquifera: profondità non rilevata

**Sondaggio esplorativo in località via delle Acacie – AGIP S.p.A. (6)**

Le risultanze litostratigrafiche dell'indagine possono essere così sintetizzate:

**UNITA' 1**

profondità: dal p.c. a -1.00 m  
descrizione litologica: materiale di riporto sabbioso-ghiaioso;

**UNITA' 2**

profondità: da -1.00m a -4.40m  
descrizione litologica: limo argilloso debolmente sabbioso;

**UNITA' 3**

profondità: da -4.40m a -21.00m  
descrizione litologica: sabbia e ghiaia debolmente limosa;

**UNITA' 4**

profondità: da -21.00m a -22.70m  
descrizione litologica: conglomerato a cemento calcareo;

**UNITA' 5**

profondità: da -22.70m a -27.00m  
descrizione litologica: arenaria grigia alternata a ghiaia.

Soggiacenza acquifero: -8.5m dal p.c.

**Indagine geotecnica per la costruzione di fabbricato agricolo con annessa civile abitazione – strada per Vedano (7)**

La campagna d'indagine ha previsto la realizzazione di n. 2 prove penetrometriche S.C.P.T. omogeneamente ubicate nell'area di progetto. Secondo quanto emerso, le unità geotecniche sono così caratterizzate:

**UNITA' GEOTECNICA 1**

profondità: dal p.c. a -2.7/4.3 m  
descrizione litologica: limo argilloso - terreno di copertura vegetale (suolo)

angolo di attrito interno  $\phi$ : 19°  
stato di addensamento: molto sciolto;

UNITA' GEOTECNICA 2  
profondità: da -2.7/4.3 m a -8.1/8.4 m  
descrizione litologica: sabbia limosa  
angolo di attrito interno  $\phi$ : 25°  
stato di addensamento: poco addensato;

UNITA' GEOTECNICA 3  
profondità: da -8.1/8.4 m a -9.6 m  
descrizione litologica: sabbia e ghiaia alterata in matrice limoso-argillosa  
angolo di attrito interno  $\phi$ : 31°  
stato di addensamento: moderatamente addensato.

Falda acquifera: profondità non rilevata

### **Indagine geologica e geotecnica per la costruzione di nuovo Asilo Nido - piazza XXV Aprile (8)**

L'indagine ha comportato la realizzazione di n. 4 prove penetrometriche S.C.P.T. omogeneamente ubicate nell'area di progetto. Le unità litostratigrafiche omogenee risultano così caratterizzate:

UNITA' GEOTECNICA 1  
profondità: dal p.c. a -0.60/-1.20 m  
descrizione litologica: limo argilloso - terreno di copertura vegetale (suolo)  
angolo di attrito interno  $\phi$ : 20°  
stato di addensamento: molto sciolto;

UNITA' GEOTECNICA 2  
profondità: da -0.60/-1.20 m a -6.60/-6.90 m  
descrizione litologica: sabbia con ghiaia  
angolo di attrito interno  $\phi$ : 24°  
stato di addensamento: sciolto;

UNITA' GEOTECNICA 3  
profondità: da -6.60/-6.90 m a -7.20/-7.80 m  
descrizione litologica: ghiaia e sabbia alterata in matrice limoso-argillosa  
angolo di attrito interno  $\phi$ : 34°  
stato di addensamento: moderatamente addensato;

UNITA' GEOTECNICA 4  
profondità: da -7.20/-7.80 m a -7.50/-8.10 m  
descrizione litologica: ghiaia e sabbia molto compatta  
angolo di attrito interno  $\phi$ : 44°  
stato di addensamento: molto addensato.

Falda acquifera: -3.90 m dal p.c.

**Indagine geotecnica per la costruzione di caseificio con annessa stalla e deposito attrezzi - località Casale Roccolo (9)**

La campagna d'indagine ha previsto la realizzazione di n. 2 prove penetrometriche S.C.P.T. Secondo quanto emerso, le unità geotecniche sono così caratterizzate:

**UNITA' GEOTECNICA 1**

profondità: dal p.c. a -1.20/-2.40 m

descrizione litologica: limo argilloso - terreno di copertura vegetale (suolo)

angolo di attrito interno  $\phi$ : 19°

stato di addensamento: molto sciolto;

**UNITA' GEOTECNICA 2**

profondità: da -1.20/-2.40 m a -4.20 m

descrizione litologica: sabbia con ghiaia

angolo di attrito interno  $\phi$ : 23°

stato di addensamento: poco addensato;

**UNITA' GEOTECNICA 3**

profondità: da -4.20 m a -6.20 m

descrizione litologica: ghiaia e sabbia alterata in matrice limoso-argillosa

angolo di attrito interno  $\phi$ : 27°

stato di addensamento: poco addensato.

Falda acquifera: profondità non rilevata

**Indagine geotecnica per la realizzazione di edificio residenziale – p.zza Vittorio Veneto (10)**

L'indagine ha previsto l'esecuzione di n. 3 prove penetrometriche S.C.P.T. omogeneamente ubicate nell'area di progetto. Le unità litostratigrafiche omogenee risultano così caratterizzate:

**UNITA' GEOTECNICA 1**

profondità: dal p.c. a -3.60 m

angolo di attrito interno  $\phi$ : 30°

stato di addensamento: moderatamente addensato;

**UNITA' GEOTECNICA 2**

profondità: da -3.60 m a -4.80 m

angolo di attrito interno  $\phi$ : 29°

stato di addensamento: moderatamente addensato;

**UNITA' GEOTECNICA 3**

profondità: da -4.80 m a -6.90 m

angolo di attrito interno  $\phi$ : 30°

stato di addensamento: moderatamente addensato.

Falda acquifera: -2.40 m dal p.c.

#### **4.3.2 Considerazioni riassuntive**

Sulla base della caratterizzazione litostratigrafica derivata dall'esame delle indagini geognostiche eseguite in territorio comunale, risulta possibile individuare QUATTRO ambiti con differenti caratteristiche litologiche superficiali ai fini ingegneristici così identificabili – vedi ALLEGATO 3:

##### **ZONA A SABBIA ARGILLOSA CON GHIAIA E CIOTTOLI PREVALENTE**

Caratterizzata dalle stratigrafie della indagini geotecniche n. 1, 2, 3, 6 e 7, oltre che dalle successioni stratigrafiche dei pozzi comunali Acacie n. 1, 2 e 3.

Comprende le porzioni Nord-occidentale ed Orientale del Comune di Binago ed è contraddistinta da depositi sabbioso-limosi-argillosi eterogenei e da frazioni granulari ghiaioso-ciottolose, progressivamente meno alterate con la profondità. Il deposito è di origine fluvioglaciale.

Il complesso delle osservazioni effettuate consente una valutazione dei materiali costituenti l'immediato substrato pedogenetico che possono essere classificati come *"terreni con discrete qualità portanti, con permeabilità media"*.

Relativamente a tale Zona, ai fini ingegneristici si segnala la necessità di accertare in maniera puntuale durante la fase progettuale di nuovi interventi edificatori, l'esatta posizione della falda acquifera al fine di evitare possibili interferenze negative con elementi strutturali degli edifici o manufatti per lo smaltimento delle acque meteoriche nei primi strati del sottosuolo.

##### **ZONA A SABBIA CON GHIAIA localmente molto alterata PREVALENTE**

Caratterizzata dalle condizioni geotecniche riscontrate nei punti di indagine n. 4, 5, 8, 9 e 10.

Comprende la porzione Centro-settentrionale del Comune di Binago ed è caratterizzata da depositi ghiaioso-sabbiosi debolmente limosi ed argillosi talora abbondantemente ferrettizzati. Il deposito è di origine morenica.

Il complesso delle osservazioni effettuate consente una valutazione quantitativa dei materiali costituenti l'immediato substrato pedogenetico sino ad una profondità di circa 10.00 m dal p.c., che possono essere classificati come *"terreni con discrete qualità portanti, con permeabilità superficiale medio-bassa"*.

Dal punto di vista ingegneristico, valgono le medesime considerazioni riportate per la precedente Zona.

In relazione alle condizioni idrauliche del deposito, si segnala la possibilità di locali fenomeni di ristagno delle acque superficiali soprattutto in presenza di conche / depressioni naturali.

##### **ZONA A LIMO SABBIOSO E ARGILLOSO CON CIOTTOLI PREVALENTE**

Caratterizzata dalla successione stratigrafica del pozzo comunale n. 5 - Cassinazza.

Comprende le aree ubicate nel settore meridionale del comprensorio in esame, ascrivibili al terrazzo a ferretto.

E' contraddistinta dalla presenza di materiali eterogenei limoso-sabbioso-argillosi con ciottoli decimetrici, localmente molto alterati.

La formazione in esame è di origine fluvioglaciale.

Il complesso delle osservazioni effettuate consente una valutazione quantitativa dei materiali costituenti l'immediato substrato pedogenetico che possono essere generalmente classificati come *"materiali con mediocri qualità portanti, con permeabilità medio-bassa"*.

Relativamente a tale Zona, ai fini ingegneristici è necessario segnalare i seguenti aspetti fondamentali:

- in corrispondenza della superficie topografica, soprattutto in presenza di zone morfologicamente depresse o conche naturali, le acque meteoriche tendono a ristagnare anche per lunghi periodi a causa di condizioni di drenaggio del suolo di entità MEDIOCRE e della ridotta conducibilità idraulica del deposito litologico;
- localmente in tale zona, a debole profondità dal p.c. (-1.0/-3.0m), non è raro incontrare piccole falde idriche sospese che possono interferire con le strutture fondali o con i piani interrati degli edifici. Tali circolazioni sotterranee avvengono nell'ambito di sporadici intervalli di materiale grossolano permeabile all'interno di una massa di fondo prevalentemente poco permeabile.

Poiché a priori risulta assolutamente arbitraria la precisa localizzazione ed estensione di tali circolazioni idriche subsuperficiali, non è da escludere il riscontro delle medesime condizioni idraulico-geotecniche anche in aree limitrofe alla Zona di riferimento.

#### **ZONA A SABBIA LIMOSA CON GHIAIA PREVALENTE**

Comprende limitati settori di territorio in posizione orientale e, parzialmente, del comparto rissiano occidentale del Comune di Binago.

E' contraddistinta da depositi sciolti sabbiosi medio-fini con ghiaia da media a grossolana debolmente ciottolosa. Il deposito è di origine alluvionale.

Il complesso delle osservazioni effettuate consente una valutazione quantitativa dei materiali costituenti l'immediato substrato pedogenetico sino ad una profondità di circa 8.00 m dal p.c. Nei settori prospicienti gli alvei fluviali (Valascia di Castelnuovo, Valle di Monello, affluente del torrente Quadronna) si riscontrano "mediocri qualità portanti, con permeabilità dei materiali da media a localmente elevata".

#### **4.4 INFRASTRUTTURE, FORME, ELEMENTI LEGATI ALL'ATTIVITÀ ANTROPICA**

Sono stati individuati e cartografati i seguenti **Fattori antropici** intesi come **potenziali produttori di inquinamento dei corpi idrici sotterranei e superficiali** (vedi ALLEGATO 3 - CARTA IDROGRAFICA E DI PRIMA CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA):

##### **RETE FOGNARIA**

La rete fognaria comunale presenta una discreta distribuzione dei propri collettori sull'area urbana. Ciò premesso, non si hanno informazioni riguardo l'eventuale presenza di pozzi perdenti nel sottosuolo.

In ALLEGATO 3 viene rappresentata la rete fognaria delle acque miste, dei tratti separati neri e bianchi, nonché il tracciato del Collettore principale.

Si riportano infine gli sfioratori di piena dei sopraccitati collettori, nonché i numerosi dispersori della rete comunale delle acque bianche.

Gli obiettivi da perseguire per una corretta razionalizzazione del sistema fognario dovrebbero riguardare essenzialmente lo sdoppiamento dell'attuale rete mista comunale in tratti neri e bianchi, nonché la raccolta/recapito delle acque meteoriche e delle acque luride in tratti di fognatura separati per i nuovi insediamenti civili ed industriali.

##### **STRADA DI INTENSO TRAFFICO VEICOLARE**

La S.S. Briantea n. 342 attraversa il Comune in corrispondenza del margine Settentrionale; il suo tracciato è disposto secondo la direttrice E-O, mentre la lunghezza del percorso in territorio di Binago è pari a circa 2000m.

##### **CIMITERO**

L'area cimiteriale comunale si ubica nel settore Nord-Orientale del territorio di Binago.

##### **PIATTAFORMA DI STOCCAGGIO TEMPORANEO R.S.U.**

Si colloca anch'essa nella porzione Nord-Orientale del territorio comunale, in posizione adiacente al cimitero comunale. L'area in oggetto è a prevalente utilizzo agricolo. La struttura occupa complessivamente una superficie indicativa di 1.500 mq.

##### **AREA ESTRATTIVA DISMESSA**

E' localizzata nel settore Occidentale del territorio comunale, al confine con il Comune di Vedano Olona e si sviluppa su una superficie pari a circa 50.000 mq. L'area in esame è stata oggetto, in passato, di attività estrattiva di argilla. Lo spessore di materiali fini asportato risulta compreso tra 2.0 e 4.0m.

Infine, sono stati individuati e cartografati i seguenti **FATTORI ANTROPICI** intesi come **riduttori reali o potenziali di inquinamento delle acque sotterranee e superficiali**:

### **PIEZOMETRI DI MONITORAGGIO**

Sulla base della documentazione disponibile, nell'area di indagine sono stati censiti ed ubicati n. 6 pozzi di monitoraggio, localizzati nell'area circostante il campo-pozzi via Acacie dell'Acquedotto comunale.

Questi sono stati realizzati a seguito del provvedimento di ripermimetrazione delle aree di rispetto dei pozzi pubblici sopracitati, con la finalità di tenere costantemente sotto controllo lo stato qualitativo delle risorse.

I pozzi di monitoraggio sono localizzati idrogeologicamente a monte ed a valle delle captazioni idropotabili; l'analisi delle caratteristiche costruttive delle opere evidenzia l'estensione esclusivamente alla I falda acquifera.

### **AREE DI RISPETTO DEI POZZI AD USO IDROPOTABILE**

Sono state delimitate le aree di rispetto relative ai QUATTRO pozzi pubblici per uso potabile in territorio comunale a servizio dell'acquedotto di Binago.

Per i pozzi n. 1, 2, 3 (campo-pozzi via Acacie) e 5 (località Cassinazza) l'Amministrazione Comunale ha provveduto alla ridelimitazione delle superfici secondo il criterio temporale, in conformità con quanto indicato dalla D.G.R. n. 6/15137 del 27.06.1996.

Con il provvedimento di ridelimitazione inoltre viene ratificata un'area di rispetto complessiva dei pozzi n. 1, 2, 3, comprendente l'insieme delle tre aree.

All'interno di essa sono vigenti le prescrizioni e le limitazioni d'uso del territorio indicate dal D.Lgs. n. 152/2006. Per ciascuna captazione è inoltre vigente un'area di tutela assoluta con raggio di 10.0m, nell'ambito della quale è vietata qualsiasi attività od insediamento.

Infine, il pozzo comunale n. 4 (denominato "Binda") non viene più utilizzato per scopi idropotabili.

## **4.5 CARATTERIZZAZIONE SISMICA**

### Introduzione

Il rischio eventi sismici è costituito dalla possibilità che, sul territorio comunale, in un certo intervallo di tempo si risentano gli effetti di un sisma in grado di provocare danni alle persone, alle cose e all'ambiente.

Il terremoto è in una repentina liberazione di energia che si è andata accumulando nel tempo nello strato superficiale della terra. L'energia elastica può, ad un dato momento, superare la resistenza intrinseca delle rocce stesse; a questo punto, avviene la frantumazione delle rocce e la liberazione di energia che si trasmette sotto forma di:

- onde compressive o onde P;
- onde ondulatorie o onde S.

Il punto in cui inizia la "rottura" delle rocce si definisce ipocentro mentre la sua proiezione verticale sulla superficie terrestre viene definita epicentro.

Le onde P ed S si generano nell'ipocentro e sono chiamate onde di volume o onde interne. Quando le onde interne raggiungono la superficie si trasformano in parte in onde superficiali che si propagano dall'epicentro lungo la superficie terrestre, mentre si smorzano rapidamente in profondità. Tra queste le principali sono le onde Rayleigh e le onde Love. La trasmissione delle onde sismiche avviene attraverso le rocce ed i terreni con caratteristiche elastiche proprie.

### Legislazione vigente

Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, recante "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica".

L'ordinanza è nata dalla necessità di dare una risposta integrata alle esigenze poste dal rischio sismico a seguito del ripetersi di eventi calamitosi che hanno interessato anche zone non classificate sismiche.

L'ordinanza è intervenuta direttamente sull'aggiornamento della pericolosità sismica "ufficiale", ossia sulla classificazione sismica e sugli strumenti per progettare e costruire, ossia sulle norme tecniche per le costruzioni in zona sismica.

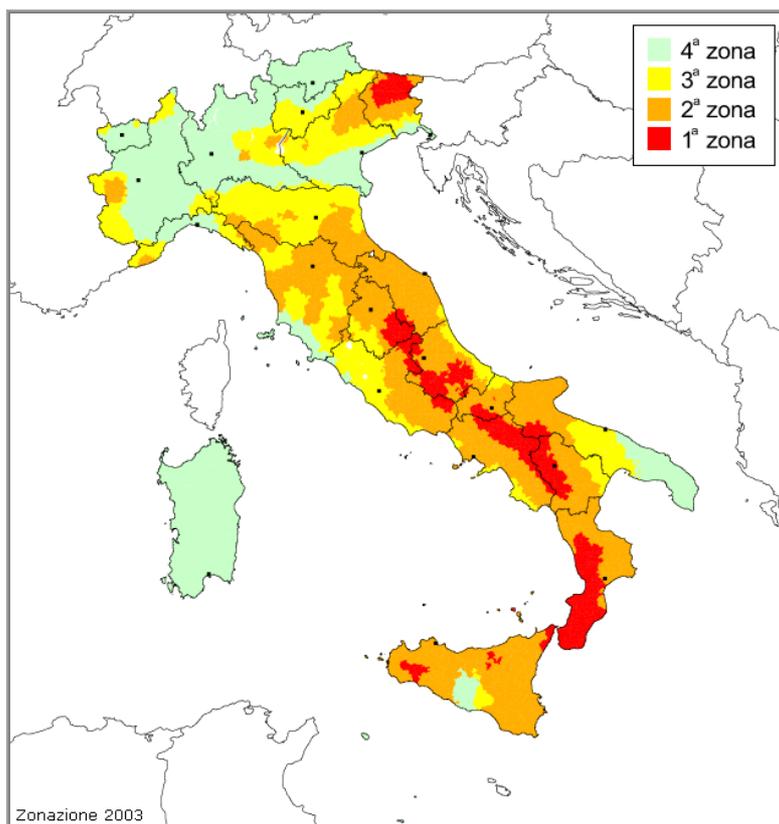
### Classificazione sismica del territorio (Art. 1 ed art. 2 comma 1)

All'Ordinanza è allegato il documento che definisce i "Criteri per l'individuazione delle zone sismiche – individuazione, formazione ed aggiornamento degli elenchi nelle medesime zone" (Allegato 1). La nuova classificazione è articolata in 4 zone, le prime tre corrispondono, dal punto di vista della relazione con gli adempimenti previsti dalla Legge 64/74, alle zone di sismicità alta (S=12), media (S=9) e bassa (S=6), mentre la zona 4 è di nuova introduzione ed in essa è data facoltà alle regioni di imporre l'obbligo della progettazione antisismica.

I suddetti Criteri prevedono che in prima applicazione, sino alle deliberazioni delle Regioni, le zone sismiche siano individuate sulla base del documento "Proposta di riclassificazione sismica del territorio nazionale", elaborato dal Gruppo di Lavoro costituito sulla base della risoluzione della Commissione Nazionale di Previsione e Prevenzione dei Grandi Rischi nella seduta del 23 aprile 1997, con alcune precisazioni che sostanzialmente fanno sì che i Comuni già classificati prima dell'ordinanza non possano essere assegnati ad una zona di pericolosità inferiore. Fra gli allegati all'Ordinanza è compresa la lista dei Comuni con la zona sismica corrispondente alla prima

applicazione dei criteri generali (Allegato A). Questa lista è dunque immediatamente operativa ai sensi dell'ordinanza.

A regime la procedura di formazione ed aggiornamento degli elenchi delle zone sismiche prevede la messa a punto, entro un anno, di una nuova mappa nazionale di riferimento, espressa in termini di accelerazione orizzontale di picco al suolo. Tale mappa sarà la base per gli aggiornamenti degli elenchi delle zone sismiche che le Regioni attueranno utilizzando i margini di tolleranza specificati nell'allegato 1. Della mappa di riferimento sono previste revisioni che la mantengano attuale rispetto al consolidarsi delle conoscenze nel settore.



*Zonazione sismica del territorio italiano – fonte Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia - 2003*

*Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche ai fini della formazione e dell'aggiornamento degli elenchi da parte delle Regioni.*

Le norme tecniche indicano 4 valori di accelerazione orizzontale (ag/g) di ancoraggio dello spettro di risposta elastico e le norme progettuali e costruttive da applicare. Il numero delle zone è pertanto 4. Ciascuna zona viene individuata secondo valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo (ag) con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, secondo il seguente schema:

zona	accelerazione orizzontale del suolo con probabilità di superamento del 10% in 50 anni (ag/g)	accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (ag/g)
1	>0.25	0.35
2	0.15-0.25	0.25
3	0.05-0.15	0.15
4	<0.05	0.05

La Regione Lombardia, con D.G.R. n. 7/14964 del 07.11.2003, ha emanato disposizioni preliminari per l'attuazione dell'Ordinanza P.C.M., recependo in via transitoria e sino a nuova determinazione, **l'elenco delle zone sismiche in Lombardia che prevede, nell'ambito della Provincia di Como, l'inserimento di tutti i Comuni nella zona 4 (bassa sismicità).**

Si dispone inoltre che le norme tecniche di cui all'Ordinanza si applichino obbligatoriamente agli edifici strategici ed opere infrastrutturali la cui funzionalità durante gli eventi sismici assume rilievo fondamentale ai fini della protezione civile e per gli edifici e per le opere infrastrutturali che possano assumere rilevanza in relazione alle conseguenze di un eventuale collasso. Tali edifici ed opere, tipologicamente individuati con D.d.u.o. n. 19904 del 21.11.2003 sono di seguito brevemente elencati (per completezza, si veda l'elenco completo riportato nel sopracitato provvedimento):

#### **edifici ed opere strategiche**

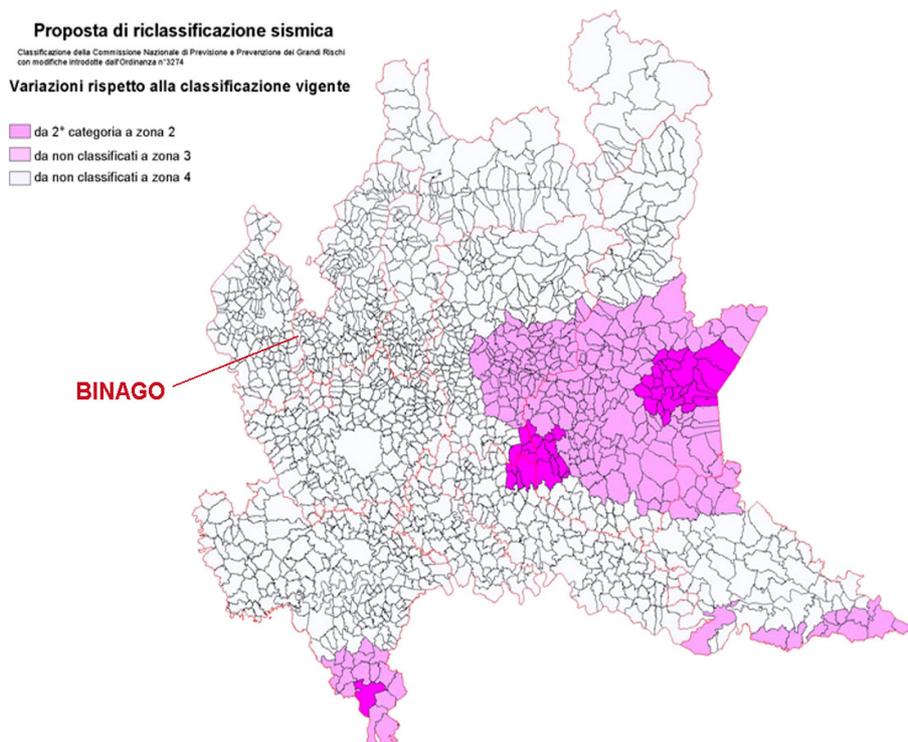
- edifici destinati a sedi dell'Amm. regionale, dell'Amm. provinciale, di Amm. comunali e di Comunità montane;
- sedi di sale operative per la gestione delle emergenze non di competenza statale (COM, COC); centri funzionali di protezione civile;
- edifici ed opere individuate nei piani di emergenza;
- ospedali e strutture sanitarie; sedi Az. Unità Sanitarie Locali; centrali operative 118

#### **edifici ed opere rilevanti**

- asili nido e scuole; strutture ricreative, sportive e culturali; locali di spettacolo ed intrattenimento;
- edifici aperti al culto;
- strutture sanitarie e socio-assistenziali per non autosufficienti;
- edifici/strutture aperte al pubblico per erogazione di servizi, adibiti al commercio, suscettibili di grane affollamento.

#### **opere infrastrutturali**

- punti sensibili (ponti, gallerie, strade, ferrovie) situati lungo arterie strategiche provinciali o comunali e quelle considerate strategiche nei Piani di emergenza Provinciali e Comunali;
- stazioni di linee ferroviarie a carattere regionale;
- porti, aeroporti ed eliporti (non di competenza statale) indicati nei Piani di emergenza;
- strutture connesse con produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica e di materiali combustibili (non di competenza statale);
- strutture connesse con il funzionamento degli acquedotti locali e con i servizi di comunicazione (radio, telefonia fissa e mobile);
- strutture industriali di produzione e stoccaggio di prodotti insalubri o pericolosi;
- opere di ritenuta di competenza regionale.



*Zonazione sismica del territorio regionale, adeguata rispetto all'OPCM (2003) – fonte Regione Lombardia*

#### **4.5.1 Analisi del rischio sismico nel territorio comunale – metodologia definita dalla D.G.R. n. 9/2616 del 30.11.2011**

##### Introduzione

Con le nuove direttive per la componente geologica a supporto dei PGT (L.R. n. 12/2005), la Regione Lombardia indica un metodo per l'impostazione delle verifiche in prospettiva sismica dei territori Comunali (Allegato 5).

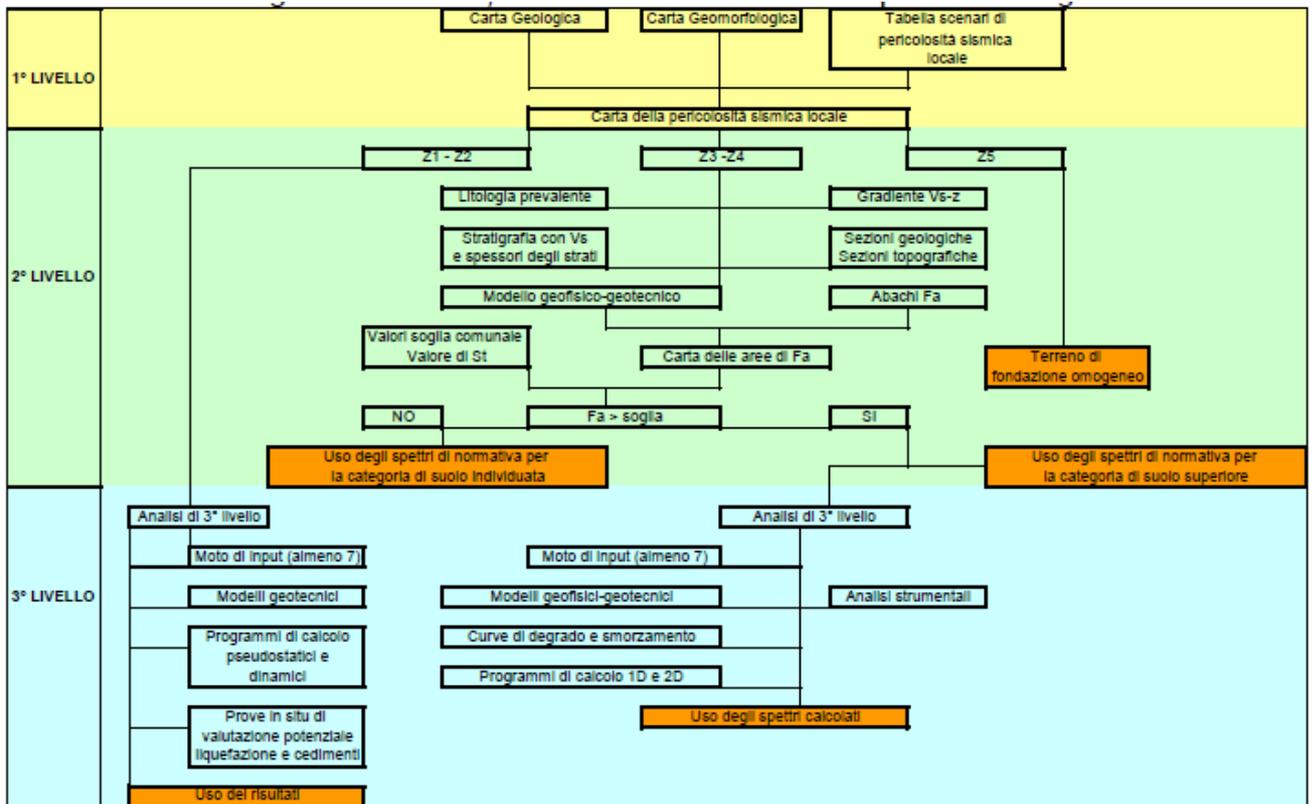
La metodologia prevede tre livelli di approfondimento con grado di dettaglio in ordine crescente: i primi due livelli sono obbligatori in fase di pianificazione, mentre il terzo è obbligatorio in fase di progettazione sia quando con il 2° livello si dimostra l'inadeguatezza della normativa sismica nazionale per gli scenari di pericolosità sismica locale caratterizzati da effetti di amplificazione, sia per gli scenari di pericolosità sismica locale caratterizzati da effetti di instabilità, cedimenti e/o liquefazione e contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse.

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

I nuovi criteri forniscono inoltre le indicazioni per l'analisi del rischio sismico, in attuazione all'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003.

La presente analisi è predisposta secondo i criteri dell'Allegato 5 della D.G.R. 9/2626/2011 ed è volta alla redazione della carta di Pericolosità Sismica Locale (PSL) che costituisce il 1° livello di approfondimento della componente sismica territoriale. Tale carta è redatta a partire dalle informazioni di carattere litologico e geotecnico riportate nei precedenti Capitoli integrate da informazioni di tipo morfologico.

I 3 livelli di approfondimento richiesti dalla normativa regionale, i percorsi e i dati necessari per la loro costruzione sono sintetizzati nel seguente schema:



Attraverso lo schema fornito dalla Regione Lombardia (tabella 1) è possibile perimetrare arealmente le varie situazioni tipo in grado di determinare diversi effetti sismici locali; questa perimetrazione costituisce il 1° livello di approfondimento e fornisce la base per l'applicazione dei livelli successivi (tabella 2).

<i>Sigla</i>	<i>SCENARIO PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE</i>	<i>EFFETTI</i>
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)	
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

Tabella 1 – scenari di pericolosità sismica

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

Tabella 2 – attribuzione della classe di pericolosità sismica e livello di approfondimento da raggiungere

Nei territori comunali classificati come Zona sismica 4 (cioè quelli che presentano il minor grado di rischio sismico e che precedentemente alla Ordinanza 3274 del 20/03/03 erano esclusi dalla zonazione perché ritenuti non sismici), ai quali appartiene il Comune di BINAGO, la normativa regionale prevede l'applicazione dei livelli successivi al 1°, secondo lo schema seguente:

	livelli di approfondimento e fasi di applicazione		
	1° livello fase pianificatoria	2° livello fase pianificatoria	3° livello fase progettuale
Zona sismica 4	obbligatorio	Nelle zone PSL Z3 e Z4 solo per edifici strategici e rilevanti (elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n. 19904/03)	- nelle aree indagate con il 2° livello quando Fa calcolato > valore soglia comunale proposto dalla Regione - nelle zone PSL Z1, Z2, e Z5 per edifici strategici e rilevanti

#### 4.5.1.1 Analisi di 1° LIVELLO

L'analisi di 1° livello rappresenta un approccio di tipo qualitativo e costituisce lo studio propedeutico ai successivi livelli di approfondimento. Essa si basa sulle osservazioni di carattere geologico e sulla raccolta di dati disponibili, quali:

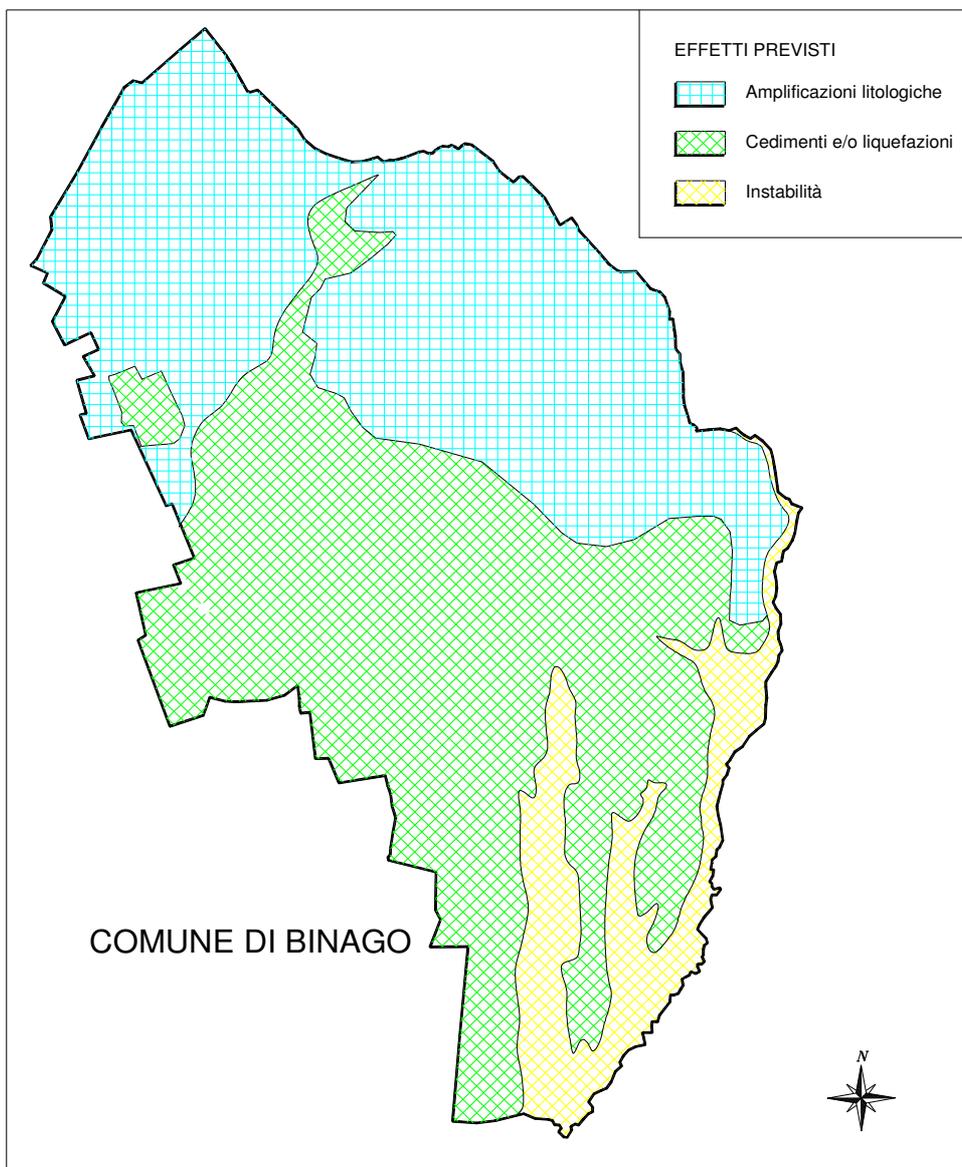
- cartografia topografica di dettaglio;
- cartografia geologica e dei dissesti;
- risultati disponibili di indagini geognostiche e geotecniche;
- analisi delle condizioni stratigrafiche generali;
- posizione e regime della falda;
- caratteristiche di consistenza e proprietà geotecniche dei terreni nelle condizioni naturali.

Nell'ALLEGATO 4 – CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE - viene riportata l'individuazione della situazione tipo in grado di determinare gli effetti sismici locali.

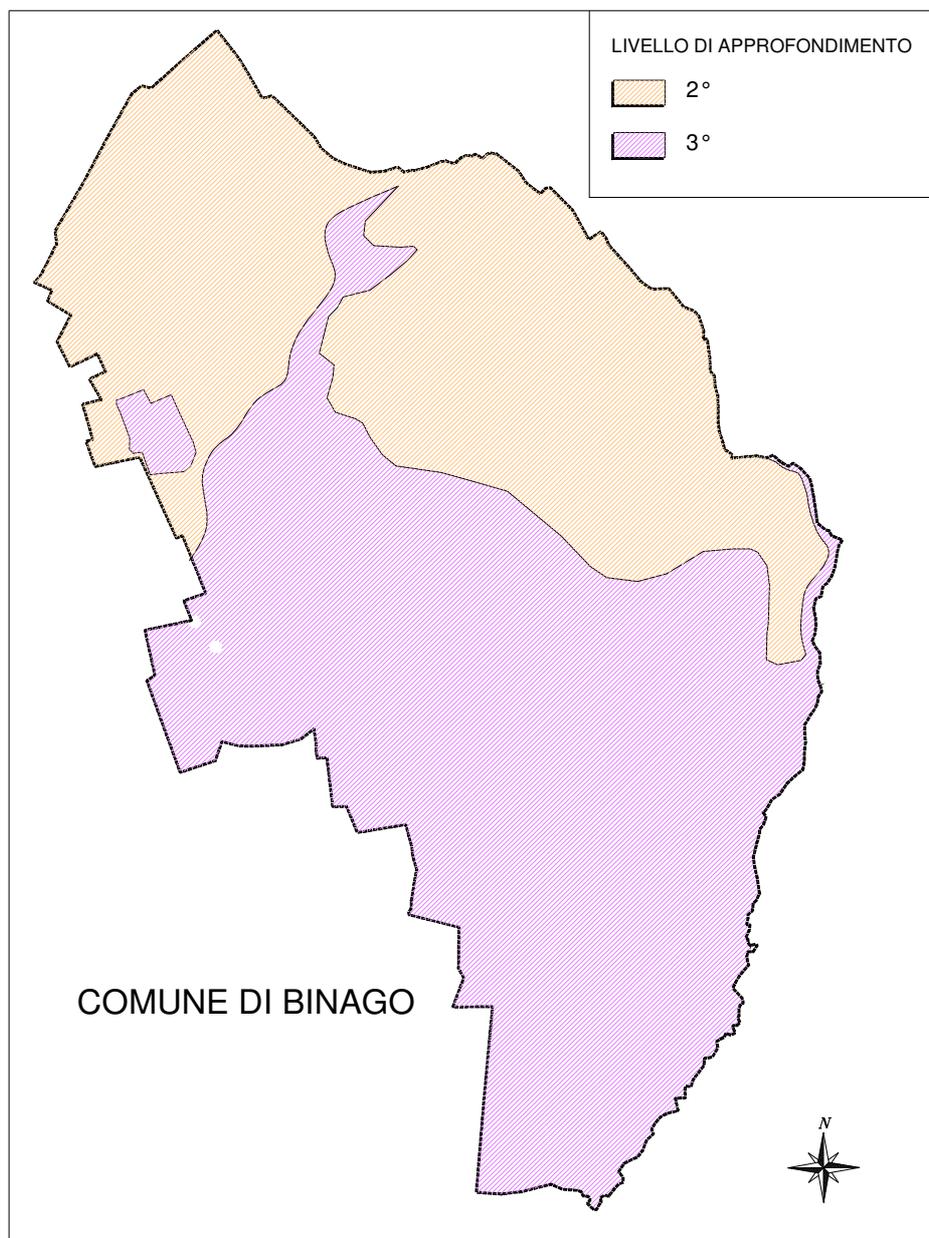
In particolare, nell'ambito del territorio comunale di BINAGO si distinguono le seguenti situazioni tipo così caratterizzate:

Sigla	Scenario di pericolosità sismica locale	Effetti	Classe di pericolosità sismica locale
<b>Z4a</b>	Zona con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi	Amplificazioni litologiche e geometriche	H2 – livello di approfondimento 2°
<b>Z4c</b>	Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (compresi le coltri loessiche)	Amplificazioni litologiche e geometriche	H2 – livello di approfondimento 2°
<b>Z2</b>	Zona con terreni di fondazione scadenti (terreni granulari fini e con locale presenza di falda sospesa e/o subaffiorante)	Cedimenti e/o liquefazioni	H2 – livello di approfondimento 3°
<b>Z1c</b>	Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana	Instabilità	H2 – livello di approfondimento 3°

Nell'immagine seguente viene illustrata la distribuzione degli effetti previsti sui terreni nel Comune di BINAGO considerando le caratteristiche litologiche e geotecniche degli stessi.



E' possibile quindi individuare il livello di approfondimento per lo scenario di pericolosità sismica individuato, così come graficamente illustrato nella seguente figura:



#### 4.5.1.2 Analisi di 2° LIVELLO

Si tratta della caratterizzazione semi-quantitativa degli effetti di amplificazione attesi nelle zone perimetrare nella carta di pericolosità sismica locale che fornisce una stima della risposta sismica dei terreni in termini di valore del Fattore di Amplificazione (Fa).

Con riferimento all'ALLEGATO 4 - CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE – per il Comune di BINAGO le analisi di 2° livello si applicano alle **ZONE Z4a** e **Z4c** per le sole tipologie costruttive strategiche e rilevanti (elenco tipologico di cui al D.d.u.o. n. 19904 del 21.11.2003).

### Caratterizzazione del sito dal punto di vista sismico

Per la classificazione del sito è necessario conoscere le caratteristiche stratigrafiche del sottosuolo dell'area indagata. In particolare devono essere noti:

- il numero e lo spessore degli strati di copertura, cioè dei livelli sovrastanti il bedrock o il bedrock-like, intendendo con questi termini l'eventuale substrato roccioso (bedrock) o uno strato sciolto (bedrock-like) con velocità delle onde S nettamente maggiore dei livelli superiori, generalmente con valori oltre i 500-700 m/s;
- la velocità delle onde S negli strati di copertura.

La caratterizzazione può essere effettuata utilizzando prove penetrometriche dinamiche (SPT o SCPT) o statiche (CPT) o attraverso la sismica a rifrazione.

La metodologia utilizzata per il territorio di BINAGO si riferisce alla prima categoria di misurazioni, non essendo disponibili risultati relativi alla seconda ed alla terza citata.

### Caratterizzazione del terreno attraverso prove penetrometriche dinamiche (SCPT)

Esistono in letteratura molte formule empiriche che consentono di correlare il valore di  $N_{spt}$  (numero di colpi per 30 cm di avanzamento) con la velocità delle onde S nel terreno.

Tra le più utilizzate, la relazione di Otha e Goto (1978) viene anche consigliata dal Manuale internazionale TC4 per la zonazione dei rischi geotecnici.

La formula, che tiene conto sia dell'età del deposito che della sua granulometria dominante, ha la seguente espressione:

$$V_s (m/s) = 68 N_{spt}^{0.17} D^{0.2} EF$$

dove

D(m) è la profondità media dello strato dal piano campagna;

E è un fattore che tiene conto dell'età del deposito;

F è un coefficiente funzione della granulometria dominante dello strato.

Per la stima della velocità delle onde S nel substrato, in mancanza di dati derivanti da misurazioni dirette (sismica a rifrazione), viene utilizzata la seguente formula:

$$V_s (m/s) = V_p \sqrt{\frac{1-2\sigma}{2-2\sigma}}$$

dove

$\sigma$  è il coefficiente di Poisson dello strato, mediamente uguale a 0.25 nelle rocce e 0.35 nei terreni sciolti;

$V_p$  rappresenta la velocità delle onde P, il cui range è ricavabile da apposite tabelle.

Relativamente alla porzione indagata del territorio di BINAGO, per le zone sismiche di riferimento Z4a e Z4c si ricavano i seguenti valori medi:

Zona sismica <b>Z4a</b>	Profondità dell'intervallo (m)	SPT medio	$\gamma$ (t/m c)	Età del deposito	Vs (m/sec)
	2,0	2	1,9	Pleistocene	145
	7,5	7	1,95	Pleistocene	190
	10,0	17	2,0	Pleistocene	240
	80,0	/	2,2	Oligocene	850

Zona sismica <b>Z4c</b>	Profondità dell'intervallo (m)	SPT medio	$\gamma$ (t/m c)	Età del deposito	Vs (m/sec)
	4,5	3	1,9	Pleistocene	157
	7,5	8	1,95	Pleistocene	202
	10,0	18	2,0	Pleistocene	250
	80,0	/	2,2	Oligocene	850

Classificazione del sito - Metodo previsto dall'Ordinanza 3274

La Normativa Italiana (Ordinanza 3274), coerentemente con quanto indicato nell'Eurocodice 8, prevede una classificazione del sito in funzione sia della velocità delle onde S nella copertura, sia dello spessore della stessa. Vengono identificate 5 classi (A, B, C, D ed E) ad ognuna delle quali è associato uno spettro di risposta elastico. Lo schema indicativo di riferimento per la determinazione della classe del sito è il seguente:

Classe	Descrizione
A	Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi caratterizzati da valori di Vs30 superiori a 800 m/s, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 5 m.
B	Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30, compresi fra 360 m/s e 800 m/s (Nspt>50 o coesione non drenata >250 kPa).
C	Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate o di argille di media consistenza, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di Vs30 compresi fra 180 e 360 m/s (15<Nspt<50, 70<cu<250 kPa).
D	Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti caratterizzati da valori di Vs30<180 m/s (Nsp<15, cu<70 kPa).
E	Profili di terreno costituiti da strati superficiali non litoidi (granulari o coesivi), con valori di Vs30 simili a quelli delle classi C o D e spessore compreso fra 5 e 20 m, giacenti su un substrato più rigido con Vs30>800 m/s.

Per Vs30 si intende la media pesata delle velocità delle onde S negli strati fino a 30 metri di profondità dal piano di posa della fondazione, calcolata secondo la relazione:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_{si}}}$$

In generale il fenomeno dell'amplificazione sismica diventa più accentuato passando dalla classe A alla classe E. Alle cinque categorie descritte se ne aggiungono altre due per le quali sono richiesti studi speciali per la definizione dell'azione sismica da considerare.

Classe	Descrizione
S1	Depositi costituiti da, o che includono, uno strato spesso almeno 10 m di argille/limi di bassa consistenza, con elevato indice di plasticità ( $IP > 40$ ) e contenuto di acqua, caratterizzati da valori di $V_{s30} < 100$ m/s ( $10 < c_u < 20$ kPa).
S2	Depositi di terreni soggetti a liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria non rientrante nelle classi precedenti.

Secondo la metodologia dell'ordinanza 3274, il sito in esame appartiene **alla CLASSE C con  $V_{s30} = 220,0$  m/sec.**

Determinazione del rischio sismico – metodologia definita dalla D.G.R. n. 9/2616 del 30.11.2011 per analisi di 2° LIVELLO

La procedura di tipo semiquantitativa, fornisce la stima quantitativa della risposta sismica del terreno in termini di valore di Fattore di amplificazione ( $F_a$ ); lo studio è condotto con metodi quantitativi semplificati, validi per la valutazione delle amplificazioni litologiche e morfologiche e sono utilizzati per caratterizzare l'area di studio in funzione del valore di  $F_a$ .

Il valore di  $F_a$  si riferisce agli intervalli di periodo tra 0.1-0.5 s e 0.5-1.5 s: i due intervalli di periodo nei quali viene calcolato il valore di  $F_a$  sono stati scelti in funzione del periodo proprio delle tipologie edilizie presenti più frequentemente nel territorio regionale; in particolare l'intervallo tra 0.1-0.5 s si riferisce a strutture relativamente basse, regolari e piuttosto rigide, mentre l'intervallo tra 0.5-1.5 s si riferisce a strutture più alte e più flessibili.

Nell'applicazione della procedura regionale si sono utilizzati i seguenti parametri:

- litologia prevalente (sabbia limosa e sabbia con ghiaia), dedotta dai sondaggi e dall'interpretazione dei dati delle prove SCPT disponibili (Paragrafo 4.3);
- stratigrafia del sito desunta dalle prospezioni eseguite a scopo idropotabile (ALLEGATO 8 – stratigrafie; ALLEGATO 2A – Sezioni idrogeologico-stratigrafiche);
- andamento delle  $V_s$  con la profondità fino a valori pari o superiori a 800 m/s; spessore e velocità di ciascun strato (anche mediante confronto con i valori desunti dalla letteratura, in analogia con situazioni litostratigrafiche simili e/o contermini- attendibilità media).

Zona sismica <b>Z4a</b>	Profondità dell'intervallo (m)	$\gamma$ (t/mc)	$V_s$ (m/sec)
	2,0	1,9	145
	7,5	1,95	190
	10,0	2,0	240
	30,0	2,0	400
	60,0	2,1	550
	80,0	2,2	850

Zona sismica Z4c	Profondità dell'intervallo (m)	$\gamma$ (t/mc)	Vs (m/sec)
	4,5	1,9	157
	7,5	1,95	202
	10,0	2,0	250
	30,0	2,0	400
	60,0	2,1	550
	80,0	2,2	850

Attraverso l'analisi dei parametri sopra riportati e della litologia prevalente, si stabilisce che le condizioni riscontrate nelle ZONE SISMICHE Z4a e Z4c siano rappresentate dalla scheda di riferimento LIMOSO-SABBIOSA - TIPO 2 (ALLEGATO 5 – DGR n. 9/2616 del 30.11.2011) di seguito riportata.

EFFETTI LITOLOGICI – SCHEDA LITOLOGIA LIMOSO – SABBIOSA TIPO 2

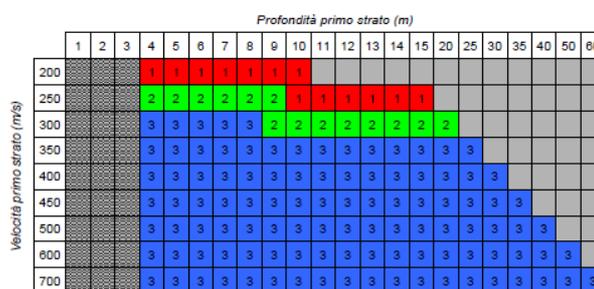
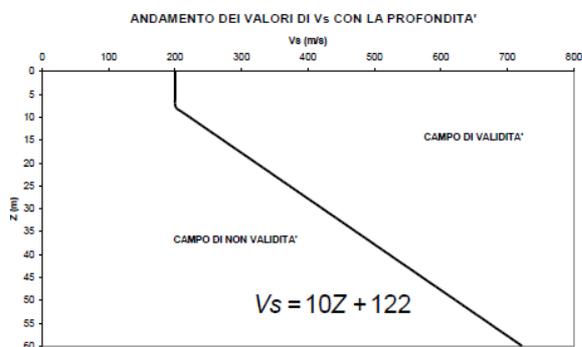
**PARAMETRI INDICATIVI**

**GRANULOMETRIA:**  
Da limi con sabbie debolmente ghiaiose a limi debolmente sabbioso-argillosi passando per limi con sabbie, limi debolmente argillosi, limi debolmente sabbiosi, limi debolmente ghiaiosi e sabbie con limi debolmente argillosi

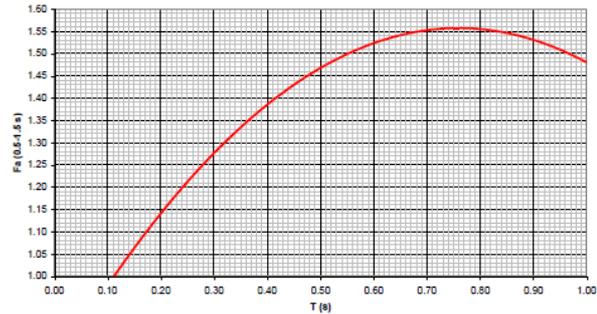
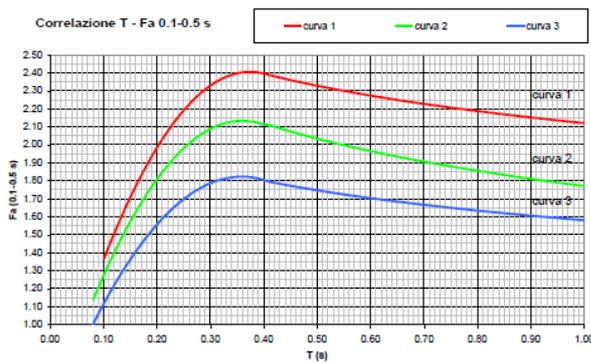
**NOTE:**  
Comportamento coesivo  
Frazione limosa ad un massimo del 95%  
Presenza di clasti immersi con  $D_{max} < 2-3$  cm  
Frazione ghiaiosa fino ad un massimo del 10%  
Frazione sabbiosa fino ad un massimo del 45%  
Frazione argillosa fino ad un massimo del 15%  
A FIANCO: range di valori per alcuni parametri geotecnici significativi validi per limi sabbiosi debolmente argillosi

**FUSO GRANULOMETRICO INDICATIVO**

PARAMETRO	INTERVALLO
Peso di volume naturale	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ] 18.5-19.5
Peso specifico particelle solide	$\gamma_s$ [kN/m <sup>3</sup> ] 26.0-27.9
Contenuto d'acqua naturale	w [%] 25-30
Limite di liquidità	w <sub>L</sub> [%] 25-35
Limite di plasticità	w <sub>p</sub> [%] 15-20
Indice di plasticità	I <sub>p</sub> [%] 5-15
Indice dei vuoti	e 0.6-0.9
Grado di saturazione	S <sub>r</sub> [%] 90-100
Coefficiente di spinta a riposo	K <sub>0</sub> 0.4-0.5
Indice di compressione	C <sub>c</sub> 0.10-0.30
Indice di rigonfiamento	C <sub>s</sub> 0.03-0.05
Coefficiente di consolidazione secondaria	C <sub>α</sub> 0.002-0.006
Numero colpi prova SPT (nei primi 10 m)	N <sub>spt</sub> 0-20



Correlazione T - Fa 0.5-1.5 s



$$Fa_{0.5 \ 1.5} = -1.33T^2 + 2.02T + 0.79$$

Curva	Tratto polinomiale	Tratto logaritmico
1	$0.10 < T \leq 0.40$	$0.40 < T \leq 1.00$
	$Fa_{0.1-0.5} = -13.9T^2 + 10.4T + 0.46$	$Fa_{0.1-0.5} = 2.12 - 0.30LnT$
2	$0.08 < T \leq 0.40$	$0.40 < T \leq 1.00$
	$Fa_{0.1-0.5} = -12.8T^2 + 9.2T + 0.48$	$Fa_{0.1-0.5} = 1.77 - 0.38LnT$
3	$0.05 < T \leq 0.40$	$0.40 < T \leq 1.00$
	$Fa_{0.1-0.5} = -10.6T^2 + 7.6T + 0.46$	$Fa_{0.1-0.5} = 1.58 - 0.24LnT$

Il periodo proprio del sito T necessario per l'utilizzo della scheda di valutazione è calcolato considerando tutta la stratigrafia fino alla profondità in cui il valore della velocità Vs è uguale o superiore a 800 m/s ed utilizzando la seguente equazione:

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

dove hi e Vsi sono lo spessore e la velocità dello strato i-esimo del modello.

Nell'ambito del territorio di BINAGO, in riferimento alle zone sismiche individuate, si ricava un uguale valore di T:

**Zona sismica Z4a** T = 0,70

**Zona sismica Z4c** T = 0,70

Sulla base delle approssimazioni introdotte, il grado di attendibilità del dato complessivo calcolato è da intendersi Medio.

La procedura prevede di valutare il valore di Fa con la scheda di valutazione e di confrontarlo con il corrispondente valore di soglia, considerando una variabilità di ± 0.1 che tiene in conto la variabilità del valore di Fa ottenuto dalla procedura semplificata. In particolare, si ottiene:

<b>per 0.40 &lt; T ≤ 1.0</b>	<b>Fa(0.1 - 0.5s) = 2,23 (&gt; 1,8: valore soglia determinato da Regione Lombardia)</b>
	<b>Fa(0.5 - 1.5s) = 1,37 (&lt; 2,4: valore soglia determinato da Regione Lombardia)</b>

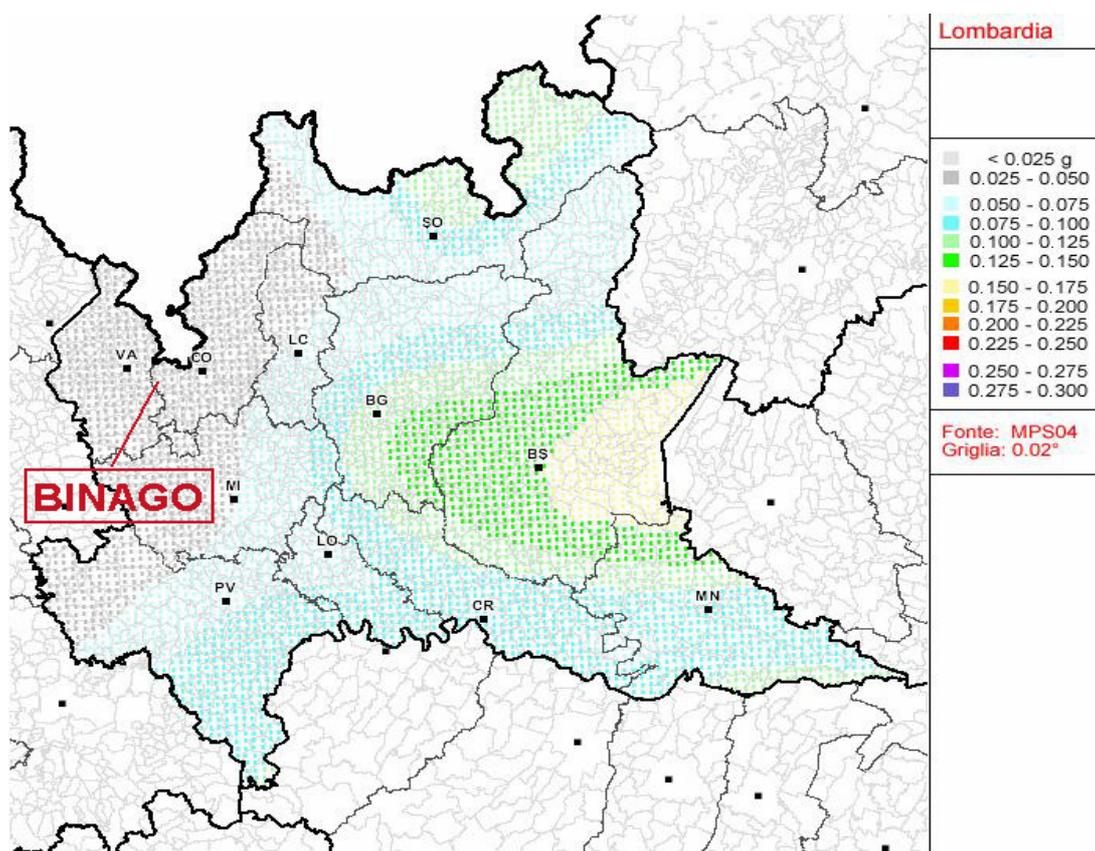
#### 4.4.2 Determinazione del rischio sismico – metodologie desunte dalla letteratura in materia

Per ovviare alle possibili incertezze derivanti dall'adattamento del metodo definito dall'Allegato 5 della D.G.R. n. 8/7374/2008 alla situazione in esame, nei successivi paragrafi si riportano due metodi di 2° livello per la determinazione del  $F_a$  desunti dalla letteratura in materia (Medvedev, 1960; Midorikawa, 1987), oltre ad un metodo di 1° livello (Scenari di Barosh, 1969), i cui risultati verranno opportunamente confrontati con il precedente.

##### 4.4.2.1 Valutazione del sisma di progetto

Al fine di definire l'assetto sismico del Comune di BINAGO sono state esaminate le seguenti informazioni pubblicate dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia:

- la mappa di pericolosità sismica di riferimento per il territorio nazionale;
- il catalogo sismico.



Mappa di Pericolosità Sismica – fonte INGV

Nella mappa vengono rappresentati i diversi valori di accelerazione ( $a_g$ ) orizzontale massima convenzionale per suoli di tipo A, ai quali ancorare lo spettro di risposta elastico. Ogni zona è individuata mediante valori di accelerazione massima del suolo ( $a_g$ ) con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, riferiti a suoli rigidi caratterizzati da  $V_s > 800$  m/sec.

Il territorio comunale di BINAGO ricade nell'area con valori di ag compresi tra 0,025 e 0,050 g che caratterizzano aree a pericolosità sismica molto bassa.

Per ottenere la massima accelerazione di picco prevedibile nel sito per un determinato tempo di ritorno si è adottato l'approccio probabilistico-statistico di Gumbel. La procedura utilizzata prevede i seguenti passaggi:

- Dal Catalogo Sismico si estraggono gli eventi sismici con epicentro ricadente all'interno di un'area di 200-300 km di lato (2-3 gradi di latitudine e longitudine circa) centrata sul sito indagato, utilizzando come riferimento lo schema proposto dal G.N.D.T. e considerando i terremoti che ricadono nella zona sismogenetica di competenza.
- Si trasformano i valori di intensità sismica degli eventi selezionati nei corrispondenti valori di magnitudo con la relazione, consigliata dal G.N.D.T.,
 
$$M = \frac{I + 1.93}{1.78}$$
- Si calcola la distanza di ogni singolo epicentro dal sito indagato e quindi, applicando una delle leggi di attenuazione sismica disponibili in letteratura, si stima il moto sismico nel sito per ognuno degli eventi.
- Si ordinano i valori di accelerazione (A) ricavati nel sito per ogni evento sismico in ordine crescente, attribuendo il numero 1 al valore massimo, il valore N a quello minimo.
- Si calcolano gli N rapporti  $P_i = i / (N + 1)$ , con i compreso fra 1 e N. Questi rapporti indicano la probabilità che il corrispondente valore di A non venga raggiunto o superato. I valori di  $P_i$  ricavati permettono di definire la scala dei tempi di ritorno  $T_i = 1 / (1 - P_i)$ .
- Si riportano le N coppie di valori ( $T_i, A_i$ ) in un diagramma semilogaritmico (l'asse X - l'asse dei tempi di ritorno - va costruito in scala logaritmica), interpolando fra i punti una retta: il diagramma consente di ricavare il valore di A per qualsiasi tempo di ritorno.

Fra le leggi di attenuazione sismica più usate in letteratura segnaliamo le seguenti:

**Pugliese e Sabetta:**

$$\text{Log}_{10} A(g) = -1.845 + 0.363M - \text{Log}_{10} \sqrt{D^2 + 25} + 0.195S$$

dove D è la distanza epicentrale in km e S è un coefficiente uguale a 0 per siti con copertura profonda e 1 per terreni con copertura superficiale;

**Crespellani et al.:**

$$I_{mcs} = 6.39 + 1.756M - 2.746 \ln(R + 7)$$

dove I è l'intensità sismica nel sito, R è la distanza ipocentrale in km e M la magnitudo del sisma;

**Tento et al.:**

$$\ln(A)(gal) = 4.73 + 0.52M - 0.00216R - \ln(R);$$

**Chiaruttini e Siro:**

$$\text{Log}_{10}(A)(gal) = -0.20 + 0.36M - 0.71 \text{Log}_{10}(D) + 0.19;$$

**Kawashima:**

$$A(gal) = \frac{a10^{bM}}{(D + 30)^{1.218}}$$

I parametri a e b presentano entità variabili a seconda delle condizioni e del grado di consolidazione dei depositi.

**Branno et al.:**

$$I_{mcs} = I_0 + 2.70 - 0.02D - 2.70 \text{Log}_{10}(D + 10)$$

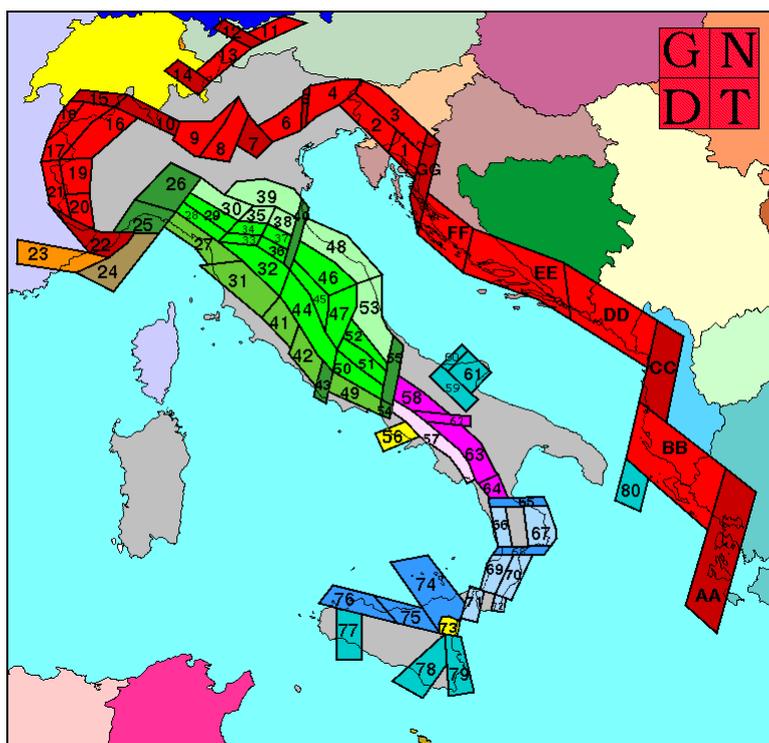
dove  $I_0$  è l'intensità sismica epicentrale.

Si noti che alcune di queste relazioni forniscono il moto atteso nel sito espresso in accelerazione di picco mentre altri come intensità sismica. E' possibile comunque ricavare l'accelerazione sismica corrispondente ad un dato valore di intensità sismica, applicando la relazione di Cancani-Sieberg:

$$A(\text{gal}) = 10^{\frac{I}{3}-1.0}$$

con 1 gal=1 cm/s<sup>2</sup>.

Si noti infine che alcuni di questi metodi calcolano direttamente il moto in superficie, comprendendo quindi anche gli effetti di amplificazione dovuti alle caratteristiche della copertura.



*Mapa delle zone sismogenetiche – fonte GNDT*

In particolare, nell'area di interesse, facendo riferimento alla zona sismogenetica "9", si sono ricavati i seguenti valori:

<b>Stima del sisma di progetto con metodo statistico (Gumbel)</b>						
<b>anno</b>	<b>magnitudo</b>	<b>distanza epicentro (km)</b>	<b>Località epicentro</b>	<b>Probabilità superamento</b>	<b>tempo superamento (anni)</b>	<b>Accelerazione sismica (g)</b>
1919	3.89	136.7	Bresciano	0.05263	1.06	0.0008
1948	4.46	155.6	Bazena	0.10526	1.12	0.0011
1934	4.46	129.9	Pisogne	0.15789	1.19	0.0013
1851	5.02	168.8	Giudicarie	0.21053	1.27	0.0017
1947	5.02	134.3	Gardone Trompia	0.26316	1.36	0.002
1894	5.02	131.1	Franciacorta	0.31579	1.46	0.002
1882	5.02	120.7	Rovetta	0.36842	1.58	0.0021
1771	5.02	118.3	Sarnico	0.42105	1.73	0.0022
1884	5.02	105.1	Pontoglio	0.47368	1.9	0.0023
1918	5.02	95.2	Lecchese	0.52632	2.11	0.0025
1606	5.02	94.4	Bergamo	0.57895	2.38	0.0025
1642	5.02	94.5	Bergamo	0.63158	2.71	0.0025
1593	5.02	94.5	Bergamo	0.68421	3.17	0.0025
1576	5.02	93.3	Bergamo	0.73684	3.8	0.0026
1961	5.02	87.9	Caprino Bergamasco	0.78947	4.75	0.0027
1781	5.02	87.6	Caravaggio	0.84211	6.33	0.0027
1661	5.58	125.4	Montecchio	0.89474	9.5	0.0033
1802	6.14	103.3	Valle dell'Oglio	0.94737	19	0.006

<b>Massima accelerazione di picco nel sito d'indagine</b>	
Accelerazione sismica prevista	0,06 g
Tempo di ritorno	475 anni
Legge di attenuazione	Pugliese e Sabetta
Latitudine del sito	45.4
Longitudine del sito	8.5

#### 4.4.2.2 Stima dell'amplificazione sismica

Fattori geomorfologici e stratigrafici locali possono modificare le caratteristiche del moto sismico, filtrando le onde nel passaggio dal bedrock alla superficie. L'effetto di filtraggio conduce ad una ridistribuzione dell'energia con l'amplificazione del moto vibratorio associato ad alcune frequenze. Esistono diverse metodologie per la stima dell'amplificazione sismica in superficie.

Alcune sono basate sull'uso di modelli numerici sofisticati, che hanno portato allo sviluppo di programmi di calcolo utilizzabili per valutare gli effetti di sito sia in condizioni mono (SHAKE) che bidimensionali (FLUSH e QUAD4). Si tratta di modelli che richiedono un input accurato, sia per quanto riguarda le caratteristiche geotecniche del terreno, sia per quanto riguarda il moto sismico di riferimento e quindi spesso di difficile applicabilità.

In letteratura sono note metodologie più speditive, basate sulle caratteristiche litostratigrafiche del sito e sulla stima della velocità delle onde S nei livelli di copertura. Si tratta di metodi di analisi di II livello, secondo la definizione data nel Manuale Internazionale TC4, ad esclusione del metodo di Barosh, che rientra fra quelli di livello I. E' possibile distinguere queste metodologie in tre categorie:

- metodi basati sulle caratteristiche geologiche e geomorfologiche del sito;
- metodi basati sulla stima della velocità delle onde S nella copertura;
- metodi basati sulle caratteristiche litostratigrafiche del sito.

#### Metodi basati sulle caratteristiche geologiche e geomorfologiche del sito

Si tratta di metodologie semplificate per una valutazione esclusivamente qualitativa dell'amplificazione sismica basate sulle caratteristiche geologiche e geomorfologiche del sito.

#### Metodo degli scenari di Barosh (1969)

Sulla base di osservazioni strumentali, Barosh (1969) ha proposto ventisei scenari geologici, scelti fra i più diffusi, distinti in base alle loro caratteristiche litologiche, idrogeologiche e geomorfologiche, abbinando ad ognuno di essi un intervallo d'incremento d'intensità sismica.

Il vantaggio dell'uso di questi schemi è nella possibilità di ottenere rapidamente un valore numerico dell'incremento d'intensità semplicemente confrontandoli con la situazione osservata in campagna. I principali svantaggi risiedono nel fatto che non tutte le possibili combinazioni dei fattori litologia, idrogeologia e geomorfologia sono prese in considerazione e nella eccessiva dispersione degli intervalli d'incremento legati ad alcuni scenari (2 o più gradi).

Le condizioni maggiormente rispondenti alla situazione locale che, come ricordato, è riferita all'area urbana e di possibile espansione urbanistica del Comune di BINAGO, si riferiscono al seguente scenario di Barosh:

ALTERAZIONE DI DEPOSITI TERRIGENI, LENTICOLARI, CON GIACITURA NON ORIZZONTALE, DI SPESSORE COMPLESSIVO COMPRESO TRA 5 E 10M: DEPOSITI ALLUVIONALI TERRAZZATI. INCREMENTO DELL'INTENSITÀ SISMICA: DA 1.0 A 2.0

#### Metodi basati sulla stima della velocità delle onde S nella copertura

Si tratta di metodologie che forniscono il valore del fattore di amplificazione spettrale di picco (Medvedev e Midorikawa) attraverso correlazioni empiriche fra il fattore di amplificazione e l'impedenza sismica (Medvedev) o più semplicemente la velocità delle onde S negli strati di copertura.

#### Metodo di Medvedev (1960)

E' una procedura di calcolo derivante da correlazioni empiriche determinate da Medvedev sulla base di registrazioni di eventi sismici in ambiti geologici differenti. Nella sua impostazione originaria, il metodo è applicabile solo in aree pianeggianti e tiene conto nella risposta sismica dell'influenza dei soli fattori litologia e idrogeologia.

Fondamentale in questo metodo è la definizione della grandezza impedenza sismica (o rigidità sismica), data da:

$$R(t/mqs) = \gamma V_s$$

con

$\gamma$  (t/mc) = peso di volume del materiale;

$V_s$  (m/s) = velocità delle onde S nel materiale.

Assunto come livello di riferimento il substrato roccioso o, se assente, un livello con  $V_s > 700$  m/s (bedrock-like), l'incremento d'intensità sismica che si produce al passaggio dell'impulso sismico da questo livello alla superficie, passando attraverso terreno di copertura è dato da:

$$n_1 = 1.67 \ln \frac{R}{R'}$$

con

$R'$  = impedenza sismica del terreno di copertura;

$R$  = impedenza sismica del bedrock.

Nel caso di terreno di copertura stratificato il termine  $R'$  sarà dato dalla media pesata delle impedenze sismiche dei singoli strati:

$$R' = \frac{\sum_{i=1}^n \gamma_i H_i}{H_{tot}}$$

con

$n$  = numero di strati presenti nella copertura;

$\gamma_i$  (t/mc) = peso di volume dello strato  $i$ -esimo;

$H_i$  (m) = spessore dello strato  $i$ -esimo;

$H_{tot}$  (m) = spessore totale della copertura.

La presenza di falde idriche può portare secondo Medvedev ad un ulteriore incremento d'intensità, secondo la relazione:

$$n_2 = e^{-0.04H^2}$$

con

$e$  = numero di Nepero;

$H$  (m) = profondità dal piano campagna della falda più superficiale.

In formulazioni più recenti però, per tener conto della possibile presenza di falde artesiane o sospese, la relazione è stata così modificata:

$$n_2 = e^{-0.04H^2} - e^{-0.04B^2}$$

con  $B$  (m) = profondità dal piano campagna della base dello strato acquifero;

Alcuni Autori hanno proposto di introdurre nella relazione classica di Medvedev due ulteriori fattori che tengano conto della morfologia del sito e della geometria del substrato:

$$n_3 = 1 + \text{Log}_{10}(1 + \text{sen } \beta)$$

$$n_4 = 1 + \text{Log}_{10}(1 + \text{sen } \alpha)$$

con  $\beta$  = inclinazione media del pendio;

$\alpha$  = inclinazione media del substrato di riferimento ( $\alpha=90^\circ$  in presenza di una faglia).

Il fattore di amplificazione sismica è quindi fornito dalla relazione:

$$F_a = [1 + \text{Log}_{10}(n_1 + n_2)](n_3 n_4)$$

ed il valore dell'accelerazione di picco in superficie è dato da:

$$a_{\max}(g) = a_{\text{bedrock}} F_a$$

dove a bedrock è l'accelerazione sismica nel bedrock. Si ritiene comunque che la validità dei fattori  $n_3$  e  $n_4$  non sia ancora stata comprovata a sufficienza da dati sperimentali.

La stima dell'amplificazione sismica mediante il metodo di Medvedev applicata all'ambito di studio ha prodotto i seguenti risultati:

Profondità dell'intervallo (m)	$\gamma$ (t/mc)	Vs (m/sec)	Impedenza sismica (t/mq s)
2,0 - 4,5	1,9	145 - 157	300
7,5	1,95	190 - 202	395
10,0	2,0	240 - 250	500
30,0	2,0	400	800
60,0	2,1	550	1290
80,0	2,2	850	1870

Profondità del tetto della falda (m)	= 10 (indicativo)	
Profondità della base della falda (m)	= 80 (indicativo)	
Accelerazione sismica di base (g): valore iniziale	= 0,01	valore finale = 0,06
Accelerazione sismica amplificata (g): valore iniziale	= 0,014	valore finale = 0,082
Fattore di amplificazione	= 1,36	

#### Metodo di Midorikawa (1987)

Si tratta di un metodo consigliato nel Manuale TC4 per microzonazioni di II livello. Il fattore di amplificazione relativa per il picco di accelerazione è fornito dalla relazione:

$$F_a = 68V_s^{-0.6} \quad \text{per } V_s < 1100 \text{ m/s}$$

$$F_a = 1 \quad \text{per } V_s \geq 1100 \text{ m/s}$$

dove  $V_s$  è la velocità media delle onde S degli strati fino ad una profondità massima di 30 metri. Questo vuol dire che nel caso il bedrock, qui individuato da una velocità limite di 1100 m/s, si trovi ad una profondità superiore a 30m, va considerata solo la media delle velocità degli strati compresi fra le profondità 0 e 30 m.

Il valore dell'accelerazione di picco in superficie è dato da:

$$a_{\max} (g) = a_{\text{bedrock}} F_a$$

dove  $a_{\text{bedrock}}$  è l'accelerazione sismica nel bedrock.

Questo metodo non tiene conto degli effetti di amplificazione dovuti a irregolarità topografiche o del substrato.

La stima dell'amplificazione sismica con il metodo di Midorikawa ha prodotto risultati assolutamente confrontabili con il precedente metodo come di seguito rilevabile:

Profondità dell'intervallo (m)	$\gamma$ (t/mc)	Vs (m/sec)	Impedenza sismica (t/mq s)
2,0 - 4,5	1,9	145 - 157	300
7,5	1,95	190 - 202	395
10,0	2,0	240 - 250	500

30,0	2,0	400	800
60,0	2,1	550	1290
80,0	2,2	850	1870

Accelerazione sismica di base (g): valore iniziale = 0,01      valore finale = 0,06  
 Accelerazione sismica amplificata (g): valore iniziale = 0,012      valore finale = 0,073  
 Fattore di amplificazione = 1,21

#### 4.4.3 Conclusioni dell'analisi di 2° Livello

Si riepilogano di seguito i risultati del parametro  $F_a$  mediante l'applicazione dei metodi di 2° livello considerati nelle precedenti pagine.

Metodo di calcolo	Fa stimato	Valori soglia regionali (soglie_lomb.xls)
D.G.R. n. 9/2616 del 30.11.2011 – allegato 5	$F_{a_{0,1-0,5s}} = 2,23$	1,8
	$F_{a_{0,5-1,5s}} = 1,37$	2,4
Medvedev , 1960	1,36	
Midorikawa, 1987	1,21	

Nonostante l'adattamento del metodo Regionale alla situazione locale, esso appare quello maggiormente cautelativo del comportamento sismico dei materiali presenti nell'area d'interesse (zone sismiche Z4a e Z4c).

In particolare, su tutto il territorio comunale interessato da tali zone:

- Il valore di  $F_a$  (intervallo 0,1-0,5 s) è risultato superiore al rispettivo valore di soglia: la normativa è da considerarsi insufficiente a tenere in considerazione i possibili effetti di amplificazione litologica del sito e, pertanto, sarà necessario effettuare analisi più approfondite (3° livello) in fase di progettazione edilizia.
- Il valore di  $F_a$  (intervallo 0,5-1,5 s) è risultato inferiore al rispettivo valore di soglia: la normativa è da considerarsi sufficiente a tenere in considerazione anche i possibili effetti di amplificazione litologica del sito e, quindi, si applica lo spettro previsto dalla normativa.

## **5. FASE DI VALUTAZIONE**

I risultati delle indagini svolte nell'ambito delle analisi GEOMORFOLOGICA, IDROGRAFICA, IDROGEOLOGICA, SISMICA e dell'ATTIVITA' ANTROPICA sono sintetizzati in **ALLEGATO 6 - CARTA DI SINTESI**, che fornisce un quadro riassuntivo dello stato del territorio per le valutazioni diagnostiche.

In particolare, vengono individuati i seguenti elementi caratteristici del territorio in grado di condizionare le destinazioni d'uso:

CONDIZIONI GEOMORFOLOGICHE ED IDROGRAFICHE

CONDIZIONI GEOTECNICO-IDROGEOLOGICHE

FATTORI ANTROPICI

VULNERABILITA' IDROGEOLOGICA

AREE DI SALVAGUARDIA PER IL POZZO AD USO POTABILE

VINCOLI NORMATIVI DI NATURA GEOLOGICA ED AMBIENTALE.

Di seguito si procede ad una sintetica descrizione degli elementi caratteristici.

## 5.1 CONDIZIONI GEOMORFOLOGICHE ED IDROGRAFICHE

Nell'ambito del territorio comunale di BINAGO sono state individuate alcune aree peculiari caratterizzate da dissesto delle condizioni geomorfologiche ed idrografiche, la cui delimitazione è riportata in ALL. 6.

Queste comprendono:

**Area a dissesto geomorfologico in atto** (denominata "A") viene segnalata in corrispondenza dell'area ALLUVIONALE del Torrente VALASCIA DI CASTELNUOVO ed è ascrivibile a:

- condizioni litologiche ed elevata acclività della sponda torrentizia;
- cause esterne quali: erosione concentrata al piede ad opera delle acque incanalate; erosione diffusa per effetto delle acque selvagge provenienti dal versante.

Lungo l'asta torrentizia del torrente Valascia di Castelnuovo sono stati rilevati alcuni fenomeni di **erosione spondale**, principalmente all'esterno dei meandri, con altezze medie pari a circa 2.0/2.5m. Sono possibilmente originati dalla elevata velocità e dalla vorticosità della corrente che determina, durante i periodi di piena, lo scalzamento al piede delle sponde favorito dalle caratteristiche litologiche ed idrauliche dei materiali.

**Area di esondazione:** è la zona di fondovalle del torrente Valascia interessata da fenomeni di esondazione durante eventi meteorologici particolarmente intensi o di durata eccezionale. L'area di esondazione si trova ai lati della fascia torrentizia canalizzata e rappresenta la zona inondabili dalle acque di piena. Tale settore rappresenta la zona più depressa della piana alluvionale e mostra allungamento nella direzione della valle.

E' disposta parallelamente all'alveo ed indica il settore che, durante episodi meteorologici di particolare intensità e/o durata, possono essere interessati dalle acque fluviali determinando fenomeni di allagamento. In questo ambito, l'espansione della corrente all'esterno della fascia canalizzata avviene normalmente in concomitanza di sponde con elevazione rispetto al fondo dell'alveo pari o inferiori a 1.5/2.0m.

La delimitazione del settore di esondazione, così come compare in ALLEGATO 3, è stata eseguita sulla base delle indicazioni storiche relativamente all'evento meteorologico critico del settembre 1995, confermate da osservazioni dirette di campagna.

**Area di emergenza diffusa:** si individua nel settore centro-orientale del territorio comunale, in prossimità della zona di transizione dal terrazzo mindelliano alla pianura rissiana. Il comparto in oggetto, vede la presenza di un'area di emergenza diffusa di acque sotterranee situata ad oriente della piazzola comunale di raccolta rifiuti e dell'area cimiteriale. In tale area si osservano alcune **SORGENTI PERENNI** la cui genesi è possibilmente riconducibile alla presenza di un limite di permeabilità indefinito all'interno di depositi fluvioglaciali che, nel complesso risultano contraddistinti da valori di permeabilità molto esigui. Tale area risulta interessata da fenomeni di ristagno e difficoltà di drenaggio delle acque meteoriche anche in virtù della particolare conformazione morfologica.

Infine, relativamente alla **Valle di Rame**, affluente in sponda sinistra del torrente Quadronna, si segnalano le periodiche **esondazioni** in corrispondenza della zona artificialmente incanalata prospiciente alla S.S. n. 342 - Briantea.

Nell'apposito studio idrologico redatto dalla scrivente su incarico dell'Amministrazione comunale, si evidenziano l'insufficienza idraulica di alcuni tratti artificialmente incanalati e gli interventi proposti per la riduzione del rischio idraulico del comparto.

Nell'ALL. 6 del presente studio si riporta la delimitazione del **bacino di contribuzione** del torrente in territorio comunale. In considerazione delle palesi problematiche idrauliche, nell'ambito di tale superficie non potranno essere autorizzati interventi edificatori di entità superiore alla residenza singola e con estese superfici impermeabilizzate che vadano a gravare sulle precarie condizioni idrologiche del reticolo in termini di nuovi recapiti di acque bianche.

## 5.2 CONDIZIONI GEOTECNICO-IDROGEOLOGICHE

**Zona con possibile presenza di falda subaffiorante:** si riferisce alle aree ubicate complessivamente nel settore *Nord-occidentale ed Orientale del Comune di Binago (ALLEGATO 6)*, ascrivibili a depositi di origine fluvioglaciali rissiani. A tali aree si aggiunge il comparto Centro-settentrionale di origine morenica, localmente molto ferrettizzato.

Litologicamente, i materiali presenti sono piuttosto eterogenei, di composizione limoso-sabbioso-argillosa con ghiaia e ciottoli decimetrici. Sono classificati come "*materiali con discrete qualità portanti e permeabilità da media a medio-bassa*".

*Ai fini ingegneristici, si segnala la necessità di accertare in maniera puntuale durante la fase progettuale di nuovi interventi edificatori, l'esatta posizione della falda acquifera al fine di evitare possibili interferenze negative con elementi strutturali degli edifici o manufatti per lo smaltimento delle acque meteoriche nei primi strati del sottosuolo.*

**Zona con caratteristiche geotecniche scadenti e possibile presenza di falda sospesa:** comprende le aree ubicate nel settore meridionale del terrazzo a ferretto (ALL. 6), caratterizzate dalla presenza di materiali misti limoso-sabbioso-argillosi con ciottoli decimetrici, localmente molto alterati.

Complessivamente sono classificati come "*materiali con mediocri qualità portanti e permeabilità bassa*".

*Ai fini ingegneristici, si segnala quanto segue:*

- *in corrispondenza della superficie topografica, soprattutto in presenza di zone morfologicamente depresse o conche naturali, le acque meteoriche tendono a ristagnare anche per lunghi periodi a causa di condizioni di drenaggio del suolo di entità MEDIOCRE e della ridotta conducibilità idraulica del deposito litologico;*
- *localmente in tale zona, a debole profondità dal p.c. (-1.0/-3.0m), non è raro incontrare piccole falde idriche sospese che possono interferire con le strutture fondali o con i piani interrati degli edifici. Tali circolazioni sotterranee avvengono nell'ambito di sporadici intervalli di materiale grossolano permeabile all'interno di una massa di fondo prevalentemente poco permeabile.*

*Poiché a priori risulta assolutamente arbitraria la precisa localizzazione ed estensione di tali circolazioni idriche subsuperficiali, non è da escludere il riscontro delle medesime condizioni idraulico-geotecniche anche in aree limitrofe alla Zona di riferimento.*

## 5.3 INFRASTRUTTURE, FORME, ELEMENTI LEGATI ALL'ATTIVITÀ ANTROPICA

**Rete fognaria:** La rete fognaria comunale presenta una discreta distribuzione dei propri collettori sull'area urbana. Ciò premesso, non si hanno informazioni riguardo l'eventuale presenza di pozzi

perdenti nel sottosuolo. Alla rete tecnologica comunale, essenzialmente di tipo misto, si affianca il tracciato del collettore principale al quale recapitano le reti comunali.

**Strada di intenso traffico veicolare:** la S.S. Briantea n. 342 attraversa il Comune in corrispondenza del margine Settentrionale; il suo tracciato è disposto secondo la direttrice Est-Ovest, mentre la lunghezza del percorso in territorio di Binago è pari a circa 2000m.

**Cimitero:** l'area cimiteriale comunale si ubica nel settore Nord-Orientale del territorio di Binago.

**Piazzola di raccolta rifiuti comunale:** si colloca anch'essa nella porzione Nord-Orientale del territorio comunale, in posizione adiacente al cimitero comunale. L'area in oggetto è a prevalente utilizzo agricolo. La struttura occupa complessivamente una superficie indicativa di 1.500 mq.

**Area estrattiva dismessa:** è localizzata nel settore Occidentale del territorio comunale, al confine con Vedano Olona e si sviluppa su una superficie pari a circa 50.000 mq. L'area in esame è stata oggetto, in passato, di attività estrattiva di argilla. Lo spessore di materiali fini asportato risulta compreso tra 2.0 e 4.0m.

Infine, sono stati individuati e cartografati i seguenti **FATTORI ANTROPICI** intesi come **riduttori reali o potenziali di inquinamento delle acque sotterranee e superficiali:**

**Piezometri di monitoraggio:** nell'area di indagine sono stati censiti ed ubicati n. 6 pozzi di monitoraggio, localizzati nell'area circostante il campo-pozzi via Acacie dell'Acquedotto comunale. Questi sono stati realizzati a seguito del provvedimento di ripermimetrazione delle aree di rispetto dei pozzi pubblici sopracitati, con la finalità di tenere costantemente sotto controllo lo stato qualitativo delle risorse. I pozzi di monitoraggio sono localizzati idrogeologicamente a monte ed a valle delle captazioni idropotabili; l'analisi delle caratteristiche costruttive delle opere evidenzia l'estensione esclusivamente alla falda acquifera.

**Aree di rispetto dei pozzi ad uso idropotabile:** sono state delimitate le aree di rispetto relative ai QUATTRO pozzi pubblici per uso potabile in territorio comunale a servizio dell'acquedotto di Binago. Per i pozzi n. 1, 2, 3 (campo-pozzi via Acacie) e 5 (pozzo Cassinazza) l'Amministrazione Comunale ha provveduto alla ridelimitazione dell'area secondo il criterio temporale, in conformità con quanto indicato dalla D.G.R. n. 6/15137 del 27.06.1996.

All'interno di tali aree saranno vigenti le prescrizioni e le limitazioni d'uso del territorio indicate dal D.Lgs. n. 152/2006. Per ciascuna captazione è inoltre vigente un'area di tutela assoluta con raggio di 10.0m, nell'ambito della quale è vietata qualsiasi attività od insediamento.

Infine, il **pozzo comunale n. 4** (denominato "Binda") non viene più utilizzato per scopi idropotabili.

## **5.4 VULNERABILITÀ IDROGEOLOGICA**

La valutazione del grado di VULNERABILITÀ IDROGEOLOGICA del territorio è riferita ai quattro ambiti principali così definiti:

### Settori alluvionali a deposizione attuale/recente e terrazzati

- *soggiacenza media: 10,00-14.00m*
- *grado di permeabilità dei depositi: ELEVATA*
- *capacità protettiva del suolo: moderata*

Settore di pianura a deposizione rissiana

- *soggiacenza media: 10,00-14.00m*
- *grado di permeabilità dei depositi: MEDIA*
- *capacità protettiva del suolo: moderata*

Settore collinare a deposizione morenica

- *soggiacenza media: 10,00-18.00m*
- *grado di permeabilità dei depositi: MEDIO-BASSA*
- *capacità protettiva del suolo: moderata*

Terrazzo meridionale a deposizione mindelliana

- *soggiacenza minima: >35,00m*
- *grado di permeabilità dei depositi: BASSA*
- *capacità protettiva del suolo: elevata*

In tali ambiti sono stati presi in esame i seguenti parametri tradizionali:

soggiacenza della falda dal p.c.:

la profondità del livello freatico costituisce uno degli elementi caratterizzanti e vincolanti del territorio, nonchè l'elemento di maggior peso nella valutazione del grado di vulnerabilità.

grado di permeabilità del substrato pedogenetico:

in virtù della natura litologica dei depositi, prevalentemente sabbioso-ghiaiosi debolmente limosi, il grado di permeabilità è da ritenersi ELEVATO nell'ambito delle aree alluvionali della Valle di Castelnuovo ad oriente del territorio comunale.

Nell'ambito di pianura rissiana, caratterizzata da depositi ghiaioso-sabbiosi solo debolmente alterati in superficie, la permeabilità è da ritenersi di entità MEDIA, mentre può mostrare valori MEDIO-BASSI nel settore centro-settentrionale di origine morenica per la locale presenza di abbondante matrice fine nella quale sono immersi materiali a granulometria medio-grossolana. Infine, in corrispondenza delle superfici terrazzate di età mindelliana, la conducibilità idraulica dei depositi è BASSA.

capacità protettiva del suolo:

rappresenta l'attitudine dei suoli a proteggere le falde freatiche da inquinamento di sostanze tossiche che possono derivare da attività agricole o industriali, smaltimento rifiuti o altre attività.

I parametri considerati sono essenzialmente la permeabilità del suolo e la classe granulometrica; l'analisi approfondita dovrebbe inoltre riguardare parametri quali il pH e la CSC.

In generale, nell'area in esame si sono riscontrati suoli con capacità protettiva MODERATA (pianura e collina rissiana; settori alluvionali recenti) ed ELEVATA (terrazzo mindelliano).

presenza di eventuali orizzonti superficiali a bassa permeabilità:

Nell'ambito dei settori alluvionali, delle aree a dominio rissiano, non è stata riscontrata la presenza di orizzonti superficiali lateralmente continui tali da determinare condizioni areali di bassa permeabilità.

In corrispondenza del comparto mindelliano, lo spessore dei materiali più superficiali alterati contraddistinti da valori di conducibilità idraulica molto ridotti ( $k < 10^{-8}$  m/s) è piuttosto elevato e risulta compreso tra circa 20.0 e 25.0m.

L'analisi della vulnerabilità del territorio comunale rappresenta una valutazione qualitativa che viene effettuata per completare il quadro idrogeologico dell'area e per dotare gli organi delegati alla gestione del territorio di uno strumento di programmazione territoriale delle risorse idriche sotterranee.

La definizione della vulnerabilità all'inquinamento delle falde sotterranee si propone di:

- fornire indicazioni circa il diverso grado di idoneità di vari settori ad accogliere insediamenti o attività;
- localizzare punti o situazioni di incompatibilità dello stato di fatto, così da consentire interventi per l'attenuazione dell'eventuale rischio;
- contribuire all'individuazione di vincoli e condizioni di gestione di determinate attività da attuare attraverso la disciplina urbanistica (P.R.G.).

Lo sviluppo dell'analisi della vulnerabilità all'inquinamento delle falde sotterranee procede attraverso le seguenti fasi operative (*metodo qualitativo* definito nell'ambito del D.Lgs. 258/2000 – Parte BIII – allegato 7, parzialmente adattato alla situazione specifica):

- definizione delle caratteristiche litologiche, idrogeologiche e idrogeochimiche del territorio in esame che consentono la determinazione della Vulnerabilità Naturale Complessiva;
- combinazione dei diversi gradi di Vulnerabilità Naturale Complessiva con la capacità di attenuazione del suolo e conseguente determinazione della Vulnerabilità intrinseca.

### **Vulnerabilità naturale**

La definizione della vulnerabilità naturale deriva dall'elaborazione di fattori idrogeologici naturali quali soggiacenza della falda, litologia del terreno non saturo, gradiente idraulico.

In letteratura vengono proposte diverse metodologie; fra queste si è considerata più consona alla situazione del sottosuolo di Binago quella proposta da De Luca e Verga "*Una metodologia per la valutazione della vulnerabilità degli acquiferi*" (*Acque Sotterranee Fasc. n. 29 - Marzo 1991*).

La metodologia utilizzata consiste nella determinazione di tre differenti tipi di vulnerabilità naturale degli acquiferi:

- 1) vulnerabilità verticale;
- 2) vulnerabilità orizzontale;
- 3) vulnerabilità complessiva.

#### **Vulnerabilità verticale**

La vulnerabilità verticale di un acquifero rappresenta la facilità con cui esso può essere raggiunto da un inquinante immesso dalla superficie del suolo.

In questa fase la penetrazione avviene mediante un tragitto prevalentemente verticale attraverso la zona non satura.

La vulnerabilità verticale così definita è legata essenzialmente alla litologia, allo spessore e alla permeabilità della zona non satura; il parametro più adatto a quantificarne il grado rappresentato dal tempo (teorico) di arrivo di un eventuale inquinante dalla superficie del suolo all'acquifero.

Il tempo di arrivo può essere calcolato secondo la relazione:

$$t_a = S / V_i$$

dove:

$t_a$  = tempo di arrivo

$S$  = soggiacenza

$V_i$  = velocità d'infiltrazione

Di seguito sono indicate le 6 classi di vulnerabilità verticale proposte dagli autori:

<u>Tempo di arrivo</u>	<u>Vulnerabilità verticale</u>
>20 anni	molto bassa
20 - 10 anni	bassa
10 - 1 anno	media
1 anno - 1 sett.	alta
1 sett. - 24 ore	elevata
<24 ore	molto elevata

#### Vulnerabilità orizzontale

La vulnerabilità orizzontale rappresenta la facilità con cui l'acquifero può diffondere un eventuale inquinante che l'abbia raggiunto; in tale fase la propagazione dell'inquinante avviene attraverso un percorso prevalentemente orizzontale lungo la direzione del flusso idrico sotterraneo.

Il concetto di vulnerabilità orizzontale esprime perciò la sua capacità di diffondere l'inquinante stesso una volta che questo abbia raggiunto la falda acquifera.

Il parametro che meglio può quantificare la vulnerabilità orizzontale è perciò rappresentato dalla velocità di deflusso sotterraneo.

La velocità di deflusso delle acque sotterranee in mezzi porosi viene determinata tramite la relazione:

$$v = K i / m_e * 3.15 * 10^4$$

dove:

$v$  = velocità (Km/anno)

$K$  = conducibilità idraulica (m/s)

$i$  = gradiente idraulico

$m_e$  = porosità efficace

Di seguito sono indicate le 6 classi di vulnerabilità orizzontale proposte dagli autori:

<u>Velocità</u> (km/anno)	<u>Vulnerabilità orizzontale</u>
<10 <sup>-3</sup>	molto bassa
10 <sup>-3</sup> - 10 <sup>-1</sup>	bassa
10 <sup>-1</sup> - 1	media
1 - 10	alta
10 - 10 <sup>2</sup>	elevata
>10 <sup>2</sup>	molto elevata

Vulnerabilità complessiva

La vulnerabilità complessiva rappresenta la suscettività di un acquifero a ricevere e a diffondere un inquinante.

Essa tiene conto sia della protezione eventualmente offerta dalla zona non satura (*vulnerabilità verticale*) sia della facilità con cui l'inquinante può trasmettersi nell'acquifero (*vulnerabilità orizzontale*).

Quindi, la vulnerabilità complessiva risulta direttamente proporzionale alla velocità di flusso e inversamente proporzionale al tempo di arrivo di un eventuale inquinante.

Essa viene quantificata tramite la seguente relazione:

$$Vc = v / ta \quad (Km/anno^2)$$

dove:

$Vc$  = vulnerabilità complessiva

$v$  = velocità di flusso delle acque sotterranee (Km/anno)

$ta$  = tempo di arrivo di un inquinante attraverso il non saturo (anni)

Di seguito sono indicate le 6 classi di vulnerabilità complessiva proposte dagli autori:

Vulnerabilità complessiva

$<10^{-3}$	<i>molto bassa</i>
$10^{-3} - 10^{-2}$	<i>bassa</i>
$10^{-2} - 10^{-1}$	<i>media</i>
$10^{-1} - 10$	<i>alta</i>
$10 - 10^3$	<i>elevata</i>
$>10^3$	<i>molto elevata</i>

Per il I acquifero nelle QUATTRO aree sopra distinte sono stati stimati i seguenti gradi di VULNERABILITA' INTRINSECA (vedi **ALLEGATO 6 – CARTA DI SINTESI**):

	Vulnerabilità naturale	Capacità protettiva del suolo	<b>VULNERABILITÀ INTRINSECA</b>
<b>SETTORI ALLUVIONALI</b>	Elevata	Moderata	ELEVATA
<b>SETTORE DI PIANURA RISSIANA</b>	Media	Moderata	MEDIA
<b>SETTORE COLLINARE MORENICO</b>	Medio-Bassa	Moderata	MEDIA
<b>TERRAZZO MERIDIONALE MINDELLIANO</b>	Bassa	Elevata	BASSA

## **5.5 VINCOLI NORMATIVI DI NATURA GEOLOGICA ED AMBIENTALE**

I **vincoli di natura prettamente GEOLOGICA** presenti sul territorio di BINAGO sono i seguenti (vedi **ALLEGATO 5**):

Regolamentazione del Reticolo Idrografico Minore ai sensi della L.R. 1/2000 (D.G.R. n. 7/7868 del 25.01.2002 e n. 7/13950 del 01.08.2003)

Si riferisce al trasferimento delle funzioni relative alla polizia idraulica concernenti il reticolo minore, ai sensi dell'Art. 3, comma 114 della L.R. 1/2000.

Su tale base, tutte le aste fluviali pubbliche in territorio comunale di Binago appartengono al reticolo idrografico minore, in quanto non elencate nell'ALLEGATO A della D.G.R. che definisce il reticolo principale. Per le attività di gestione è stato formulato apposito REGOLAMENTO al quale si rimanda per qualsiasi approfondimento del caso. Ai sensi di quest'ultimo, viene conservata la fascia di inedificabilità assoluta con estensione di 10.0m dalle sponde per tutti i corsi d'acqua in territorio comunale, con la sola eccezione della porzione sommitale della Valle di Monello dove, in prossimità del centro abitato, tale fascia ha ampiezza pari a 4.0m.

Le citate fasce di rispetto sono riportate nella CARTA DEI VINCOLI del presente studio (ALLEGATO 5).

D.Lgs. n. 152/2006, art. 94 – successive modifiche ed integrazioni

Il vincolo si riferisce alle aree di rispetto e di tutela assoluta dei pozzi pubblici per uso potabile. L'area di tutela assoluta ha estensione di raggio attorno a ciascuna captazione non inferiore a 10.0 m.

Per ognuno dei pozzi idropotabili in uso - n. 1, 2, 3 (campo-pozzi via Acacie), e 5 (pozzo Cassinazza) l'Amministrazione Comunale ha provveduto alla ridelimitazione dell'area di rispetto secondo il criterio temporale, in conformità con quanto indicato dalla D.G.R. n. 6/15137 del 27.06.1996.

Con il provvedimento di ridelimitazione inoltre viene ratificata un'area di rispetto complessiva dei pozzi n. 1, 2, 3, comprendente l'insieme delle tre aree.

Altri **vincoli di natura ambientale** presenti sul territorio di BINAGO sono i seguenti (vedi **ALLEGATO 5**):

D.Lgs. 42/2004, art. 142, lettera C (ex L. 431/1985)

Il vincolo riguarda "i fiumi, i torrenti e corsi d'acqua iscritti negli elenchi di cui al Testo Unico delle disposizioni di legge sulle acque ed impianti elettrici, approvato con Regio Decreto 11/12/33, n. 1775, e relative sponde o piede degli argini per una fascia di 150 m ciascuna".

La natura del vincolo è di tipo procedurale. L'autorità preposta alla tutela è il Ministero dei Beni Culturali e per delega, la Regione e, per subdelega, il Comune.

Nell'ambito di studio le aree sottoposte a questo vincolo sono rappresentate dalle aste fluviali principali del torrente VALASCIA DI CASTELNUOVO e della VALLE DI MONELLO.

D.Lgs. 42/2004, art. 142, lettera G (ex L. 431/1985)

Il vincolo riguarda "i territori coperti da boschi, ancorché percorsi o danneggiati dal fuoco".

La natura del vincolo è di tipo procedurale. L'Autorità preposta alla tutela è il Ministero dei Beni Culturali e, per delega, la Regione e, per subdelega, il Comune.

Nell'ambito di studio tutte le aree boscate risultano interessate dal vincolo.

D.Lgs. 42/2004 (ex r.d. 1089/1939)

Il vincolo riguarda "le cose immobili e mobili che presentino interesse artistico, storico, archeologico, ... comprese le ville, i parchi ed i giardini".

I beni vincolati non possono essere demoliti, modificati o restaurati senza l'autorizzazione dell'Autorità preposta alla tutela (Ministero dei Beni Culturali e, per delega, la Regione).

Nell'ambito di studio risulta interessata dal vincolo la **Chiesetta di S. Maria** presso il Cimitero in cui si trovano affreschi appartenenti al XV-XVII secolo (PAV 134 – data provvedimento: 16.09.1937 - *Fonte: Amministrazione Provinciale di COMO*).

Piano Territoriale di Coordinamento del Parco Regionale della Pineta di Appiano G. e Tradate (D.G.R. n. 7/427 del 07.07.2000)

Rappresenta lo strumento mediante il quale vengono definiti i limiti territoriali, gli indirizzi per la gestione e la pianificazione del parco, nonché le modalità e gli strumenti di attuazione.

Le previsioni urbanistiche contenute nel P.T.C., che ha valenza di piano paesistico coordinato, sono recepite negli strumenti urbanistici comunali dei Comuni interessati e sostituiscono eventuali previsioni difformi.

Nell'ambito del Comune di Binago, le superfici inserite nel perimetro del Parco sono ubicate nel settore Meridionale, comprendenti l'**area terrazzata mindelliana** e, solo parzialmente, l'**adiacente comparto agricolo rissiano**.

L'azonamento del Parco in territorio comunale è articolato nelle seguenti zone:

1. ZONA DI TUTELA AGROFORESTALE, comprendente:

- AMBITI DI PARTICOLARE INTERESSE NATURALISTICO;
- AMBITI AGRICOLI;
- CASCINE STORICHE;

2. ZONA AGRICOLA

Con specifico riferimento alla regolamentazione urbanistica, nelle aree comprese nella ZONA (1), al fine di conservare, valorizzare e rinnovare le caratteristiche superfici boschive, sono vietate le seguenti attività:

- realizzazione di nuove costruzioni ed insediamenti extragricoli;
- realizzazione di nuovi insediamenti agricoli se non definiti dal piano di settore e/o non approvati dall'Ente parco;
- disboscamenti delle superfici boscate sia cedue che ad alto fusto, salvo che per pubblica utilità e per le necessità agroforestali.

All'interno della ZONA (1), il P.T.C. individua:

- AMBITI DI PARTICOLARE INTERESSE NATURALISTICO: corrispondono alle zone umide e agli ambienti boscati caratterizzati da forme vegetali notevolmente strutturate e diversificate, con scarso disturbo antropico; la gestione forestale verrà improntata verso la tutela dei valori ecologici, con particolare riguardo alla componente faunistica. Sulla base di tali presupposti, nelle zone umide sono vietate le seguenti attività: realizzazione di discariche e depositi di materiale, interventi di scavo, riporto, o bonifica che modifichino il regime e composizione delle acque;

raccolta, asportazione e danneggiamento della fauna e flora spontanea; variazioni di destinazioni d'uso del suolo, nonché realizzazione di manufatti, strade, piste o sentieri;

- **AMBITI AGRICOLI e CASCINE STORICHE:** le modalità di utilizzo dei terreni ricadenti negli *ambiti agricoli*, così come le modalità di intervento sugli *edifici agricoli* sono normati con le medesime prescrizioni previste per la successiva ZONA (2).

Nella ZONA (2), il cui scopo principale è quello di tutelare, conservare e valorizzare le coltivazioni agricole, non sono consentite nuove edificazioni, salvo quelle finalizzate all'esercizio dell'attività agricola.

Per gli insediamenti rurali esistenti sono consentite le seguenti attività:

- recupero degli edifici e delle strutture (art. 31, L. 457/1978);
- nuove edificazioni, con destinazione agricola e secondo gli indici di densità fondiaria, possibilmente in vicinanza di edifici esistenti;
- ristrutturazione dei volumi esistenti per destinazioni extragricole.

Vengono inoltre regolamentate le seguenti attività:

- realizzazione di recinzioni dei fondi agricoli,
- installazione di campeggi; agriturismo;
- uso di mezzi motorizzati.

## 5.6 RISCHIO SISMICO

Dall'Analisi del rischio sismico condotta secondo la metodologia definita dalla D.G.R. n. 9/2616 del 30.11.2011, per il Comune di BINAGO (zona sismica 4) si individuano quattro differenti tipologie di risposta sismica dei terreni, indicate in cartografia come Z4a, Z4c, Z2 e Z1c - ALLEGATO 4 – CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE.

Le sopracitate situazioni tipo sono così caratterizzate:

Sigla	Scenario di pericolosità sismica locale	Effetti	Classe di pericolosità sismica locale
<b>Z4a</b>	Zona con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi	Amplificazioni litologiche e geometriche	H2 – livello di approfondimento 2°
<b>Z4c</b>	Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (compresi le coltri loessiche)	Amplificazioni litologiche e geometriche	H2 – livello di approfondimento 2°
<b>Z2</b>	Zona con terreni di fondazione scadenti (terreni granulari fini e con locale presenza di falda sospesa e/o subaffiorante)	Cedimenti e/o liquefazioni	H2 – livello di approfondimento 3°
<b>Z1c</b>	Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana	Instabilità	H2 – livello di approfondimento 3°

In particolare, dall'applicazione dell'Analisi di 2° Livello prevista dalla citata DGR nelle **zone Z4a e Z4c** in territorio comunale, si è potuto ricavare quanto segue:

- Il valore di Fa (intervallo 0,1-0,5 s) è risultato superiore al rispettivo valore di soglia: la normativa è da considerarsi insufficiente a tenere in considerazione i possibili effetti di amplificazione litologica del sito e, pertanto, sarà necessario effettuare analisi più approfondite (3° livello) in fase di progettazione edilizia.
- Il valore di Fa (intervallo 0,5-1,5 s) è risultato inferiore al rispettivo valore di soglia: la normativa è da considerarsi sufficiente a tenere in considerazione anche i possibili effetti di amplificazione litologica del sito e, quindi, si applica lo spettro previsto dalla normativa.

## **6. NORME DI ATTUAZIONE**

### **6.1 FATTIBILITA' GEOLOGICA PER LE AZIONI DI PIANO**

Sulla base dei risultati delle indagini eseguite e della relative elaborazioni cartografiche schematizzate nelle CARTE DI SINTESI e DEI VINCOLI DI CARATTERE GEOLOGICO, attraverso la valutazione incrociata degli elementi caratteristici del territorio, si perviene alla ZONAZIONE del territorio.

Gli elementi individuati quali fattori caratterizzanti per la formulazione di proposte di suddivisione del territorio in CLASSI DI FATTIBILITA' GEOLOGICA sono:

FENOMENI GEOMORFOLOGICI ATTIVI E POTENZIALI  
CONDIZIONI IDROGRAFICHE  
CONDIZIONI GEOTECNICO-IDROGEOLOGICHE  
FATTORI ANTROPICI  
VULNERABILITA' IDROGEOLOGICA  
AREE DI SALVAGUARDIA PER IL POZZO AD USO POTABILE  
VINCOLI NORMATIVI DI NATURA GEOLOGICA ED AMBIENTALE

In funzione della presenza di uno o più elementi sopra esposti, vengono delimitate porzioni di territorio con differente CLASSE DI FATTIBILITA' GEOLOGICA.

Secondo quanto previsto dalla D.G.R. n. 9/2616/2011, si individuano QUATTRO classi di FATTIBILITA' GEOLOGICA così definite:

**CLASSE 1 - Fattibilità senza particolari limitazioni**

**CLASSE 2 - Fattibilità con modeste limitazioni**

**CLASSE 3 - Fattibilità con consistenti limitazioni**

**CLASSE 4 - Fattibilità con gravi limitazioni**

La zonazione del territorio è rappresentata in **ALLEGATO 7 - CARTA DELLA FATTIBILITA' GEOLOGICA**.

Alle classi di fattibilità, vengono sovrapposti gli ambiti soggetti ad amplificazione sismica locale, che non concorrono a definire la classe di fattibilità, ma ai quali è associata una specifica normativa che si concretizza nelle fasi attuative delle previsioni del PGT (paragrafo 6.2). Con apposito retino trasparente sono quindi indicate le aree soggette ad amplificazione sismica locale desunte dalla Carta di Pericolosità Sismica (ALLEGATO 4).

## **CLASSE 1 (colore verde)**

### **FATTIBILITÀ SENZA PARTICOLARI LIMITAZIONI**

*“In questa classe ricadono le aree per le quali gli studi non hanno individuato specifiche controindicazioni di carattere geologico all'urbanizzazione o alla modifica di destinazione d'uso delle particelle.”*

### **AMBITO TERRITORIALE**

Alla Classe 1 non viene ascritta alcuna porzione del territorio comunale.

## **CLASSE 2 (colore giallo)**

### **FATTIBILITÀ CON MODESTE LIMITAZIONI**

*“In questa classe ricadono le aree nelle quali sono state rilevate puntuali o ridotte condizioni limitative alla modifica di destinazioni d'uso dei terreni, per superare le quali si rendono necessari approfondimenti di carattere geotecnico ed idrogeologico finalizzati alla realizzazione di opere di sistemazione e bonifica.”*

### **AMBITO TERRITORIALE**

Alla CLASSE 2 vengono ascritte:

- Settore Nord del territorio comunale ascrivibile ai comparti fluvioglaciale e morenico rissiano in potenziale dissesto delle CONDIZIONI IDROGEOLOGICHE ai fini ingegneristici per la possibile presenza di FALDA SUBAFFIORANTE (**Sottoclasse 2A**) in grado di interferire con le strutture fondali degli edifici. Pertanto, ai fini della corretta progettazione, nell'ambito di tali settori e, prudentemente, nelle aree contermini, le condizioni idrogeologiche dovranno essere valutate puntualmente anche in occasione di edificazioni singole e/o private, ampliamenti oltre che per eventuali opere di interesse pubblico (quali per es.: sedi di edifici pubblici, infrastrutture viarie e ferroviarie, gallerie, ponti o cavalcavia, reti di servizi sotterranei ed aerei, ecc.).
- Bacino di contribuzione della Valle di Rame in territorio comunale (**Sottoclasse 2C**). In considerazione del dissesto idrologico lungo alcuni tratti artificiali del corso d'acqua, deficitari rispetto alle piene di riferimento, non dovranno essere previste nuove opere di impermeabilizzazione del suolo/nuove edificazioni (sia pubbliche che private) di entità superiore al singolo edificio residenziale che prevedano il recapito dei deflussi meteorici nel suddetto bacino.

Ai fini delle destinazioni d'uso, le caratteristiche geotecniche in Classe 2 non assumono una particolare valenza, fatto salvo che, in riferimento alla tipologia ed alla funzione (o destinazione) dell'intervento edificatorio, dovranno essere valutate le condizioni geotecniche, idrogeologiche e sismiche ai fini della corretta progettazione.

In particolare, per le Opere strategiche e rilevanti (d.d.u.o. n. 19904/2003) nel territorio in Classe 2 si dovranno approntare **analisi sismiche di 3° LIVELLO** in base alle risultanze dell'indagine eseguita ai sensi della DGR 9/2616/2011 (si veda in proposito il successivo paragrafo 6.2).

Ovunque, dovrà essere applicato quanto previsto dal D.M. 14.01.2008 “Norme Tecniche per le costruzioni” per la pianificazione attuativa e per la progettazione esecutiva di opere pubbliche e private.

## **PRESCRIZIONI**

### **DESTINAZIONI D'USO**

In ambito urbano ed extraurbano, quanto previsto dallo strumento urbanistico, e più precisamente:

AREE del territorio settentrionale IN POTENZIALE DISSESTO DELLE CONDIZIONI IDROGEOLOGICHE ai fini ingegneristici per la possibile presenza di FALDA SUBAFFIORANTE (**Sottoclasse 2A**): le eventuali nuove edificazioni, anche di tipologia singola e privata, soprattutto se comportano piani interrati, box sotterranei, ecc., gli ampliamenti degli edifici esistenti (oltre agli interventi di demolizione e ricostruzione totale o parziale e interventi strutturali di consolidamento delle fondazioni), le opere di interesse pubblico quali sedi di edifici pubblici, infrastrutture viarie e ferroviarie, gallerie, ponti o cavalcavia, reti di servizi sotterranei ed aerei, ecc., dovranno essere valutate puntualmente in riferimento alle specifiche condizioni idrogeologiche.

BACINO DI CONTRIBUZIONE della Valle di Rame in territorio comunale (**Sottoclasse 2C**): oltre a quanto previsto per la precedente Sottoclasse 2A, le eventuali nuove edificazioni di entità superiore al singolo edificio residenziale, non dovranno gravare sul sistema idrologico della Valle di Rame (sia direttamente che indirettamente) o, in alternativa, saranno a carico del/i titolare/i dell'eventuale intervento edificatorio le opere di carattere idrologico già previste in apposito studio redatto per conto del Comune, eventualmente rivalutate in funzione degli apporti idrici aggiuntivi.

### **INDAGINI E STUDI**

Indagini geotecnico-idrogeologiche puntuali relativamente a nuovi interventi edificatori di cui alle tipologie sopraindicate ed agli ampliamenti, ricostruzioni e consolidamenti delle strutture/edifici esistenti (**Sottoclasse 2A**) per la possibile presenza di falde subaffioranti o sospese, oltre che per la determinazione delle caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione.

Si dovranno determinare, mediante specifica indagine da redigere a cura del richiedente, le condizioni di permeabilità dei terreni che consentiranno di valutare tecnicamente l'opportunità di smaltire in sottoterraneo le acque meteoriche, nei casi previsti dalle norme vigenti.

BACINO DI CONTRIBUZIONE della Valle di Rame in territorio comunale (**Sottoclasse 2C**): oltre a quanto previsto per la precedente Sottoclasse 2A, in caso di nuove edificazioni anche di modesta entità, si dovranno verificare o tarare le opere di carattere idrologico già previste in apposito studio redatto per conto del Comune, eventualmente rivalutate in funzione degli apporti idrici aggiuntivi e delle nuove superfici impermeabilizzate.

Ovunque, quanto previsto dal D.M. 14.01.2008 “Norme Tecniche per le costruzioni” per la pianificazione attuativa e per la progettazione esecutiva di opere pubbliche e private.

Per tutte le opere edilizie di nuova realizzazione (manufatti, edifici, infrastrutture tecnologiche, stradali, ecc.) è obbligatoria la relazione geologica; la stessa dovrà evidenziare, mediante supplementi d’indagine di natura geologico-tecnica, geotecnica e/o idrogeologica (in relazione allo specifico ambito territoriale), la compatibilità dell’intervento con le situazioni di reale o potenziale dissesto.

Inoltre dovranno essere altresì indicate le prescrizioni tecniche al fine di realizzare idonee tipologie costruttive nonché opere di sistemazione e bonifica.

Per quanto concerne l’edificato esistente è richiesta la relazione geologica a supporto della pratica edilizia per i seguenti casi:

- ampliamento del manufatto o del fabbricato;
- demolizione totale o parziale con ricostruzione del manufatto/fabbricato;
- interventi strutturali di consolidamento sulle fondazioni esistenti.

#### **OPERE DI RIDUZIONE DEL RISCHIO**

In ambito urbano ed in ambito produttivo-terziario, completamento degli eventuali sistemi di collettamento e depurazione, allacciamento alla rete fognaria delle porzioni eventualmente non ancora servite; censimento e bonifica degli eventuali pozzi perdenti.

Sulla base delle risultanze degli studi/indagini del precedente paragrafo, le nuove edificazioni, gli ampliamenti e le opere infrastrutturali compatibili con la Classe di Fattibilità 2 dovranno prevedere interventi finalizzati alla eliminazione del dissesto geotecnico ed idraulico-idrogeologico; le suddette opere dovranno essere realizzate in accordo con l’Amministrazione Comunale.

## **CLASSE 3 (colore arancione)**

### **FATTIBILITÀ CON CONSISTENTI LIMITAZIONI**

*“Questa classe comprende le zone nelle quali sono state riscontrate consistenti limitazioni alla modifica di destinazione d'uso dei terreni per l'entità e la natura dei rischi individuati nell'area o nell'immediato intorno.*

*L'utilizzo di queste zone sarà pertanto subordinato alla realizzazione di supplementi di indagine per acquisire una maggiore conoscenza geologico-tecnica dell'area, nonché mediante studi tematici specifici di varia natura (idrogeologici, idraulici, ambientali).*

*Ciò permetterà di precisare le idonee destinazioni d'uso, le volumetrie ammissibili, le tipologie costruttive più opportune, nonché le opere di sistemazione e bonifica.*

*Per l'edificato esistente verranno indicate le indagini da eseguire per la progettazione e la realizzazione di opere di difesa e sistemazione idrogeologica.”*

### **AMBITO TERRITORIALE**

Alla CLASSE 3 vengono ascritte:

- Le aree di rispetto dei POZZI PUBBLICI ad uso idropotabile (**Sottoclasse 3A**), definite con criterio temporale ai sensi della DGR 15137/1996. Le captazioni attualmente in uso sono: n. 1, 2 e 3 (via delle Acacie) e n. 5 (località Cassinazza). Per il campo pozzi Acacie è stata acquisita un'area complessiva, comprendente l'insieme delle tre superfici di rispetto.
- Limitate porzioni del terrazzo Meridionale con pendenza media dei versanti >20° (**Sottoclasse 3B**), ubicate principalmente in prossimità delle incisioni torrentizie.
- Aree contraddistinte da VULNERABILITA' IDROGEOLOGICA ELEVATA nell'ambito dei settori alluvionali del torrente VALASCIA DI CASTELNUOVO e della VALLE DI RAME essenzialmente in virtù dell'elevato grado di permeabilità dei depositi litologici, oltre all'attività estrattiva dismessa al margine occidentale del territorio per effetto dell'asportazione dello strato protettivo del suolo e del primo sottosuolo (**Sottoclasse 3C**);
- Terrazzo meridionale di origine fluvioglaciale mindelliana in potenziale dissesto delle condizioni geotecnico-IDROGEOLOGICHE ai fini ingegneristici per la presenza di materiali scadenti e la possibilità di FALDE SOSPESE (**Sottoclasse 3D**) a ridotta profondità dal p.c. Pertanto, nell'ambito di tale settore e, prudentemente, nelle aree contermini, le condizioni geotecnico-idrogeologiche dovranno essere valutate puntualmente anche in occasione di edificazioni singole e/o private, ampliamenti oltre che per eventuali opere di interesse pubblico (quali per es.: sedi di edifici pubblici, infrastrutture viarie e ferroviarie, gallerie, ponti o cavalcavia, reti di servizi sotterranei ed aerei, ecc.).

Le caratteristiche geotecniche in Classe 3 non assumono una particolare valenza in funzione delle destinazioni d'uso. Ovunque, dovrà essere applicato quanto previsto dal D.M. 14.01.2008 "Norme Tecniche per le costruzioni" per la pianificazione attuativa e per la progettazione esecutiva di opere pubbliche e private.

Localmente, con riferimento alla tipologia ed alla funzione (o destinazione) dell'intervento edificatorio, dovranno essere valutate le condizioni geotecniche, idrogeologiche e sismiche ai fini della corretta progettazione.

In particolare, per le Opere strategiche e rilevanti (d.d.u.o. n. 19904/2003) nel territorio in Classe 3 si dovranno approntare **analisi sismiche di 3° LIVELLO** in base alle risultanze dell'indagine eseguita ai sensi della DGR 9/2616/2011 (si veda in proposito il successivo paragrafo 6.2).

### PRESCRIZIONI

#### **DESTINAZIONI D'USO**

In ambito urbano ed extraurbano, quanto previsto dallo strumento urbanistico, e più precisamente:

Nelle aree di rispetto dei POZZI IDROPOTABILI (**Sottoclasse 3A**), ridelimitate secondo la D.G.R. n. 15137/1996, ovvero nella superficie di rispetto complessiva dei pozzi via delle Acacie, sono vietate le seguenti attività o destinazioni (D.Lgs. 152/2006):

- *Dispersione di acque reflue e fanghi, anche se depurati;*
- *Accumulo di concimi chimici, fertilizzanti e pesticidi;*
- *Spandimento di concimi chimici, fertilizzanti e pesticidi (salvo quanto indicato in specifici piani di utilizzazione);*
- *Dispersione nel sottosuolo di acque meteoriche provenienti da piazzali o strade;*
- *Aree cimiteriali;*
- *Apertura di cave in connessione con la falda*
- *Apertura di pozzi, ad eccezione di quelli idropotabili e di quelli finalizzati alla tutela della caratteristiche qualitative della risorsa;*
- *Gestione di rifiuti;*
- *Stoccaggio di prodotti e sostanze chimiche pericolose, sostanze radioattive;*
- *Centri di raccolta, demolizione e rottamazione di autoveicoli;*
- *Pozzi perdenti;*
- *Pascolo e stabulazione del bestiame.*

La Regione disciplina, all'interno delle aree di rispetto, le seguenti attività e strutture:

- *Fognature,*
- *Edilizia residenziale e relative opere di urbanizzazione;*
- *Opere viarie, ferroviarie ed in genere infrastrutture di servizio;*
- *Pratiche agronomiche e piani di utilizzazione per concimi,*

*fertilizzanti e pesticidi.*

Settori contraddistinti da PENDENZA ELEVATA (>20°) (**Sottoclasse 3B**): conservazione dell'attuale destinazione d'uso a bosco, soprattutto in relazione a potenziali condizioni di instabilità dei versanti. In caso di modesti interventi edificatori, dovranno essere valutate idonee soluzioni per il collettamento e la regimazione delle acque meteoriche, per l'inserimento paesaggistico dell'intervento e per la compensazione boschiva.

Relativamente ai SETTORI ALLUVIONALI ed al COMPARTO ESTRATTIVO DISMESSO ad Occidente del territorio comunale (**Sottoclasse 3C**), contraddistinti da Vulnerabilità Idrogeologica ELEVATA, le eventuali nuove destinazioni artigianali o industriali dovranno essere preferibilmente di tipo non insalubre.

Le eventuali destinazioni artigianali o industriali di tipologia insalubre dovranno essere possibilmente di limitato impatto e saranno valutate puntualmente sulla scorta di specifica analisi di compatibilità ambientale da redigere a cura del proponente dell'intervento durante la fase progettuale.

AREE del territorio meridionale in POTENZIALE DISSESTO DELLE CONDIZIONI GEOTECNICO-IDROGEOLOGICHE (**Sottoclasse 3D**): le eventuali nuove edificazioni, anche di tipologia singola e privata, soprattutto se comportano piani interrati, box sotterranei, ecc., gli ampliamenti degli edifici esistenti (oltre agli interventi di demolizione e ricostruzione totale o parziale e interventi strutturali di consolidamento delle fondazioni), le opere di interesse pubblico quali sedi di edifici pubblici, infrastrutture viarie e ferroviarie, gallerie, ponti o cavalcavia, reti di servizi sotterranei ed aerei, ecc., dovranno essere valutate puntualmente in riferimento alle specifiche condizioni geotecniche ed idrogeologiche.

## **INDAGINI E STUDI**

Studio e verifica delle condizioni di stabilità dei settori contraddistinti da PENDENZA ELEVATA (>20°) (**Sottoclasse 3B**): studio e progettazione di interventi di consolidamento e sistemazione agronomico-forestale delle porzioni risultate instabili; studio e progettazione di opere per il collettamento e lo smaltimento delle acque meteoriche.

In particolare, per queste ultime si dovrà evitare sia lo scorrimento incontrollato lungo la scarpata, sia eventuali infiltrazioni sotterranee.

Analisi di compatibilità ambientale relativamente ad eventuali interventi artigianali o industriali di tipo insalubre nell'ambito dei SETTORI ALLUVIONALI e del COMPARTO ESTRATTIVO DISMESSO, contraddistinti da Vulnerabilità Idrogeologica ELEVATA, da redigere a cura del proponente dell'intervento

durante la fase progettuale (**Sottoclasse 3C**). In tale contesto, si prenderanno in esame le prescrizioni e le cautele generali da adottare al fine di diminuire il grado di rischio.

Indagini geotecnico-idrogeologiche puntuali relativamente a nuovi interventi edificatori di cui alle tipologie sopraindicate ed agli ampliamenti, ricostruzioni e consolidamenti delle strutture/edifici esistenti (**Sottoclasse 3D**) per la possibile presenza di falde subaffioranti o sospese, oltre che per la determinazione delle caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione.

Si dovranno determinare, mediante specifica indagine da redigere a cura del richiedente, le condizioni di permeabilità dei terreni che consentiranno di valutare tecnicamente l'opportunità di smaltire in sotterraneo le acque meteoriche, nei casi previsti dalle norme vigenti.

Ovunque, quanto previsto dal D.M. 14.01.2008 "Norme Tecniche per le costruzioni" per la pianificazione attuativa e per la progettazione esecutiva di opere pubbliche e private.

Per tutte le opere edilizie di nuova realizzazione (manufatti, edifici, infrastrutture tecnologiche, stradali, ecc.) è obbligatoria la relazione geologica; la stessa dovrà evidenziare, mediante supplementi d'indagine di natura geologico-tecnica, geotecnica e/o idrogeologica (in relazione allo specifico ambito territoriale), la compatibilità dell'intervento con le situazioni di reale o potenziale dissesto.

Inoltre dovranno essere altresì indicate le prescrizioni tecniche al fine di realizzare idonee tipologie costruttive nonché opere di sistemazione e bonifica.

Per quanto concerne l'edificato esistente è richiesta la relazione geologica a supporto della pratica edilizia per i seguenti casi:

- ampliamento del manufatto o del fabbricato;
- demolizione totale o parziale con ricostruzione del manufatto/fabbricato;
- interventi strutturali di consolidamento sulle fondazioni esistenti.

#### **OPERE DI RIDUZIONE DEL RISCHIO**

In ambito urbano ed in ambito produttivo-terziario, completamento degli eventuali sistemi di collettamento e depurazione, allacciamento alla rete fognaria delle porzioni eventualmente non ancora servite; censimento e bonifica degli eventuali pozzi perdenti.

Interventi di consolidazione, sistemazione agronomico-forestale e riqualificazione ambientale dei versanti a PENDENZA ELEVATA (>20°) (**Sottoclasse 3B**) risultati instabili sulla base delle risultanze degli studi di cui sopra; opere per il collettamento e lo smaltimento delle acque meteoriche sulla base delle risultanze degli studi di cui sopra.

Opere e cautele generali finalizzate alla limitazione del grado di rischio idrogeologico nell'ambito dei SETTORI ALLUVIONALI e del COMPARTO ESTRATTIVO DISMESSO (**Sottoclasse 3C**), sulla base delle risultanze dell'analisi di compatibilità ambientale prescritta sopra.

Sulla base delle risultanze degli studi/indagini del precedente paragrafo, le nuove edificazioni, gli ampliamenti e le opere infrastrutturali compatibili con la Classe di Fattibilità 3 dovranno prevedere interventi finalizzati alla eliminazione del dissesto geotecnico ed idraulico-idrogeologico (Sottoclasse 3D); le suddette opere dovranno essere realizzate in accordo con l'Amministrazione Comunale.

Quanto previsto dai risultati delle indagini condotte ai sensi del D.M. 14.01.2008 "Norme Tecniche per le costruzioni" per l'eliminazione delle condizioni di reale o potenziale dissesto

## **CLASSE 4 (colore rosso scuro)**

### **FATTIBILITÀ CON GRAVI LIMITAZIONI**

*“L'alto rischio comporta gravi limitazioni per la modifica d'uso delle particelle. Dovrà essere esclusa qualsiasi nuova edificazione, se non opere tese al consolidamento o alla sistemazione idrogeologica.*

*Per gli edifici esistenti saranno consentiti esclusivamente interventi così come definiti dall'Art. 3, comma 1, lettere a), b) e c) del DPR 380/2001.*

*Eventuali opere pubbliche o di interesse pubblico dovranno essere valutate puntualmente; a tal fine sarà necessaria apposita indagine geologica, geotecnica e sismica che dimostri la compatibilità degli interventi previsti con la situazione di rischio.”*

### **AMBITO TERRITORIALE**

Alla CLASSE 4 vengono ascritte:

- Le aree di Rispetto Fluviale interdette all'edificazione individuate lungo le aste del torrente VALASCIA DI CASTELNUOVO e dei suoi affluenti in sponda destra, della VALLE DI MONELLO e della VALLE DI RAME (**Sottoclasse 4A**). Esse sono aree di demanio idrico comunale definite mediante apposito Regolamento di Polizia Idraulica (ai sensi delle DGR n. 7/7868 del 25.01.2002 e n. 7/13950 del 01.08.2003).
- Le aree di tutela assoluta dei POZZI PUBBLICI ad uso idropotabile (**Sottoclasse 4B**), individuate ai sensi del D.Lgs. n. 152/2006.
- L'area contraddistinta da condizioni di Vulnerabilità Idrogeologica Elevate per l'EMERGENZA DIFFUSA di acque sotterranee al margine orientale del territorio (**Sottoclasse 4C**).
- L'area a dissesto geomorfologico in atto e potenziale in corrispondenza dell'area alluvionale del torrente VALASCIA DI CASTELNUOVO (**Sottoclasse 4D**). Fa parte della Classe di Fattibilità 4 in virtù delle precarie condizioni di stabilità dei versanti dovute principalmente all'elevata acclività ed all'azione erosiva concentrata al piede e diffusa ad opera rispettivamente delle acque incanalate e selvagge provenienti dal versante. Nell'ambito delle SPONDE di delimitazione del torrente VALASCIA DI CASTELNUOVO e relativo CIGLIO SUPERIORE in Classe 4, qualsiasi opera di consolidamento e regimazione idraulica dovrà essere supportata da specifico approfondimento delle condizioni geotecniche ed idrauliche estese al comprensorio di interesse.

- Aree di esondazione del torrente VALASCIA DI CASTELNUOVO e della VALLE DI RAME nel settore Nord-occidentale del territorio (**Sottoclasse 4E**) in cui si segnalano condizioni di Dissesto Idrografico legate ai periodici fenomeni di esondazione.

Le caratteristiche geotecniche in Classe 4 non assumono una particolare valenza in funzione delle destinazioni d'uso. Localmente, con riferimento alla tipologia ed alla funzione (o destinazione) dell'intervento edificatorio, dovranno essere valutate le condizioni geotecniche, idrogeologiche e sismiche ai fini della corretta progettazione.

In particolare, per le Opere strategiche e rilevanti (d.d.u.o. n. 19904/2003) nel territorio in Classe 4 si dovranno approntare analisi sismiche di 3° LIVELLO in base alle risultanze dell'indagine eseguita ai sensi della DGR 9/2616/2011 (si veda in proposito il successivo paragrafo 6.2).

## **PRESCRIZIONI**

### **DESTINAZIONI D'USO**

Viene esclusa qualsiasi nuova edificazione ad esclusione di opere finalizzate al consolidamento, alla protezione idrogeologica ed idraulica.

Per gli edifici esistenti saranno consentiti i soli interventi di manutenzione ordinaria, straordinaria, restauro e risanamento conservativo, senza aumenti di volume e modifiche delle destinazioni d'uso - Art. 3, comma 1, lettere a), b) e c) del DPR 380/2001.

Potranno essere realizzate eventuali infrastrutture pubbliche e/o di interesse pubblico solo se non altrimenti localizzabili sul territorio; le stesse dovranno comunque essere puntualmente valutate in funzione della tipologia di dissesto e del grado di rischio presenti nell'ambito di pericolosità/vulnerabilità omogenea.

Alle istanze per l'approvazione da parte dell'autorità comunale, dovrà essere allegata la relazione geologica che dimostri la compatibilità degli interventi previsti con la situazione di rischio.

**AREE DI ESONDAZIONE DEL TORRENTE VALASCIA DI CASTELNUOVO e della VALLE DI RAME (Sottoclasse 4E):** auspicabili destinazioni d'uso agricole oppure a bosco in virtù delle condizioni di dissesto idrografico.

Indipendentemente dalla destinazione d'uso, dovrà essere evitato qualsiasi intervento o manufatto che comporti la riduzione anche parziale della capacità di invaso delle aree normalmente interessate dalle acque di esondazione, mentre dovranno essere favorite le opere per la ricostituzione degli equilibri naturali e gli interventi di sistemazione idraulica. La realizzazione di eventuali opere sistematorie eseguite in accordo con l'Amministrazione Comunale che comportino la riduzione o

la eliminazione del Rischio idrologico, porterà alla declassazione dell'ambito direttamente interessato.

#### **INDAGINI E STUDI**

Indagini, studi e progettazione di interventi di consolidamento, regimazione idraulica e riqualificazione ambientale delle aree a DISSESTO GEOMORFOLOGICO IN ATTO in prossimità dell'area alluvionale del torrente VALASCIA DI CASTELNUOVO (**Sottoclasse 4D**), soprattutto al fine di scongiurare possibili accentuazioni dei fenomeni.

Studi ed indagini finalizzati al monitoraggio della possibile evoluzione dei fenomeni di EROSIONE SPONDALE lungo gli alvei nell'ambito del territorio del parco Pineta, nonché, qualora siano risultati necessari, studi ed indagini finalizzati agli interventi di recupero ambientale mediante tecniche di ingegneria naturalistica.

Indagini e studi idrogeologici ed idraulici di carattere comunale e sovracomunale nell'ambito dei BACINI DEL TORRENTE VALASCIA DI CASTELNUOVO e della VALLE DI RAME (**Sottoclasse 4E**), finalizzati alla definizione e progettazione degli interventi sistematori per la regimazione idraulica dei corsi d'acqua in territorio comunale.

Quanto previsto dal D.M. 14.01.2008 "Norme Tecniche per le costruzioni" per la pianificazione attuativa, per opere di carattere non edificatorio, oltre che per le eventuali infrastrutture pubbliche e/o di interesse pubblico realizzabili.

Nell'ambito degli interventi compatibili con l' Art. 3, comma 1, lettere a), b) e c) del DPR 380/2001, è richiesta la relazione geologica per interventi strutturali di consolidamento sulle fondazioni esistenti, con la finalità di valutare le caratteristiche fisiche e la capacità portante dei terreni di fondazione.

#### **OPERE DI RIDUZIONE DEL RISCHIO**

Allacciamento alla rete fognaria delle porzioni eventualmente non ancora servite, censimento e bonifica dei pozzi perdenti.

Interventi di consolidazione, sistemazione agronomico-forestale e riqualificazione ambientale delle sponde e dei versanti in condizioni di DISSESTO GEOMORFOLOGICO IN ATTO (**Sottoclasse 4D**), sulla base delle risultanze degli studi di cui sopra; opere per il collettamento e lo smaltimento delle acque meteoriche sulla base delle risultanze degli studi di cui sopra.

Interventi finalizzati al recupero ambientale lungo gli alvei maggiormente interessati da fenomeni erosivi spondali.

Le aree di tutela assoluta dei POZZI IDROPOTABILI (**Sottoclasse 4B**), rappresentate dai comparti immediatamente circostanti alle captazioni con estensione di raggio di 10.0m attorno ad esse, devono essere adibite esclusivamente ad opere di captazione e ad infrastrutture di servizio (D.Lgs. n. 152/2006). Per ragioni di sicurezza, le medesime devono essere adeguatamente protette.

Interventi finalizzati alla riduzione del rischio idraulico sulla base delle risultanze degli studi di cui sopra, da eseguire in accordo con l'Amministrazione Comunale nell'ambito delle AREE DI ESONDAZIONE DEL TORRENTE VALASCIA DI CASTELNUOVO e della VALLE DI RAME (**Sottoclasse 4E**).

Quanto previsto dai risultati delle indagini condotte ai sensi del D.M. 14.01.2008 "Norme Tecniche per le costruzioni" per l'eliminazione delle condizioni di reale o potenziale dissesto.

## 6.2 COMPONENTE SISMICA

Per il Comune di BINAGO si individuano tre differenti tipologie di risposta sismica dei terreni, indicate in cartografia (**ALLEGATO 7 – CARTA DELLA FATTIBILITA' GEOLOGICA**) come Z4a, Z4c, Z2 e Z1c - con apposito retino trasparente.

Nelle aree individuate in carta, per le sole tipologie costruttive strategiche e rilevanti (elenco tipologico di cui al D.d.u.o. n. 19904 del 21.11.2003), sono obbligatoriamente da adottarsi le seguenti prescrizioni:

### Z4a

**Caratteri litologici e geotecnici:** si tratta di superfici costituite da depositi fluvioglaciali e fluviali terrazzati in prevalenza sabbioso-limosi debolmente ghiaiosi, con mediocri caratteristiche geotecniche. La falda superficiale si attesta normalmente alle profondità comprese tra 10 e 15m dal piano campagna; localmente si osserva la presenza di piccole falde sospese entro i primi metri di profondità dal p.c.

**Approfondimenti d'indagine:** I territori individuati con la lettera Z4a sono stati assoggettati ad approfondimento di 2° livello secondo i criteri definiti dall'Allegato 5 della DGR 9/2616/2011. Tale approfondimento ha portato alla conclusione che il valore del Fattore di Amplificazione Fa (intervallo 0,1-0,5 s) è risultato superiore al rispettivo valore di soglia regionale: la normativa è da considerarsi insufficiente a tenere in considerazione i possibili effetti di amplificazione litologica del sito e, pertanto, sarà necessario effettuare analisi più approfondite (3° livello) in fase di progettazione edilizia. Tali prescrizioni riguardano le costruzioni strategiche e rilevanti in progetto, ai sensi della D.g.r. 14964/2003; tali costruzioni sono elencate nel d.d.u.o. n. 19904/2003.

E' richiesta in fase di progettazione la valutazione delle caratteristiche geologiche, dei parametri geotecnici e sismici dei terreni di fondazione; tale valutazione deve considerare la successione stratigrafica fino al bedrock sismico, o in alternativa fino alla profondità di circa 30 m da p.c.

Sono escluse dall'approfondimento tutte le aree non edificabili per motivi geologici e/o soggette a vincolo di natura ambientale, fintanto che tale vincolo garantisce la loro inedificabilità.

Tutte le costruzioni il cui uso prevede affollamenti significativi o attività pericolose per l'ambiente, le reti viarie e ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza, le costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti o con funzioni sociali essenziali devono essere obbligatoriamente sottoposte alle analisi di 3° livello di cui all'Allegato 5 della DGR 9/2616 del 30/11/2011 al punto 2.3 e successive integrazioni.

## Z4c

**Caratteri litologici e geotecnici:** si tratta di superfici costituite da depositi glaciali in prevalenza sabbiosi con ghiaia localmente molto alterata, con mediocri caratteristiche geotecniche. La falda superficiale si attesta normalmente alle profondità comprese tra 10 e 15m dal piano campagna; localmente si osserva la presenza di piccole falde sospese a pochi metri di profondità dal p.c.

**Approfondimenti d'indagine:** I territori individuati con la lettera Z4c sono stati assoggettati ad approfondimento di 2° livello secondo i criteri definiti dall'Allegato 5 della DGR 9/2616/2011. Tale approfondimento ha portato alla conclusione che il valore del Fattore di Amplificazione Fa (intervallo 0,1-0,5 s) è risultato superiore al rispettivo valore di soglia regionale: la normativa è da considerarsi insufficiente a tenere in considerazione i possibili effetti di amplificazione litologica del sito e, pertanto, sarà necessario effettuare analisi più approfondite (3° livello) in fase di progettazione edilizia. Tali prescrizioni riguardano le costruzioni strategiche e rilevanti in progetto, ai sensi della D.g.r. 14964/2003; tali costruzioni sono elencate nel d.d.u.o. n. 19904/2003.

E' richiesta in fase di progettazione la valutazione delle caratteristiche geologiche, dei parametri geotecnici e sismici dei terreni di fondazione; tale valutazione deve considerare la successione stratigrafica fino al bedrock sismico, o in alternativa fino alla profondità di circa 30 m da p.c.

Sono escluse dall'approfondimento tutte le aree non edificabili per motivi geologici e/o soggette a vincolo di natura ambientale, fintanto che tale vincolo garantisce la loro inedificabilità.

Tutte le costruzioni il cui uso prevede affollamenti significativi o attività pericolose per l'ambiente, le reti viarie e ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza, le costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti o con funzioni sociali essenziali devono essere obbligatoriamente sottoposte alle analisi di 3° livello di cui all'Allegato 5 della DGR 9/2616 del 30/11/2011 al punto 2.3 e successive integrazioni.

## Z2

**Caratteri litologici e geotecnici:** a questa zona appartengono le superfici costituite da materiali limoso-argillosi localmente molto alterati, afferenti ai depositi a ferretto. Nell'ambito dell'area terrazzata più antica già a partire da pochi metri di profondità dal p.c., localmente si osservano piccole falde idriche sospese, in genere con produttività ridotta ed a forte variabilità stagionale. Le caratteristiche geotecniche sono scadenti, mentre la permeabilità è di entità medio-bassa.

**Approfondimenti d'indagine:** I territori individuati con la sigla Z2 devono essere assoggettati ad approfondimento di 3° livello in fase di progettazione edilizia, secondo i criteri definiti dall'Allegato 5 della DGR 9/2616 del 30/11/2011. Tali prescrizioni riguardano i siti ove sorgeranno le costruzioni strategiche e rilevanti ai sensi della D.g.r. 14964/2003; l'elenco delle costruzioni interessate è riportato nel d.d.u.o. n. 19904/2003.

E' richiesta in fase di progettazione la valutazione delle caratteristiche geologiche, dei parametri geotecnici e sismici dei terreni di fondazione; tale valutazione deve considerare la successione stratigrafica fino al bedrock sismico, o in alternativa fino alla profondità di 30 m da p.c.

Sono escluse dall'approfondimento tutte le aree non edificabili per motivi geologici e/o soggette a vincolo di natura ambientale, fintanto che tale vincolo garantisce la loro inedificabilità.

Tutte le costruzioni il cui uso prevede affollamenti significativi o attività pericolose per l'ambiente, le reti viarie e ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza, le costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti o con funzioni sociali essenziali devono essere obbligatoriamente sottoposte alle analisi di 3° livello di cui all'Allegato 5 della DGR 9/2616 del 30/11/2011 al punto 2.3 e successive integrazioni.

## Z1c

**Caratteri litologici e geotecnici:** a questa zona appartengono la gran parte delle superfici che si trovano ai margini delle incisioni torrentizie in condizioni di elevata pendenza. Le condizioni di erosione al piede e la natura dei depositi in loco (materiali limoso-argillosi localmente molto alterati) favoriscono la formazione di nicchie di distacco, determinando locali condizioni di instabilità.

In base a quanto sopra esposto, le caratteristiche geotecniche dei depositi sono scadenti, mentre la permeabilità è di entità medio-bassa.

**Approfondimenti d'indagine:** I territori individuati con la sigla Z1c devono essere assoggettati ad approfondimento di 3° livello in fase di progettazione edilizia, secondo i criteri definiti dall'Allegato 5 della DGR 9/2616 del 30/11/2011. Tali prescrizioni riguardano i siti ove sorgeranno le costruzioni strategiche e rilevanti ai sensi della D.g.r. 14964/2003; l'elenco delle costruzioni interessate è riportato nel d.d.u.o. n. 19904/2003.

E' richiesta in fase di progettazione la valutazione delle caratteristiche geologiche, dei parametri geotecnici e sismici dei terreni di fondazione; tale valutazione deve considerare la successione stratigrafica fino al bedrock sismico, o in alternativa fino alla profondità di 30 m da p.c.

Sono escluse dall'approfondimento tutte le aree non edificabili per motivi geologici e/o soggette a vincolo di natura ambientale, fintanto che tale vincolo garantisce la loro inedificabilità.

Tutte le costruzioni il cui uso prevede affollamenti significativi o attività pericolose per l'ambiente, le reti viarie e ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza, le costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti o con funzioni sociali essenziali devono essere obbligatoriamente sottoposte alle analisi di 3° livello di cui all'Allegato 5 della DGR 9/2616 del 30/11/2011 al punto 2.3 e successive integrazioni.

## **Bibliografia**

AA.VV. "*Carta geologica della Lombardia*" - Servizio Geologico Nazionale - Regione Lombardia – C.N.R. - Roma 1990

ANSI/ASTM D2487-69 "Standard test method for classification of soils for engineering purposes" - repr. 1975

ARPA Lombardia – "Rapporto sullo stato dell'ambiente – anno 2006"

Beretta G.P. - "*Contributo per la carta idrogeologica della Lombardia*" - Acque sotterranee – 1986

Borghese A. - "*Il territorio lariano e i suoi Comuni*" - 1992

Castany G. "*Idrogeologia*" - Flaccovio - 1982

Cestari F. "*Prove geotecniche in sito*" - Geo-graph, Segrate (MI) - 1990

Cita M.B., Gelati R., Gregnanin A. - "*Alpi e Prealpi lombarde*" Guide geologiche regionali, vol. 1 - Roma

Colombo P. - "*Elementi di geotecnica*" - Zanichelli - Bologna - 1978

De Luca D.A., Verga G., - "*Una metodologia per la valutazione della vulnerabilità degli acquiferi*" - Acque sotterranee Fascicolo n. 29 -Marzo1991

Desio A., - "*Geologia dell'Italia*" – UTET Torino -1968

E.R.S.A.L. "*I suoli della Brianza comasca e lecchese*" - progetto carta pedologica – maggio 1999

E.R.S.A.L. "*I suoli del Parco Pineta di Appiano G.-Tradate e aree limitrofe*" - progetto carta pedologica - 1988

Gelmini, Paltrinieri "*Vulnerabilità all'inquinamento delle acque sotterranee*" - Studi sulla vulnerabilità degli acquiferi, Vol. 2, Ed. Pitagora, 1990

Nangeroni "*Carta geognostico - geologica della Provincia di Varese*" - 1929

Nangeroni "*Carta geomorfologica del territorio di Malnate - Tradate (Varese)*" – 1967

*Piano Territoriale di Coordinamento del Parco Regionale della Pineta di Appiano Gentile e Tradate – art. 19, comma 2, L.R. 86/83 e successive modifiche*  
Provincia di Como – Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP) - *Relazione; Norme di attuazione; Allegati* – agosto 2006

Provincia di Como – I Piano di Prevenzione e Previsione di Protezione Civile - *Relazione; Allegati* – 2001

Regione Lombardia (1994) - *"Carta Tecnica Regionale, sezione A5e1 – Appiano Gentile"*- Scala 1:10000

Regione Lombardia (1994) - *"Carta Tecnica Regionale, Sezione A5e5 – Olgiate Comasco"*- Scala 1:10000

*Rilievo a.f.g. del territorio comunale. Scala 1:5.000/1:2.000 - 1996*

Rossi P. M. - *"Structural and stratigraphical pattern of the Lombardy Southern Alps. In structural model of Italy"*- C.N.R. – Quad. de La Ric.Sc. – Roma 1975

Centro Geofisico Prealpino – *ANNALI PLUVIO-TERMOMETRICI (1966-2001)*

Seminario Arcivescovile di Venegono Inferiore (VA) – *ANNALI PLUVIO-TERMOMETRICI (1934-1987).*

Stazione termo-pluviometrica di Como – *ANNALI PLUVIO-TERMOMETRICI (1964-1986)*

Stazione termo-pluviometrica di Cantù – *ANNALI PLUVIO-TERMOMETRICI (1958-1980)*

Stazione termo-pluviometrica di Vertemate con Minoprio - Fondazione Minoprio MAC – *ANNALI PLUVIO-TERMOMETRICI (1986-2002).*

Regione Lombardia – Assessorato all'Urbanistica – *"Piano Territoriale Paesistico Regionale"*

Regione Lombardia - DG Risorse Idriche ed ai Servizi di pubblica Utilità – *"Programma Energetico Regionale"* 2003

Regione Lombardia – Direzione Generale Territorio ed Urbanistica - SIT Sistema Informativo Regionale

Regione Lombardia - Programma di Tutela e Uso delle Acque - 2004.