



**STUDIO VENEGONI**  
DOTT. ALBERTO VENEGONI - GEOLOGO  
ORDINE DEI GEOLOGI DELLA LOMBARDIA N.410



AMMINISTRAZIONE COMUNALE DI  
**SOLBIATE ARNO**

-PROVINCIA DI VARESE-

AGGIORNAMENTO DELLO STUDIO  
GEOLOGICO DI SUPPORTO  
ALLO STRUMENTO  
URBANISTICO GENERALE (P.G.T.)

*L.R. N. 12/2005*  
*D.G.R. N. 9/2616 DEL 30/11/2011*



|       |            |      |                       |                        |
|-------|------------|------|-----------------------|------------------------|
| 3213  | 02/12/2013 | 00   | Dott. Giorgio BORRONI | Dott. Alberto VENEGONI |
| COMM. | DATA       | REV. | REDATTO               | APPROVATO              |

Uff.: via P. Micca, 11 - 20023 Cerro Maggiore (MI)  
tel. 0331/421.978 - fax. 0331/421.977 - E-mail: [studiovenegoni@soilwater.it](mailto:studiovenegoni@soilwater.it)  
Dom. Fisc.: via del Chisso, 18/4 - 21052 Busto Arsizio (VA)  
p. I.V.A. 02047640129 - C.F. VNG LRT 53P22 B300H

---

## INDICE

|       |                                                                   |    |
|-------|-------------------------------------------------------------------|----|
| 1.    | <u>PREMESSA, SCOPO DEL LAVORO E METODOLOGIA DI INDAGINE .....</u> | 4  |
| 2.    | <u>ASPETTI GENERALI.....</u>                                      | 6  |
| 2.1   | <i>Inquadramento geografico</i>                                   | 6  |
| 2.2   | <i>Inquadramento meteorologico</i>                                | 7  |
| 2.3   | <i>Inquadramento geologico</i>                                    | 10 |
| 2.1.3 | <i>Inquadramento geomorfologico</i>                               | 13 |
| 2.1.4 | <i>Inquadramento pedologico</i>                                   | 16 |
| 2.2   | <u>INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO E IDROGRAFICO .....</u>            | 19 |
| 2.2.1 | <i>Caratteristiche idrografiche</i>                               | 19 |
| 2.2.2 | <i>Caratteristiche idrogeologiche e tipologia degli acquiferi</i> | 20 |
| 2.2.3 | <i>Classificazione dei terreni in classi di permeabilità</i>      | 22 |
| 2.2.4 | <i>Vulnerabilità idrogeologica</i>                                | 24 |
| 2.2.5 | <i>Censimento pozzi</i>                                           | 28 |
| 2.2.6 | <i>Piezometria</i>                                                | 29 |
| 2.3   | <u>CARATTERIZZAZIONE GEOLITOLOGICA E GEOTECNICA.....</u>          | 31 |
| 2.3.1 | <i>Pozzetti esplorativi</i>                                       | 31 |
| 2.3.2 | <i>Dati geotecnici</i>                                            | 32 |
| 2.3.2 | <i>Considerazioni riassuntive</i>                                 | 33 |
| 3     | <u>VALUTAZIONE DELLE CONDIZIONI DI RISCHIO SISMICO.....</u>       | 35 |
| 3.1   | <u>PRIMO LIVELLO DI APPROFONDIMENTO .....</u>                     | 36 |
| 4     | <u>FASE DI ANALISI.....</u>                                       | 40 |
| 4.1   | <u>FENOMENI GEOMORFOLOGICI ATTIVI .....</u>                       | 40 |
| 4.2   | <u>CONDIZIONI IDROGRAFICHE ED IDROGEOLOGICHE .....</u>            | 43 |
| 4.3   | <u>ELEMENTI DI RISCHIO – CARTE RIS P.T.C.P .....</u>              | 44 |
| 4.4   | <u>FATTORI ANTROPICI .....</u>                                    | 45 |
| 4.5   | <u>VINCOLI NORMATIVI.....</u>                                     | 47 |
| 5     | <u>FASE DI SINTESI E PROPOSTE.....</u>                            | 49 |
| 5.1   | <u>FATTIBILITÀ GEOLOGICA PER LE AZIONI DI PIANO .....</u>         | 49 |



---

## ALLEGATI AL TESTO

A. SCHEDE CENSIMENTO POZZI

B. SCHEDE CENSIMENTO FRANE

## ALLEGATI

1. CARTA GEOLITOLOGICA CON ELEMENTI GEOPEDOLOGICI (Scala 1:10.000)

2. CARTA IDROGRAFICA ED IDROGEOLOGICA (Scala 1:4.000)

2A. SEZIONI IDROGEOLOGICHE INTERPRETATIVE

3. INDAGINI GEOGNOSTICHE

4. CARTA GEOTECNICA E DEGLI ELEMENTI ANTROPICI (Scala 1:4.000)

5. CARTA GEOMORFOLOGICA E DELLA DINAMICA QUATERNARIA (Scala 1:4.000)

5-BIS. CARTA DEI DISSESTI CON LEGENDA UNIFORMATA P.A.I. (Scala 1:10.000)

6. CARTA DEI VINCOLI (Scala 1:4.000)

7. CARTA DI SINTESI (Scala 1:4.000)

7-SIS. CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE (Scala 1:4.000)

8. CARTA DELLA FATTIBILITA' GEOLOGICA (Scala 1:2.000)

9. CARTA DELLA FATTIBILITA' GEOLOGICA SU BASE C.T.R. (Scala 1:10.000)



---

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

L'Amministrazione Comunale di **SOLBIATE ARNO (VA)** ha incaricato il **DOTT. ALBERTO VENEGONI, GEOLOGO**, di eseguire *uno studio geologico di supporto allo strumento urbanistico generale (P.G.T.) in ottemperanza a quanto disposto dalla L.R. n. 12 del 11.03.05 e dalla D.G.R. n. 9/2616 del 30/11/2011*, concernente i “Criteri ed indirizzi relativi alla componente geologica nella pianificazione comunale”.

Su tale base, la **metodologia d'indagine** si è sviluppata su tre successive e concatenate fasi di lavoro:

### **PARTE 1 - ASPETTI GENERALI**

ha comportato la raccolta dati, l'integrazione con osservazioni di campagna e la predisposizione di apposita cartografia tematica di base.

L'obiettivo della fase di analisi è consistito nella redazione della carta di sintesi con lo scopo di fornire, con un unico elaborato, un quadro sintetico dello stato del territorio.

### **PARTE 2 - FASE DI ANALISI**

ha consentito la caratterizzazione del territorio attraverso una valutazione incrociata degli elementi contenuti nella carta di sintesi con i fattori ambientali ed antropici in esame e la definizione dei fattori di **RISCHIO** geologico propri del territorio.

Quanto sopra ha consentito di affrontare la lettura del territorio anche sotto il profilo geologico-ambientale per una ottimale tutela ambientale preventiva.

### **PARTE 3 - FASE DI SINTESI E PROPOSTE**

attraverso la formulazione delle proposte e l'individuazione dei vincoli esistenti si è pervenuti alla redazione della carta dei vincoli esistenti e della fattibilità geologica delle azioni di piano alla stessa scala dello strumento urbanistico e ai suggerimenti prescrittivi per le aree di variante del P.G.T..



# SCHEMA METODOLOGICO PER TERRITORI DI COLLINA

## *FASE DI ANALISI*

**Raccolta dati:** Geomorfologici, Idrografici, Idrologici, Idrogeologici, Ambientali, Vincolistici.

Cartografia di  
inquadramento

- **Carta Geolitologica - Scala 1:10.000**
- **Carta Idrogeologica - Scala 1:4.000**

Cartografia tematica e  
di dettaglio

- **Carta Geomorfologica - Scala 1:4.000**
- **Carta Geotecnica e Fattori Antropici - Scala 1:4.000**
- **Carta Pericolosità Sismica locale - Scala 1:4.000**

*CARTA DI SINTESI*  
Scala 1:4.000

## *FASE DI DIAGNOSI*

*Incrocio dati, valutazione critica, definizione della pericolosità dei fenomeni, pericolosità sismica, valutazione stato di fatto antropico, definizione rischi e scenari di rischio conseguenti.*

## *FASE DI PROPOSTA*

*ZONAZIONE*

*CARTA DELLA FATTIBILITA' GEOLOGICA*  
Scala 1:2.000



---

## 2. ASPETTI GENERALI

### 2.1 Inquadramento geografico

L'area interessata dalla presente indagine comprende il territorio comunale di Solbiate Arno ed una porzione di territorio circostante funzionale ai fini del lavoro.

Il territorio comunale di SOLBIATE ARNO si estende su una superficie di circa 3.40 kmq, confina con i comuni di Jerago con Orago e Oggiona S.Stefano a SUD, con il comune di Carnago a EST, con i comuni di Caronno Varesino e Albizzate a NORD, con il comune di Albizzate e Jerago con Orago a OVEST.

La quota massima si ubica nel settore nord-occidentale del territorio ed è di 338.24 m s.l.m in località Cascina Maggiolino; la quota minima è di 273,36 m e si registra nella porzione meridionale dell'area, lungo il corso del torrente Arno al confine con il comune di Oggiona S.Stefano.

L'inquadramento cartografico è il seguente:

*Carta Tecnica Regionale scala 1:10000*

Sezione A5d2 – CARNAGO



*Rilievo Aerofotogrammetrico del territorio comunale scala 1:2000*

*Planimetria catastale – Scala 1:2000*



---

## 2.2 Inquadramento meteorologico

Per la definizione dell'inquadramento meteorologico di massima del comune di Solbiate Arno e dell'ambito circostante ci si è avvalsi delle banche dati pubblicate da:

- Centro Meteo Lombardo – [www.centrometeolombardo.com](http://www.centrometeolombardo.com)
- SCIA – Sistema nazionale per la raccolta, l'elaborazione e la diffusione di dati Climatologici di Interesse Ambientale – [www.scia.sinanet.apat.it](http://www.scia.sinanet.apat.it)
- ARPA – Servizio meteorologico regionale – [www.arpalombardia.it/meteo/meteo.asp](http://www.arpalombardia.it/meteo/meteo.asp)

Il Comune di Solbiate Arno si inserisce nell'ambito prealpino, con clima tipicamente continentale caratterizzato da forti escursioni termiche diurne, piogge piuttosto abbondanti (spesso superiori ai 1000 mm/anno) e concentrate soprattutto nel semestre estivo, anche se in realtà il clima dell'area varia in modo sostanziale da zona a zona sia a causa delle diverse altitudini sia per effetto dell'esposizione.

Mediamente, la ventosità è ridotta e sono frequenti gli episodi temporaleschi estivi.

In particolare Solbiate Arno si ubica nel settore collinare, compreso tra i primi rilievi montuosi a Nord di Varese e l'alta pianura, presentando una climatologia fortemente influenzata dalla presenza dei laghi.

Infatti, in tali aree la temperatura invernale risulta infatti più elevata, in media di circa 2°C, rispetto a quella del settore di pianura, con un ridotto numero di giorni di gelo, mentre in primavera, estate ed autunno, la zona dei laghi risulta in media di 1 – 2°C più fresca rispetto al settore di pianura.

Relativamente alle precipitazioni si osserva che la zona dei laghi presenta un massimo estivo (giugno-luglio) ed uno autunnale molto simili fra loro.

In generale il clima può essere così caratterizzato:

- piovosità annua elevata distribuita in particolare nelle stagioni intermedie, con minimi di piovosità in inverno; piovosità annua di circa 1500mm, ed in particolare i mesi più piovosi sono maggio e ottobre (circa 170mm) mentre quelli più "asciutti" sono dicembre, gennaio e febbraio (circa 80mm).
- la temperatura non raggiunge i valori estremi del clima continentale a causa della mitigazione dei laghi e delle brezze locali.
- L'umidità relativa è elevata in prossimità delle zone lacustri e diminuisce mano a mano che ci si allontana da esse; la ventilazione prevalente è quella delle brezze, il vento caratteristico di queste zone è il Föhn che in alcune giornate può raggiungere anche i 25/30 nodi.
- forte attività elettrica durante i fenomeni temporaleschi.

L'analisi svolta dalla Regione Lombardia (fonte: [www.centrometeolombardo.com](http://www.centrometeolombardo.com)), basata sulla serie storica dei dati nel centenario **1891-1990**, evidenzia che nell'ambito del Comune di



Solbiate Arno la **media annua delle precipitazioni** è compresa tra 1300 e 1350 mm mentre la **massima** è pari a circa 2300 mm.

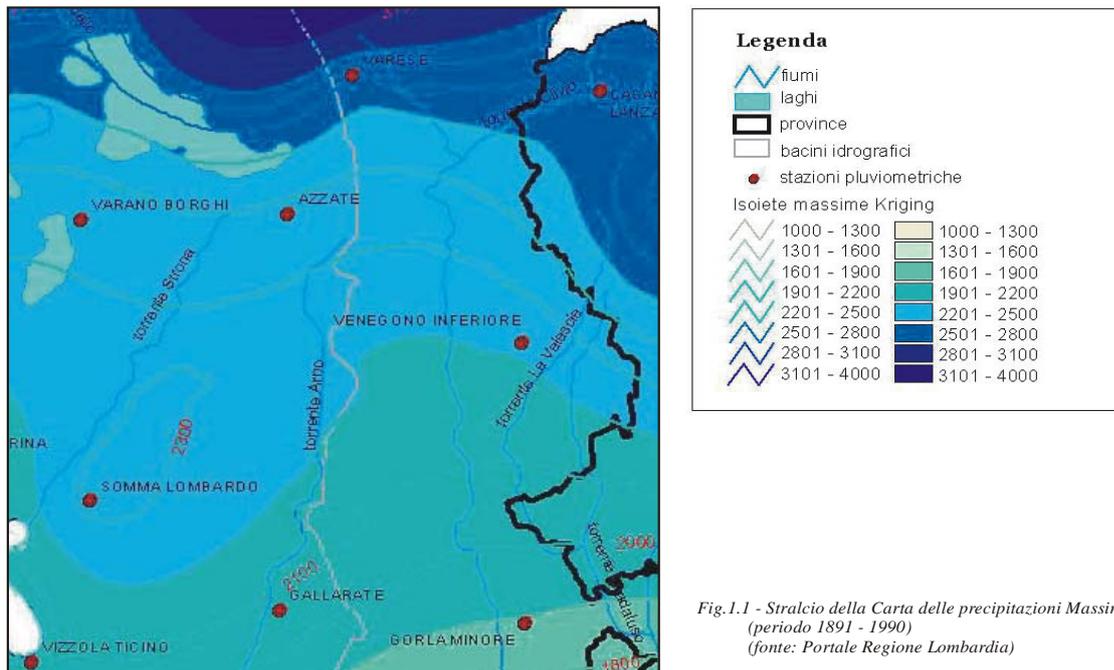


Fig.1.1 - Stralcio della Carta delle precipitazioni Massime (periodo 1891 - 1990) (fonte: Portale Regione Lombardia)

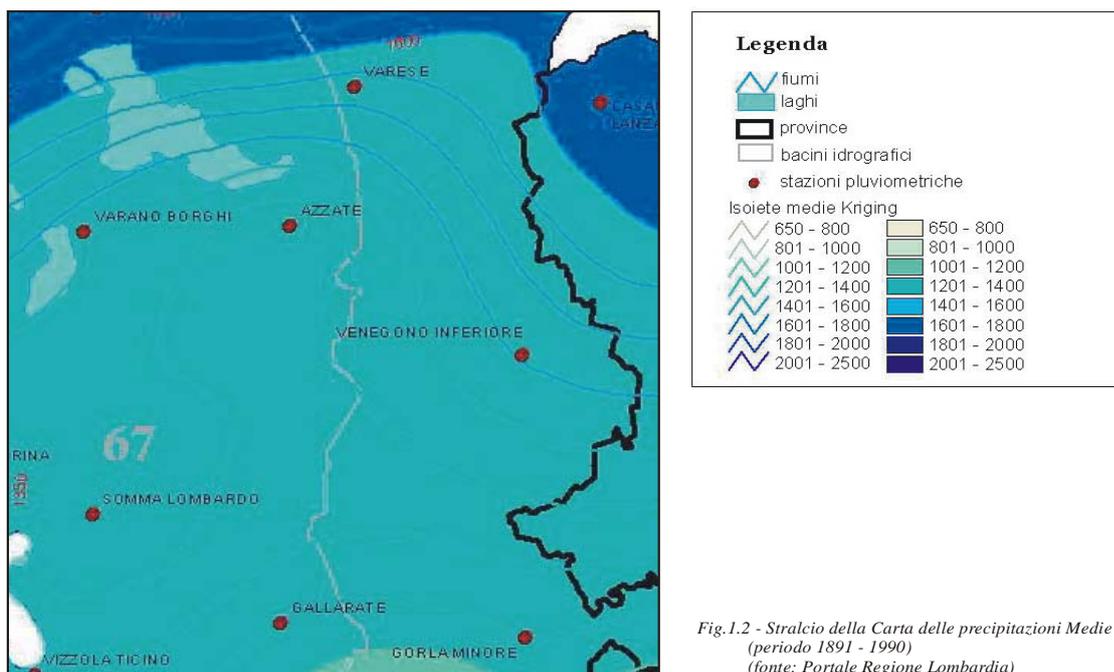


Fig.1.2 - Stralcio della Carta delle precipitazioni Medie (periodo 1891 - 1990) (fonte: Portale Regione Lombardia)

La stazione meteorologica di Varese (Brescia) fornisce, a completamento della precedente, la serie storica per il periodo **1987-2001**.

La serie storica 1987-2001 evidenzia **precipitazioni medie** pari a di circa 1650 mm, superiore rispetto al precedente periodo di riferimento.

---

L'inizio di questo secolo è invece caratterizzato da una diminuzione nelle precipitazioni, in parte mascherato dagli eventi alluvionali del 2000 e del 2002.

Nell'anno **2002**, in concomitanza con l'evento eccezionale di piena dei fiumi Lambro e Adda (cfr. documento “*Rapporto sulla piena del Novembre 2002 in Lombardia: Fiumi Lambro ed Adda sottolacuale*” – Autorità di Bacino del Fiume Po – Aprile 2003) relativo al mese di novembre, nel territorio comunale di Solbiate Arno si sono registrate precipitazioni pari a 71,7 mm, a fronte di una media dei bacini coinvolti di 210,3 mm.

Le **media annuale** risulta pari a 2400 mm, superiore alla media storica.

Nei quattro anni compresi tra il **2003** ed il **2006** si sono concentrati i tre anni più asciutti dell'ultimo trentennio:

- Nel 2003 le precipitazioni meteoriche sono state di 1232 mm.
- Nel 2004 le precipitazioni sono state di 1511 mm, corrispondenti alla media annuale.
- Il 2005 è risultato l'anno più asciutto mai registrato dal 1965, con solo 979 mm di pioggia.
- Il deficit idrico non è stato recuperato nel 2006 che si è concluso con solo 1096 mm di pioggia.

I dati relativi al periodo **2006-2008** si riferiscono alle rilevazioni stagionali e mensili.

Nella seguente tabella si riportano i dati stagionali relativi al **2006 – 2007**.

| <b>Periodo</b> | <b>Precipitazioni medie (mm)</b> |
|----------------|----------------------------------|
| Autunno 2007   | 300                              |
| Estate 2007    | 200                              |
| Primavera 2007 | 200                              |
| Inverno 2006   | 290                              |
| Autunno 2006   | 375                              |

Nella seguente tabella si riportano i dati mensili più recenti, relativi al periodo **Dicembre 2007 – Marzo 2008**.

| <b>Periodo</b> | <b>Precipitazioni medie (mm)</b> |
|----------------|----------------------------------|
| Marzo 2008     | 25-50                            |
| Febbraio 2008  | 10-25                            |
| Gennaio 2008   | 50-100                           |
| Dicembre 2007  | 10-25                            |

Relativamente alla temperatura, nel periodo 1987-2001 si evidenziano **temperature medie** pari a circa 13 °C.

I dati annuali relativi al 2002 riportano una temperatura media di circa 13 °C.



---

### **2.3 Inquadramento geolitologico**

Il comune di Solbiate Arno si inserisce nella fascia collinare al limite fra la pianura alluvionale principale ed i primi rilievi prealpini, dove i lembi residui delle antiche superfici di deposito originate dalle fiamane fluvioglaciali si compenetrano con i depositi degli apparati principali.

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

Al di sotto dei depositi e dei depositi fluvioglaciali più antichi si riscontra la presenza del substrato roccioso oligocenico di ambiente sedimentario marino.

Le unità affioranti nell'area sono evidenziate in **AII.1-CARTA GEOLITOLOGICA CON ELEMENTI GEOPEDOLOGICI**.

La successione geologica della regione considerata, dall'unità più antica alla più recente, è la seguente:

#### **GONFOLITE (OLIGOCENE)**

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

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

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

Sono depositi prevalentemente argillosi, talora con lenti di sabbie e ghiaie. In presenza di fossili sono attribuibili ad ambiente marino o di transizione e databili al Villafranchiano. In assenza di fossili, invece, l'attribuzione dei terreni è più problematica, potendo anche appartenere a depositi fangosi della glaciazione Gunz.

#### **CEPPO**

L'unità comprende oltre al Ceppo dell'Olonia s.s., anche conglomerati di varia età derivanti dalla cementazione di depositi fluvioglaciali.

Il Ceppo dell'Olonia è un conglomerato di origine fluviale, costituito da ghiaie a prevalente supporto clastico, con matrice arenaceo-sabbiosa grossolana; ciottoli arrotondati, da centimetrici a decimetrici, a calcari prevalenti. Il conglomerato è organizzato in banchi metrici suborizzontali, spesso mal definiti, o, più raramente, in set a grossolana stratificazione incrociata. La cementazione carbonatica è irregolare, da molto forte a debole/assente.

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



---

## **COMPLESSO GLACIALE 2 (Alloformazione di Albizzate)**

Il Complesso glaciale 2 comprende le unità glaciali (alloformazioni o allogruppi) più vecchie identificate nel corso della revisione stratigrafica del Quaternario effettuata dall'Università di Milano.

I depositi fluvioglaciali ferrettizzati rappresentano il lembo del deposito terrazzato sul quale si ubica il Comune di Solbiate Arno attribuito alla deposizione fluvioglaciale più antica.

Tale deposito è costituito prevalentemente da materiali argillosi con ghiaia e ciottoli molto alterati nella porzione sommitale e, procedendo verso il basso, mediamente alterati, sabbia limosa, limo sabbioso-argilloso.

La superficie del deposito è infatti caratterizzata da una profonda alterazione in "Ferretto" con spessori che possono raggiungere 10.0-15.0 m.

## **COMPLESSO GLACIALE 1 (Allogruppo di Besnate)**

L'Allogruppo di Besnate è l'espressione geologica di una complessa serie di pulsazioni glaciali precedenti l'ultimo massimo, di età compresa tra il tardo Pleistocene Medio ed il Pleistocene Superiore ed è, pertanto costituito da numerose unità.

I materiali che lo compongono sono granulometricamente eterogenei, essendo costituiti da ghiaie e ciottoli fino a veri e propri massi inglobati in abbondante matrice argilloso-limosa. Nel territorio di Solbiate Arno, l'unità in questione non è affiorante.

## **UNITA' POSTGLACIALE**

Rappresentano i depositi attuali e recenti dovuti all'azione deposizionale dei corsi d'acqua e si localizzano nel fondovalle.

La dinamica fluviale legata al Torrente Arno ha dato luogo ad un esteso ambito di fondovalle sviluppato in direzione Nord-Sud costituito da depositi di origine alluvionale a prevalente granulometria sabbiosa e sabbioso-limosa con ghiaia ed intercalazioni argillose.

Tali depositi occupano un limitato settore occidentale del territorio comunale di Solbiate Arno, in corrispondenza del confine comunale con Caronno Varesino e Albizzate.

Su tale base, il quadro litostratigrafico del sottosuolo dell'area in esame può essere così schematizzato attraverso DUE distinte LITOZONE così caratterizzate:

### **I LITOZONA GHIAIOSO-SABBIOSA debolmente LIMOSA**

Si ubica a partire dal piano campagna esclusivamente in corrispondenza del settore centro-settentrionale dell'area indagata e caratterizza l'ambito alluvionale centrale della Valle del Torrente Arno.

Tale litozona presenta spessori piuttosto ridotti, compresi tra pochi metri e 5.0-10.0m ed è costituita da materiali prevalentemente ghiaioso-sabbiosi limosi.



---

## **II LITAZONA LIMOSO-ARGILLOSA debolmente SABBIOSA**

Si ubica stratigraficamente al di sotto della precedente in corrispondenza del settore centro orientale, e la sua presenza è accertata sino ad almeno 70.0m di profondità dal piano campagna. Risulta costituita da depositi prevalentemente limoso-argillosi, passanti ad argilla-limosa di colore grigio verde, rossastra o nera.



---

### 2.1.3 Inquadramento geomorfologico

Dal punto di vista geomorfologico, nell'ambito considerato e rappresentato in **All.1- CARTA GEOLITOLOGICA CON ELEMENTI GEOPEDOLOGICI**, si distinguono due zone con differenti caratteristiche geomorfologiche:

- ZONA CENTRO-ORIENTALE costituita dal pianalto ferrettizzato di origine fluvioglaciale, esteso ben oltre i confini comunali di Solbiate Arno.
- ZONA OCCIDENTALE costituita dal settore di fondovalle del T. Arno.

La ZONA CENTRO-ORIENTALE è costituita dal terrazzo fluvioglaciale mindeliano, contraddistinto da una morfologia dolce con pendenza attorno al 2% in direzione Sud, e nettamente delimitato da scarpate ripide verso il fondovalle del Torrente Arno.

Si tratta di un lembo allungato di una antica superficie sommitale pianeggiante, erosa e smembrata ai margini dall'azione delle acque fluviali, delimitata da una netta scarpata di erosione.

La ZONA OCCIDENTALE è caratterizzata dall'ampia valle alluvionale del T. Arno, contraddistinta da morfologia subpianeggiante con dislivelli modesti.



---

## Caratteri geomorfologici di dettaglio

Dal punto di vista geomorfologico l'ambito analizzato può essere suddiviso in due settori a caratteristiche omogenee (Cfr. All.1):

- **Il pianalto mindeliano** occupa la porzione centrale ed orientale dell'area d'indagine e risulta caratterizzato da morfologia subpianeggiante con pendenze sempre inferiori al 10%. La quota massima riscontrata in tale comparto areale, pari a 338.24 m s.l.m., si individua nella porzione settentrionale dell'area d'indagine presso la località Cascina Maggiolino, mentre la quota minima presente nella porzione sudoccidentale dell'area d'indagine risulta pari a circa 320 m s.l.m.
  - In corrispondenza della porzione centrale del pianalto indagato si osserva uno spartiacque con orientazione media NNE-SSO. La direzione media di deflusso delle acque superficiali risulta circa NE-SO nel comparto ad ovest dello spartiacque e NO-SE nel comparto ad est del medesimo spartiacque. Nella porzione occidentale del pianalto si osserva l'orlo di terrazzo che degrada verso la piana del torrente Arno.
  - Le condizioni di **permeabilità dei depositi mindeliani mediamente basse** escludono la presenza di corpi acquiferi importanti ad eccezione di lenti a maggiore granulometria intercalate ove si possono sviluppare condizioni favorevoli per la circolazione delle acque sotterranee con formazione di falde lentiformi e discontinue e con continuità areale limitata.
  - I **suoli** hanno in genere **profondità moderata** (da 75 a 100 cm) per la presenza del substrato a fragipan degradato, ciottoloso, talvolta fortemente cementato, posto alla base di un orizzonte di alterazione, a tessitura media, acido, avente saturazione bassa (da 35 a 49%).
  - In relazione alla presenza del fragipan, **la capacità di drenaggio dei suoli**, così come anche definito in bibliografia (Cfr. Ente Regionale di Sviluppo Agricolo della Lombardia – ERSAL “*I suoli della pianura e collina varesina*”) può risultare **mediocre**.
- **Il versante ad ovest del pianalto** risulta caratterizzato da:
  - una direzione media pari a **10-15° N**
  - una pendenza media pari a circa **30°-35°** con pendenza massime superiori ai **45°**;
  - locale formazione di sorgenti, per lo più temporanee, in corrispondenza dei punti di affioramento delle lenti permeabili intercalate nei depositi fluvio-glaciali mindeliani a medio-bassa permeabilità.
  - I **suoli** hanno in genere **profondità moderata** (da 75 a 100 cm) per la presenza del substrato a fragipan degradato, ciottoloso, talvolta fortemente cementato, posto alla base di un orizzonte di alterazione, a tessitura media, acido, avente saturazione bassa (da 35 a 49%).



- 
- **La capacità di drenaggio dei suoli**, in virtù delle pendenze elevate, così come anche definito in bibliografia (Cfr. Ente Regionale di Sviluppo Agricolo della Lombardia – ERSAL “*I suoli della pianura e collina varesina*”) risulta mediamente **buona**.
  - Localmente si osservano zone umide probabilmente associate ad una circolazione subsuperficiale delle acque di infiltrazione contestuale a condizioni locali di bassa capacità di drenaggio e permeabilità di parte delle porzioni più superficiali dei depositi fluvioglaciali.
  - Il versante risulta quasi completamente vegetato e **l'uso del suolo prevalente è il bosco ceduo** per lo più costituito da robinie, querce e faggi. Localmente, in coincidenza delle porzioni di versante interessate da fenomeni di dissesto in atto, si osserva la presenza di una vegetazione più rada unitamente all'assenza di un sottobosco sviluppato.
  - le pendenze accentuate generalmente superiori al 35%, la presenza di orizzonti di alterazione superficiale con mediocri caratteristiche geotecniche e la presenza di una circolazione subsuperficiale delle acque di infiltrazione, tendono ad accentuare i processi erosivi ed i fenomeni di versante attivi.



---

#### 2.1.4 *Inquadramento pedologico*

Sulla base delle indicazioni di cui alle pubblicazioni dell'Ente Regionale di Sviluppo Agricolo della Lombardia – ERSAL, aventi per oggetto “I suoli della pianura e collina varesina-1999”, si è pervenuti alla caratterizzazione pedologica dell'area in esame.

A tal fine si elencano le principali tipologie di suolo affioranti.

**Sistema MR:** depositi recenti morenici (wurmiani), dotati di morfologia aspra e costituiti da sedimenti glaciali e subordinatamente fluvioglaciali e fluviolacustri, generalmente poco alterati, con diffusa presenza di pietrosità in superficie e di scheletro nei suoli.

**Unità di paesaggio MR2:** superfici di raccordo fra i rilievi morenici e le piane fluvioglaciali e fluviolacustri, generalmente con pendenze basse o moderate, prevalentemente costituite da depositi colluviali di piede di versante e/o da materiali che sono caratteristici degli ambienti deposizionali di cui fanno da transizione. Le utilizzazioni prevalenti sono il prato ed il seminativo.

**Unità cartografica 26 RNO1:** suoli moderatamente profondi, limitati da idromorfia, con scheletro comune negli orizzonti superficiali, abbondante negli orizzonti profondi, tessitura moderatamente grossolana, reazione acida, saturazione media, non calcarei, drenaggio buono localmente mediocre.

**Sistema R:** terrazzi subpianeggianti rilevati rispetto al livello fondamentale della pianura, costituenti antiche superfici risparmiate dall'erosione e comprendenti la maggior parte dei rilievi isolati della pianura.

**Sottosistema RA:** terrazzi superiori o “pianalti mindeliani” più rilevati delle altre superfici terrazzate, costituiti da materiali fluvioglaciali grossolani molto alterati attribuiti al Pleistocene inferiore, generalmente ricoperti da sedimenti eolici e/o colluviali. Sono diffusi suoli antichi (paleosuoli) con orizzonti induriti a fragipan.

**Unità di paesaggio RA2:** superfici più rappresentative modali e meglio conservate del pianalto caratterizzate da una morfologia subpianeggiante o ondulata. Le utilizzazioni prevalenti sono il prato ed il seminativo.

**Unità cartografica 44 RVT1:** suoli da profondi a molto profondi, limitati da un orizzonte compatto poco permeabile (fragipan), privi di scheletro, tessitura da media a moderatamente fine, reazione subacida, saturazione bassa, non calcarei, drenaggio buono localmente mediocre per la formazione di falde sospese al limite superiore del fragipan.

~~~~~

**Unità di paesaggio RA3:** porzioni di pianalto degradate, a morfologia ondulata o collinosa, solcata da una fitta rete drenante proveniente dai rilievi montuosi o richiamata dalle limitrofe superfici ribassate. La pendenza dei versanti va da moderata ad elevata.



---

**Unità cartografica 47 RVT2:** la superficie è ondulata, con incisioni provocate dal reticolo idrografico ad andamento parallelo. Le pendenze sono inferiori al 20%, il rischio di erosione idrica laminare e incanalata è moderato.

Il substrato è costituito da sedimenti non calcarei prevalentemente limosi, profondamente alterati, spesso parzialmente induriti (fragipan).

L'uso del suolo prevalente è il bosco (ceduo di robinia e querce; fustaia di Pino silvestre).

Sono comuni le incisioni di suoli TRC in cui l'orizzonte a fragipan affiora in prossimità della superficie, e di suoli VIL, nelle aree maggiormente degradate.

~~~~~

**Unità di paesaggio RA5:** superfici di raccordo con quelle limitrofe poste a quote inferiori. Comprendono sia le scarpate erosive, con pendenze anche molto elevate, sia le fasce colluviali ed i conoidi alluvionali stabili, con pendenze da basse a moderate.

**Unità cartografica 51 TRC1:** unità di raccordo tra le superfici più rilevate ed i terrazzi intermedi posti a quote inferiori. Le pendenze accentuate, generalmente superiori al 35%, hanno agevolato i processi erosivi, che hanno portato in prossimità della superficie il substrato a fragipan degradato in buona parte dell'area. Prevale il bosco ceduo di robinia, spesso degradato.

I suoli hanno in genere profondità moderata (da 75 a 100 cm) per la presenza del substrato a fragipan degradato, ciottoloso, talvolta fortemente cementato, posto alla base di un orizzonte di alterazione, a tessitura media, acido, avente saturazione bassa (da 35 a 49%).

Il drenaggio, in virtù delle pendenze elevate, è generalmente buono.

Sono frequenti inclusioni di suoli VIL, nelle aree maggiormente erose, e di suoli VFO, nelle zone di accumulo alluvionale e colluviale.

Queste aree, soggette ad un rischio di erosione moderato ed aventi un equilibrio idrogeologico precario, permettono utilizzazioni del territorio esclusivamente di carattere protettivo.

~~~~~

**Sistema V:** valli alluvionali corrispondenti ai piani di divagazione dei corsi d'acqua attuali e fossili, rappresentanti il reticolo idrografico olocenico.

**Sottosistema VT:** superfici terrazzate costituite da alluvioni antiche e medie, delimitate da scarpate d'erosione, rilevate sulle piane alluvionali (Olocene antico).

**Unità di paesaggio VT1:** terrazzi fluviali stabili, delimitati da scarpate erosive evidenti, a morfologia pianeggiante o ondulata, comprendenti antiche linee di drenaggio (paleoalvei) lievemente ribassate ed affrancate dall'idromorfia. L'utilizzazione prevalente è il seminativo ed il prato permanente.

**Unità cartografica 63VSI1:** terrazzo alluvionale del Torrente Arno, lievemente ondulato, rilevato rispetto al fondovalle, il substrato è prevalentemente sabbioso, non calcareo. L'uso prevalente è il seminativo.

I suoli più profondi, ben drenati, a substrato ghiaioso, con scheletro da scarso a comune, a tessitura media, a reazione subacida, a saturazione bassa, non calcarei, a drenaggio buono,



---

localmente mediocre. L'orizzonte superficiale è dotato di un buon contenuto di sostanza organica humificata.

**Unità di paesaggio VT4:** superfici variamente inclinate, corrispondenti alle scarpate erosive che delimitano i solchi vallivi (terrazzi fluviali e vallecole), sovente modellate dall'intervento antropico. Comprendono le vallecole dei corsi d'acqua minori, anche a carattere torrentizio. Che formano incisioni a fondo acuto, nell'ambito dei rilievi morenici, dei terrazzi antichi e del livello fondamentale della pianura, in corrispondenza dei dislivelli morfo-altimetrici più consistenti.

**Unità cartografica 67VSI1:** incisioni dei terrazzi e dei rilievi morenici più antichi, con superficie a morfologia accidentata e con pendenze maggiori del 25%, in cui si verificano fenomeni erosivi e locali accumuli colluviali. La pietrosità superficiale è generalmente assente o scarsa; il substrato è prevalentemente limoso, con ciottoli variamente alterati.

I suoli sono generalmente moderatamente profondi, per la presenza di un substrato sabbioso, con scheletro assente in superficie e grossolana in profondità, a reazione molto acida in superficie e acida in profondità, a saturazione molto bassa, non calcarei, a drenaggio buono.

~~~~~

**Sottosistema VA:** pianie alluvionali inondabili con dinamica prevalentemente deposizionale, costituiti da sedimenti recenti o attuali (Olocene recente o attuale).

**Unità di paesaggio VA8:** superfici subpianeggianti corrispondenti alle pianie alluvionali delle valli più incise, comprese tra i terrazzi antichi e l'alveo di piena ordinaria dei corsi d'acqua, da cui sono generalmente separate da gradini morfologici. Appartengono ai tratti medio-alti dei fiumi ove dominano patterns intrecciati, rettilinei e sinuosi.

**Unità cartografica 68TRB:** unità comprendente le superfici subpianeggianti corrispondenti alle pianie alluvionali delle valli più incise, comprese tra i terrazzi antichi e l'alveo di piena ordinaria dei corsi d'acqua, da cui sono generalmente separati da gradini morfologici.

Si tratta di aree ad elevata pietrosità superficiale, in cui la falda in subalveo oscilla entro i m200 cm; il substrato è costituito da sedimenti alluvionali non calcarei stratificati, ciottolosi, ghiaiosi e sabbiosi.

I suoli sono generalmente da sottili a moderatamente profondi (da 25-50 cm a 75-100 cm), per la presenza del substrato ciottoloso, con scheletro frequente negli orizzonti superficiali, da abbondante a molto abbondante negli orizzonti profondi.

I suoli sono subacidi ed hanno saturazione media (da 50 a 75 %).

Il drenaggio è moderatamente rapido, localmente mediocre per le oscillazioni della falda.

~~~~~

**Unità cartografica U:** aree urbane e verde urbano



---

## 2.2 Inquadramento idrogeologico e idrografico

### 2.2.1 Caratteristiche idrografiche

L'IDROGRAFIA generale dell'area è quella tipica del settore collinare di transizione verso l'alta pianura, dove i corsi d'acqua hanno inciso i depositi quaternari, morenici e fluvioglaciali, dando luogo a valli spesso profondamente incise.

L'assetto generale dei reticoli idrografici della zona oggetto di studio è SUBDENDRITICO, con impluvi prevalentemente sviluppati in direzione Nord-Sud e NordEst-SudOvest (cfr. **ALL.3 – CARTA IDROGRAFICA ED IDROGEOLOGICA**).

Gli elementi idrografici principali dell'area in esame sono:

- **Torrente Arno**, la cui ampia vallata occupa il settore Occidentale del territorio comunale di Solbiate Arno. Il suo bacino di pertinenza, associato ai settori di contribuzione dei numerosi affluenti, tra i quali vi è il torrente Riale, occupa gran parte del territorio in esame e raccoglie le acque superficiali provenienti dagli adiacenti versanti di origine fluvioglaciale e morenica, caratterizzati da impluvi in alcuni casi fortemente incisi tipici di ambiti territoriali a permeabilità superficiale piuttosto scarsa.

L'azione erosiva dei corsi d'acqua tributari ha, infatti, determinato l'incisione dei depositi e la separazione di elementi morfologici quali orli di scarpate e pianalti, in questa azione favorita dalla scarsa resistenza meccanica dei depositi superficiali.

La densità di drenaggio del bacino del torrente Arno, anche se non definita attraverso una specifica valutazione quantitativa, è da ritenersi medio-bassa, tipica di ambiti a moderata permeabilità superficiale, riconducibile nella fattispecie alla presenza di depositi alluvionali.

- **Torrente Riale**, alimentato da diverse risorgive ubicate nei pressi del confine comunale con Carnago, attraversa il territorio di Solbiate da N a SO e termina come affluente di sinistra del Torrente Arno in corrispondenza della piattaforma di raccolta rifiuti nella porzione meridionale del territorio comunale.

È presente un ramo secondario del Riale che partendo dal bosco a N del Viale delle Industrie termina intubato nel ramo principale in corrispondenza di via Trieste, dopo aver attraversato un tratto di alveo completamente cementato.

L'alveo del torrente Riale presenta incisioni con versanti ripidi nel tratto meridionale sulla sponda sinistra, per poi assumere un alveo meno inciso sia a valle sia a monte verso la sorgente.

Il regime idraulico dei corsi d'acqua è prevalentemente torrentizio ed alla loro alimentazione concorrono, oltre alle acque meteoriche, anche le acque sotterranee con numerosi punti di risorgiva e zone umide. Durante i periodi scarsamente piovosi gli alvei risultano interessati da circolazione idrica di debole portata di origine mista - sorgentizia e fognaria.



---

Al di sotto del "Ceppo" si ubica la formazione delle "Argille sotto il Ceppo" oppure la "Gonfolite"

Lo spessore complessivo della formazione non è conosciuto per la mancanza di sondaggi che ne raggiungono la base; lo spessore dei singoli livelli permeabili è in genere molto limitato (da 1.0 a 3.0-4.0 m). La permeabilità globale della formazione è molto bassa, dell'ordine di  $10^{-5}$  cm/sec, mentre i livelli permeabili raggiungono valori attorno a  $10^{-3}$  cm/sec.

Inoltre per effetto della debole infiltrazione verticale, le acque meteoriche recapitano pressochè totalmente nelle incisioni maggiori, attivando fenomeni di erosione spondale, scalzamento ai piedi dei versanti e conseguenti fenomeni di dissesto dei versanti.

## 2.2.2 Caratteristiche idrogeologiche e tipologia degli acquiferi

Analogamente all'inquadramento geomorfologico, anche in relazione alla situazione idrogeologica, risulta utile suddividere l'area del territorio comunale in studio in due zone indicate come ZONA OCCIDENTALE e ZONA CENTRALE e ORIENTALE.

### ZONA OCCIDENTALE

La zona Occidentale, corrispondente alla valle del torrente Arno, è caratterizzata dalla presenza di più formazioni acquifere con circolazione idrica sia nei depositi superficiali di origine fluvioglaciale ed alluvionale, sia nelle formazioni sottostanti.

I depositi fluvioglaciali ed alluvionali si estendono con continuità per tutta la lunghezza della valle con spessori variabili da qualche metro a oltre 50 metri.

La permeabilità dei depositi è buona, generalmente superiore a  $10^{-3}$  cm/sec.; tali depositi ospitano l'**acquifero superficiale**.

Al di sotto dei depositi fluvioglaciali e alluvionali si incontrano conglomerati e arenarie più o meno cementati ("Formazione del Ceppo").

I livelli cementati del "Ceppo" sono praticamente impermeabili, mentre le porzioni da scarsamente a non cementate ospitano una importante circolazione idrica (**secondo acquifero**) riconducibile ad una permeabilità della formazione dell'ordine di  $10^{-3}$  cm/sec.

Tuttavia, occorre tenere conto, nel valutarne le potenzialità come acquifero, che esso è presente soltanto nel tratto settentrionale della valle dell'Arno.

Lo spessore della formazione varia tra 20.0-30.0 m; poco a Sud di Castronno, in prossimità della chiusura della formazione, si osserva uno spessore di 7.0-8.0 m.

La distinzione tra acquifero superficiale e acquifero profondo è dovuta alla presenza di due distinte litozone (Alluvioni del T. Arno e Ceppo) nelle quali sono contenuti i corpi acquiferi. Tuttavia, è opportuno sottolineare che la separazione tra le due litozone e, conseguentemente, fra i due acquiferi, ha carattere locale ed è legata alla presenza di orizzonti cementati al tetto del



---

Ceppo. Pertanto, laddove tali orizzonti risultano assenti, si verifica una sostanziale continuità verticale e orizzontale tra i due corpi acquiferi.

Lo spessore complessivo della formazione non è conosciuto per la mancanza di sondaggi che ne raggiungono la base; lo spessore dei singoli livelli permeabili è in genere molto limitato (da 1.0 a 3.0-4.0 m). La permeabilità globale della formazione è molto bassa, dell'ordine di  $10^{-5}$  cm/sec., mentre i livelli permeabili raggiungono valori attorno a  $10^{-3}$  cm/sec.

### ZONA CENTRALE e ORIENTALE

La zona Centrale e Orientale del territorio comunale è caratterizzata dalla presenza di depositi globalmente poco permeabili privi di sistemi acquiferi in senso stretto.

I potenti orizzonti argillosi isolano, infatti, limitati livelli acquiferi sabbioso-ghiaiosi di ridotta potenza: la presenza e la potenza delle lenti argillose rende scarsamente produttivo il complesso acquifero.

La circolazione idrica sotterranea, quando esistente, è limitata ai soli livelli permeabili; tali livelli sono rappresentati da lenti con scarsa continuità laterale e spessore variabile, contenuto nell'ordine di qualche metro, la cui distribuzione all'interno del corpo acquifero è irregolare e disuniforme. Si ha, pertanto, una circolazione idrica irregolare, suddivisa in più livelli, di cui non sono note le modalità di alimentazione e interconnessioni.

Al di sotto dei depositi Mindeliani si incontrano conglomerati e arenarie più o meno cementati ("*Formazione del Ceppo*").

I livelli cementati non fratturati del "Ceppo" sono praticamente impermeabili, mentre le parti poco cementate e soprattutto fratturate possono essere sede di acquifero (**secondo acquifero**), anche di notevole estensione, la cui continuità laterale, però, è incerta e, comunque, non estremamente estesa. Anche in questo caso siamo in presenza di circolazione idrica sotterranea (quando esistente) irregolare e disuniforme.

La permeabilità secondaria stimata di tale formazione, nelle sue litofacies più fratturate, è dell'ordine di  $10^{-3}$  cm/sec.

In **ALL.2A** sono riportate le sezioni idrogeologiche rappresentative dell'area in esame.



---

### 2.2.3 *Classificazione dei terreni in classi di permeabilità*

La classificazione dei terreni secondo range di permeabilità superficiale, riportata in **All. 2 - CARTA IDROGRAFICA E IDROGEOLOGICA** è stata realizzata sovrapponendo le caratteristiche idrogeologiche delle unità geopedologiche (DRENAGGIO) alle caratteristiche idrogeologiche del substrato pedogenetico (PERMEABILITÀ).

La caratterizzazione geopedologica dell'area di studio è stata effettuata sulla base dei dati gentilmente forniti dall'E.R.S.A.L. - Ufficio Suolo - relativamente al "Progetto di Carta Pedologica - Pianura e Collina Varesina - 1999" unitamente ai rilievi speditivi eseguiti sul terreno.

Il DRENAGGIO indica la capacità di un suolo di smaltire l'acqua che ristagna sulla sua superficie o che, dopo essersi infiltrata nel terreno stesso, si trova in eccesso al suo interno. Tale capacità si riferisce esclusivamente all'acqua gravitazionale.

In funzione della velocità di rimozione dell'acqua dal suolo si individuano le seguenti classi di capacità decrescente di drenaggio:

- RAPIDO
- BUONO
- MEDIOCRE
- MOLTO LENTO
- IMPEDITO

La PERMEABILITÀ' 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 indagato secondo il seguente schema:

|                                                                                                                                                                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>SETTORE VALLIVO T. ARNO</b><br/>MOD. RAPIDO – ELEVATA<br/>BUONO – ELEVATA</p> <p><b>SETTORE TERRAZZO MINDELIANO</b><br/>BUONO - MEDIOCRE<br/>MEDIOCRE - BASSA</p> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Vengono individuate **DUE SETTORI** a differenti caratteristiche di permeabilità superficiale rappresentate in **All.2**:

### **SETTORE 1 – VALLE DEL TORRENTE ARNO**

E' caratterizzato da condizioni di permeabilità del substrato BUONA-ELEVATA e si ubica nel settore Centro-Occidentale del territorio comunale, in corrispondenza dell'area ascrivibile ai depositi alluvionali attuali e recenti.

Essa presenta condizioni di drenaggio del suolo da BUONE a MODERATAMENTE RAPIDE.

### **SETTORE 2 – TERRAZZO MINDELIANO**

E' caratterizzato da condizioni di permeabilità del substrato BASSA e si localizza in corrispondenza del settore Centrale, Orientale ed Occidentale, occupando una superficie di circa il 70% dell'area d'indagine.

Questa classe vede la presenza contemporanea delle classi BUONA e MEDIOCRE per ciò che concerne il drenaggio del suolo.

Le aree caratterizzate da condizioni di drenaggio BUONO si individuano prevalentemente in corrispondenza dei versanti di raccordo fra i depositi mindeliani ed il fondovalle del T. Arno ove il drenaggio è favorito dall'elevata pendenza dei versanti.

Le aree caratterizzate da drenaggio MEDIOCRE risultano individuate in corrispondenza dei pianalti fluvio-glaciali mindeliani e dei terrazzi morenici rissiani.



---

## 2.2.4 Vulnerabilità idrogeologica

La valutazione del grado di VULNERABILITA' IDROGEOLOGICA del territorio è riferita all'ambito della valle dell'Arno, ovvero all'ambito dell'acquifero sfruttato ad uso idropotabile (2° acquifero – Pozzo n.4 ).

In tale ambito 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 e costituisce l'elemento di maggior peso nella valutazione del grado di vulnerabilità.

L'area in esame è caratterizzata da un livello della falda superficiale che rientra in un intervallo tra i 5-10 m da p.c, mentre nella falda captata ad uso idropotabile il livello statico si riscontra intorno ai 30 m da p.c.

### Grado di permeabilità superficiale del suolo e substrato pedogenetico:

in virtù della natura litologica dei depositi più superficiali il grado di permeabilità è da ritenersi ELEVATO.

L'analisi della vulnerabilità del territorio comunale rappresenta una valutazione semiquantitativa che deve essere 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 valutazione 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 del rischio;*
- *contribuire all'individuazione di vincoli e condizioni di gestione di determinate attività da attuare attraverso la disciplina urbanistica (P.G.T.);*

Lo sviluppo dell'analisi della vulnerabilità all'inquinamento delle falde sotterranee procede attraverso le seguenti fasi operative:

- *definizione delle caratteristiche litologiche, idrogeologiche e idrogeochimiche del territorio in esame;*
- *definizione ed eventuale rappresentazione nell'area considerata dei soli parametri di tipo fisico e individuazione dei diversi livelli di vulnerabilità naturale attribuibile a differenti settori;*
- *rappresentazione dei fattori antropici a potenzialità inquinologica che insistono sull'area considerata;*
- *lettura incrociata dei dati rilevati e conseguente elaborazione della carta del rischio potenziale di contaminazione delle acque sotterranee.*



---

## Vulnerabilità naturale

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

In letteratura sono proposte diverse metodologie, fra queste si è considerata più consona alla situazione del sottosuolo di Solbiate Arno 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 nel distinguere tra 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 l'infiltrazione 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 è 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:

$$t_a = \frac{S}{V_i}$$

dove:

$t_a$  = tempo di arrivo

$S$  = soggiacenza

$V_i$  = velocità d'infiltrazione

Di seguito sono indicate le 6 classi di **vulnerabilità verticale (V.V.)** proposte dagli autori:



---

### Tempo di arrivo

*>20 anni*  
*20 - 10 anni*  
*10 - 1 anno*  
*1 anno - 1 sett.*  
*1 sett. - 24 ore*  
*<24 ore*

### Vulnerabilità verticale (V.V.)

*molto bassa*  
*bassa*  
*media*  
*alta*  
*elevata*  
*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 perciò è rappresentato dalla velocità di deflusso sotterraneo.

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

$$v = \frac{K \cdot i}{ne} \cdot 3,15 \cdot 10^4$$

dove:

$v$  = velocità (Km/anno)  
 $K$  = conducibilità idraulica  
 $i$  = gradiente idraulico  
 $ne$  = porosità efficace

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

| <u>Tempo di arrivo</u> | <u>Vulnerabilità Orizzontale (V.O.)</u> |
|------------------------|-----------------------------------------|
| $<10^{-3}$             | <i>molto bassa</i>                      |
| $10^{-3} - 10^{-1}$    | <i>bassa</i>                            |
| $10^{-1} - 1$          | <i>media</i>                            |
| $1 - 10$               | <i>alta</i>                             |
| $10 - 10^2$            | <i>elevata</i>                          |
| $>10^2$                | <i>molto elevata</i>                    |



---

## Vulnerabilità complessiva

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

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

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

Essa può essere quantificata tramite la seguente relazione:

$$V_c = \frac{v}{t_a} \left( Km / anno^2 \right)$$

dove

$V_c$  = vulnerabilità complessiva

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

$t_a$  = 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 (V.C.)**

|                     |                      |
|---------------------|----------------------|
| $<10^{-3}$          | <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> |

Relativamente all'acquifero sfruttato ad uso idropotabile, ovvero al secondo acquifero ubicato nella valle del Torrente Arno sono stati stimati i seguenti gradi di VULNERABILITA' COMPLESSIVA:

**SECONDO ACQUIFERO VALLE T. ARNO**

**V.C. = BASSA**



### 2.2.5 Censimento pozzi

Nell'ambito del territorio di indagine è stato effettuato un **censimento dei pozzi idrici** suddivisi fra pubblici per uso idropotabile, e privati prevalentemente per uso industriale.

Il pozzo idrico costituisce un elemento fondamentale di conoscenza 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 gli Uffici competenti dell'Amministrazione Comunale di Solbiate Arno.

Nello schema della pagina seguente è riportato l'elenco dei pozzi censiti: questo si riferisce ai pozzi ubicati sul territorio comunale ed a quelli confinanti con lo stesso.

Per ogni pozzo vengono indicati:

- numero identificativo (non corrispondente alla numerazione propria di ogni Comune)
- località
- proprietà
- quota
- profondità
- anno di costruzione
- uso
- disponibilità della stratigrafia.

#### SOLBIATE ARNO

| pozzo | Località       | proprietà            | quota<br>(m s.l.m.) | prof.<br>(m) | anno<br>costruzione | uso/note    |
|-------|----------------|----------------------|---------------------|--------------|---------------------|-------------|
| 1     | loc. Tarabara  | A.COM.               | 304.20              | 55.00        | -----               | POT /strat  |
| 2     | loc. Tarabara  | A.COM.               | 304.20              | 40.00        | -----               | INAT /strat |
| 3     | loc. Tarabara  | A.COM.               | 304.20              | 58.00        | -----               | POT/strat   |
| 4     | loc. Pissirolo | A.COM.               | 280.00              | 120.00       | 1972                | POT/strat   |
| 5     | loc. Tarabara  | A.COM.               | 306.50              | 55.00        | 1990                | POT/strat   |
| 7     | loc. Colombera | Calzificio Carabelli | 320.00              | 84.00        | 1971                | INDUS.      |
| Helga | via I°Maggio   | Helga S.r.l.         | 280.00              | 57.00        | -----               | INDUS.      |

N.B.: Alcuni dei pozzi in località Tarabara appartengono al comune di Solbiate Arno, ma sono ubicati sul territorio di Caronno Varesino (colore **blu**).

Per i pozzi n° 4, n° 7 ed Helga sono state compilate le schede di censimento dei pozzi (Allegato al testo: **All.A**) come previsto dalla D.G.R. n. 9/2616 del 30.11.2011.



---

## 2.2.6 Piezometria

Il pozzo idrico costituisce un punto di osservazione nel sottosuolo in corrispondenza del quale è possibile conoscere, mediante opportune misure, la posizione spaziale della superficie piezometrica rispetto al piano campagna e conseguentemente, rispetto al livello del mare.

Al fine di ricostruire l'andamento della superficie piezometrica si è proceduto eseguendo una campagna di misure piezometriche sui pozzi arealmente significativi agibili ed accessibili.

La scelta dei pozzi sui quali eseguire le misure piezometriche è stata effettuata sulla base dei seguenti fattori:

- conoscenza preliminare dell'andamento di massima della superficie piezometrica desunta dai dati della letteratura e di studi precedenti svolti in aree limitrofe;
- individuazione di una maglia di pozzi distribuiti omogeneamente sul territorio.
- disponibilità di dati stratigrafici relativi ai pozzi di misura.
- omogeneità delle caratteristiche fisiche dei pozzi di misura (profondità, orizzonti sfruttati, etc.)

La campagna di misure piezometriche è stata eseguita nel NOVEMBRE 1999 ed 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 statico in ognuno dei pozzi.

### *Campagna di misure piezometriche*

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

#### **Novembre 1999**

| POZZO n./Località    | LIVELLO STATICO<br>(m) | QUOTA POZZO<br>(m s.l.m.) | QUOTA FALDA<br>(m s.l.m.) |
|----------------------|------------------------|---------------------------|---------------------------|
| <b>1 SOLBIATE A.</b> | 6.32                   | 303.57                    | <b>297.25</b>             |
| <b>4 SOLBIATE A.</b> | 32.20                  | 279.10                    | <b>246.90</b>             |



|                      |       |        |               |
|----------------------|-------|--------|---------------|
| <b>5 SOLBIATE A.</b> | 7.50  | 305.38 | <b>297.88</b> |
| <b>8 ALBIZZATE</b>   | 20.00 | 320.00 | <b>300.00</b> |
| <b>10 ALBIZZATE</b>  | 9.60  | 309.00 | <b>299.40</b> |
| <b>11 ALBIZZATE</b>  | 11.80 | 312.00 | <b>300.20</b> |
| <b>13 ALBIZZATE</b>  | 11.25 | 311.00 | <b>299.80</b> |

Sulla base dei risultati della campagna di misure piezometriche è stata ricostruito l'andamento della **superficie piezometrica** rappresentato in **All.2.-CARTA IDROGRAFICA ED IDROGEOLOGICA**.

La rappresentazione piezometrica si riferisce agli acquiferi superficiali contenuti nei depositi del fondovalle e del Ceppo, collocati in posizione marginale del territorio comunale di Solbiate Arno (settore occidentale).

La ricostruzione è stata effettuata mediante software dedicato Surfer 8.0 interpolando tutti i dati assoluti relativi ad ogni pozzo di misura tracciando le curve isopiezometriche intese come luogo dei punti di uguale valore in metri sul livello del mare.

Dall'elaborazione è stato escluso il valore piezometrico del pozzo n. 4 (Solbiate Arno – Pissirolo) perché riferito ad un acquifero (profondo) non correlabile con quello degli altri (superficiali).

Dall'osservazione dell'andamento della superficie piezometrica si considera quanto segue:

- il valore di soggiacenza media del livello piezometrico è, nella regione considerata, mediamente di 5-10m;
- la direzione media di deflusso sotterraneo delle acque appare orientata N - S;
- il gradiente della superficie piezometrica varia in modo poco considerevole procedendo da Nord verso Sud passando da un valore pari allo 0.66% ad un valore pari allo 0.80%.  
I valori riscontrati sono propri di una porzione di fondovalle in ambito collinare ed appaiono condizionati dal particolare assetto litostratigrafico della zona di passaggio tra l'ambito collinare e quello dell'alta pianura.



---

## 2.3 Caratterizzazione geolitologica e geotecnica

Al fine di pervenire ad una prima **CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA** del sottosuolo del territorio comunale è stata eseguita un'indagine geotecnica così organizzata:

=> osservazioni di fronti di scavo di cantiere edile in via Roccolo in data **11.03.05** (**Pozzetto esplorativo 1**)

=> esecuzione di **n.5 pozzetti esplorativi** con escavatore meccanico alla profondità di circa 2.5m– 3.5m dal p.c., osservazione, descrizione e classificazione geotecnica delle unità litologiche individuate (**Pozzetti esplorativi 2-6**).

Le indagini sono state eseguite in data **19.05.05**.

Le ubicazioni dei pozzetti esplorativi, la caratterizzazione geotecnica del territorio e le schede dei pozzetti esplorativi sono riportate in:

- **All.3- INDAGINI GEOGNOSTICHE**
- **All. 4 - CARTA GEOTECNICA E DEGLI ELEMENTI ANTROPICI**

In particolare, i pozzetti sono così ubicati:

| Pozzetto esplorativo | Località                          |
|----------------------|-----------------------------------|
| 1                    | Via Roccolo                       |
| 2                    | Via 1° Maggio                     |
| 3                    | Cascina Martinazza - Via Capriolo |
| 4                    | Via Carnago                       |
| 5                    | Via dei Faggi                     |
| 6                    | Via Manforte – via Pagani         |

### 2.3.1 Pozzetti esplorativi

Per ognuno dei pozzetti si è proceduto all'osservazione, alla descrizione in campagna, alle riprese fotografiche ed alla classificazione geotecnica sintetizzata nelle schede geotecniche secondo il seguente schema:



## STRATIGRAFIA

|                   |                                                                                                                                                                   |
|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Da p.c. a ....m   | <b>SUOLO</b><br>Umidità – colore – scheletro – natura granulometrica – natura calcarea – limite inferiore.                                                        |
| Da ....m a .... m | <b>SUBSTRATO PEDEOGENETICO</b><br>Natura granulometrica – colore, dimensioni, forma, natura e grado di alterazione degli elementi lapidei – presenza della falda. |

## SUBSTRATO

*CLASSIFICAZIONE ASTM e AASHO-UNI 10008*

| PROFONDITA'       | SUBSTRATO PEDEOGENETICO                                           |
|-------------------|-------------------------------------------------------------------|
| Da ....m a .... m | Classificazione ASTM:                                             |
|                   | Ritiro e rigonfiamento:                                           |
|                   | Permeabilità:                                                     |
|                   | Consistenza/addensamento:                                         |
|                   | Qualità portante del terreno di sottofondo in assenza di gelo:    |
|                   | Azione del gelo sulla qualità portante del terreno di fondazione: |

### NOTE

- ⇒ Relativamente alla composizione granulometrica si è fatto riferimento alla classificazione ASTM 1969 – 1975;
- ⇒ Relativamente alle indicazioni di carattere geotecniche si è fatto riferimento alla classificazione funzionale UNI 10008 o AASHO.

In **ALL.3** sono riportate le schede geotecniche e le fotografie relative ad ognuno dei pozzetti esplorativi ubicati.

### **2.3.2** *Dati geotecnici*

Nell'ambito delle indagini eseguite per la realizzazione di un capannone industriale in via Roccolo, sono state eseguite nel 2003 **n° 5 prove penetrometriche dinamiche S.C.P.T.**, spinte



fino ad una profondità massima di circa 10m da p.c., per la caratterizzazione geotecnica del sottosuolo.

Sulla base dei risultati delle prove penetrometriche che evidenziano una successione di 4 unità geotecniche e dall'interpretazione dei dati, di seguito si riporta la tabella in cui vengono riassunti i dati interpretativi MEDI delle prove penetrometriche relativamente alle QUATTRO UNITA' GEOTECNICHE individuate con i valori caratteristici della **Densità Relativa** e dell'**Angolo d'attrito**, unitamente ad una valutazione del **GRADO DI CONSISTENZA** dei materiali.

**TABELLA DATI INTERPRETATIVI**

|           | NSPTmed             | Spessore medio<br>m | Densità relativa<br>Dr (%) | Angolo di attrito<br>$\Phi$ (°) | Grado di<br>addensamento              |
|-----------|---------------------|---------------------|----------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|
| UNITA' 1  | 3.8<br>colpi/piede  | 2.7                 | 15.9                       | 22.5                            | <u>MOLTO SCIOLTO</u>                  |
| UNITA' 2  | 21.0<br>colpi/piede | 3.2                 | 53.8                       | 32.7                            | <u>MODERATAMENTE<br/>ADDENSATO</u>    |
| UNITA' 2a | 9.4<br>colpi/piede  | 1.2                 | 33.1                       | 26.9                            | <u>SCIOLTO (O POCO<br/>ADDENSATO)</u> |
| UNITA' 3  | 38.3<br>colpi/piede | 1.8                 | 71.1                       | 39.0                            | <u>ADDENSATO</u>                      |

Dal complesso delle osservazioni si ricavano le seguenti caratteristiche geotecniche

| UNITA'   | CARATTERISTICHE<br>GEOTECNICHE |
|----------|--------------------------------|
| Unità 1  | <i>MEDIO-BASSE</i>             |
| Unità 2  | <i>MEDIE</i>                   |
| Unità 2a | <i>MEDIO-BASSE</i>             |
| Unità 3  | <i>MEDIO-BUONE</i>             |

### 2.3.2 Considerazioni riassuntive

Sulla base della caratterizzazione litologica, dei risultati delle indagini eseguite a mezzo pozzetti esplorativi e indagini geognostiche pregresse, e delle osservazioni stratigrafiche nell'ambito di spaccati naturali e zone di affioramento in corrispondenza degli impluvi, risulta possibile individuare DUE ambiti distinti con differenti caratteristiche litologiche superficiali così identificabili - **All. 4 CARTA GEOTECNICA E DEGLI ELEMENTI ANTROPICI**.



---

## SUBSTRATO PEDOGENETICO A SABBIA LIMOSA-ARGILLOSA CON GHIAIA ED ARGILLA PREVALENTE

Nel sottosuolo della porzione occidentale del territorio comunale di Solbiate Arno sono presenti depositi di origine alluvionale costituiti principalmente da sabbia limosa con ghiaia e limo sabbioso con intercalazioni argillose. Dall'esame delle stratigrafie dei pozzi presenti in questa area si osserva una variazione di composizione granulometrica procedendo da nord a sud. In particolare, la stratigrafia del Pozzo Helga, ubicato in via 1° Maggio nella porzione occidentale del territorio comunale, è caratterizzata principalmente da sabbia argillosa e argilla sabbiosa con un sottile livello di ghiaia e sabbia intorno ai 15.5 m da p.c.. La stratigrafia del Pozzo 4 "Pissirolo", ubicato presso il campo sportivo nella porzione meridionale del territorio comunale, presenta ad una profondità di 4 metri un livello di ghiaia e sabbia dello spessore di circa 7 metri intercalato in una successione di depositi ad argilla ed argilla limosa prevalente. Su tale base, nell'ambito dei depositi della valle del torrente Arno, è riconoscibile una progressiva variazione delle caratteristiche granulometriche con sviluppo di un orizzonte di ghiaia e sabbia procedendo da nord verso sud. La variazione granulometrica evidenziata è confermata anche dalle stratigrafie dei pozzi dei comuni limitrofi. Il pozzetto esplorativo n.2, in cui si riscontra la presenza di depositi a ghiaia sabbiosa argillosa prevalente, appare confermare il quadro litologico descritto. I ciottoli sono poligenici, prevalentemente subarrotondati a media sfericità, da parzialmente a mediamente alterati (WC2-WC4, scavo 2). La porzione fine (limo-argilla) presenta tonalità che variano dal grigio-nocciola al marrone rossastro. Non si riscontra la presenza di falda.

Il complesso delle osservazioni effettuate consente una valutazione qualitativa dei depositi costituenti il substrato pedogenetico che può venire così sintetizzata:

i materiali costituenti l'immediato substrato pedogenetico possono essere classificati come "terreni con qualità portanti mediocri con permeabilità media".

## SUBSTRATO PEDOGENETICO A LIMO E ARGILLA PREVALENTE

Nel sottosuolo della porzione centro-orientale del territorio comunale di Solbiate Arno sono presenti depositi di origine fluvioglaciale ferrettizzati costituiti principalmente da argilla ed in subordine ghiaia e ciottoli talora alterati, da sabbia limosa e limo sabbioso-argilloso. Per la caratterizzazione del substrato, oltre ai pozzetti esplorativi, ci si è avvalsi anche di scavi eseguiti nel 2003 ed indicati in **ALL.3** come scavo n.1. Dallo scavo si evidenzia un substrato a componente argillosa-limosa prevalente con sabbia e ciottoli. I ciottoli sono poligenici, prevalentemente subarrotondati a media sfericità, leggermente alterati (WC2, scavi 4-5). La porzione fine (limo-argilla) presenta tonalità che variano dal grigio al marrone-rossastro. Non si riscontra la presenza di falda.

Il complesso delle osservazioni effettuate consente una valutazione qualitativa dei materiali costituenti il substrato pedogenetico che può essere così sintetizzata:

i materiali costituenti l'immediato substrato pedogenetico possono essere classificati come "terreni con qualità portanti mediocri con permeabilità medio-bassa".



### 3 VALUTAZIONE DELLE CONDIZIONI DI RISCHIO SISMICO

L'analisi del rischio sismico è stata predisposta sulla base dei criteri individuati dall'ALL.5 della D.G.R. 9/2616. In particolare in questo capitolo vengono analizzate le condizioni locali che possono influenzare le pericolosità sismica di base variando la risposta di un terreno alle sollecitazioni sismiche previste.

La metodologia prevede tre livelli di approfondimento con grado di dettaglio in ordine crescente, dove il primo livello, obbligatorio per tutti i comuni, prevede la realizzazione della carta della pericolosità sismica locale sulla base delle caratteristiche geologiche e geomorfologiche del territorio comunale in esame.

Il grado di approfondimento della risposta sismica locale dipende dalla classificazione sismica in cui ricade il territorio in oggetto: il comune di Solbiate Arno appartiene alla Zona sismica 4 (minor grado di rischio sismico).

La normativa regionale prevede diversi gradi di approfondimenti sulla base dell'appartenenza del comune ad una determinata zona sismica, così come evidenziato dalla tabella sottostante:

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

PSL= Pericolosità Sismica Locale

Da tale tabella si ricava che per il Comune di Solbiate Arno gli approfondimenti di 2° e 3° livello sono obbligatori solo per edifici strategici e rilevanti, ovvero, per gli edifici di interesse strategico e le opere infrastrutturali che possano assumere rilevanza in relazione alle conseguenze di un eventuale collasso (*d.d.u.o n.19904/03*).



## 2.1 Riferimenti normativi

- **DGR 9/2616** del 30.11.2011 della **Regione Lombardia**: per norme e prescrizioni sismiche.
- **D.M. 14.01.2008 (Norme tecniche per le costruzioni)**: per indagini e approfondimenti relativi alla fase progettuale.
- **Ordinanza Presidente Consiglio dei ministri n.3274 del 20.03.2003 e ordinanza 3431 del 03.05.2005** per indagini e approfondimenti relativi alla fase progettuale.

## 3.1 Primo livello di approfondimento

Il primo livello di approfondimento consiste nell'analisi dei dati esistenti individuati nelle carte di analisi e inquadramento e la successiva realizzazione della carta della pericolosità sismica. La tabella seguente dell'ALL.5 della DGR 9/2616 prende in considerazione diverse situazioni-tipo geologiche-geomorfologiche in grado di determinare gli effetti sismici.

| <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 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 con parete subverticale, 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 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              |

### INSTABILITÀ

- **Z1a** - Zona caratterizzate da movimenti franosi attivi: presenti n.6 piccole aree, di cui n.3 lungo la scarpata della valle dell'Arno e n.3 lungo la scarpata della valle del Riale.
- **Z1b** - Zona caratterizzate da movimenti franosi quiescenti: presente n. 1 area lungo la scarpata della valle dell'Arno.



---

#### CEDIMENTI E/O LIQUEFAZIONI

- **Z2a** – Zona con terreni di fondazioni saturi particolarmente scadenti: interessa numerose aree individuabili nell' ALL 7 – CARTA DI SINTESI come:
  - ❖ Aree rimodellate
- **Z2b** – Zona con depositi granulari fini: interessa n.2 aree nella porzione meridionale del territorio comunale individuabili nell' ALL 7 – CARTA DI SINTESI come:
  - ❖ Aree di potenziale ristagno delle acque

#### AMPLIFICAZIONI TOPOGRAFICHE

- **Z3a** – Zona di ciglio  $H > 10$  m (orlo di terrazzo fluviale): interessa numerose aree individuabili nell' ALL 7 – CARTA DI SINTESI come il coronamento delle aree a pendenza  $p > 20^\circ$ .

#### AMPLIFICAZIONI LITOLOGICHE E GEOMETRICHE

- **Z4a** – Zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali: ricomprende le aree con depositi olocenici costituiti in prevalenza da sabbia limosa con ghiaia e limo sabbioso con intercalazioni argillose (*Alluvioni attuali e recenti*).
- **Z4c** – Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi: interessa le aree con depositi morenici mindelliani costituiti da argilla, ghiaia e ciottoli talora molto alterati (*Depositi fluvio-glaciali ferrettizzati*).

## 2.2 Secondo livello di approfondimento

Il secondo livello di approfondimento si applica a tutti gli scenari qualitativi suscettibili di amplificazioni sismiche e riguarda costruzioni il cui uso prevede normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali, industrie con attività non pericolose, reti viarie e ferroviarie la cui interruzione non provoca situazioni di emergenza.

Gli studi da condurre con metodi quantitativi semplificati forniscono la stima della risposta sismica dei terreni in termini di valore di Fattore di Amplificazione ( $F_a$ ).

Il valore di  $F_a$  si riferisce agli intervalli di periodo 0,1-0,5 s (per costruzioni relativamente basse, regolari e piuttosto rigide) e 0,5-1,5 (costruzioni alte e flessibili).

Per gli effetti litologici si considerano entrambi gli intervalli di periodo considerati.

Per gli effetti morfologici si considera soltanto l'intervallo 0,1-0,5 s.



Per ciò che concerne le *tipologie di terreno* indicate nei valori di soglia individuati dalla Banca dati della Regione Lombardia per il Comune di Solbiate Arno, di seguito vengono evidenziate la classificazione presente nelle N.T.C. 2008 (D.M 14/01/2008):

| Categoria suolo | Descrizione geotecnica                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | V <sub>s30</sub> (m/s) |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| A               | Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi caratterizzati da valori di V <sub>s30</sub> >800m/s, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 5m                                                                                                                                                                         | >800                   |
| 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 V <sub>s30</sub> compresi tra 360m/s e 800m/s (ovvero resistenza penetrometrica N SPT > 50, o coesione non drenata c <sub>u</sub> >250 kPa). | 360÷800                |
| C               | Depositi di sabbie o ghiaie mediamente addensate o argille di media consistenza, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di V <sub>s30</sub> compresi tra 180m/s e 360m/s (15 < N SPT < 50, 70 < c <sub>u</sub> <250 kPa).                                                                                        | 180÷360                |
| D               | Depositi di granulari da sciolti a poco addensati o coesivi da poco a mediamente consistenti, caratterizzati da valori di V <sub>s30</sub> < 180m/s (N SPT < 15, c <sub>u</sub> <70 kPa).                                                                                                                                                                              | <180                   |
| E               | Depositi di granulari da sciolti a poco addensati o coesivi da poco a mediamente consistenti, caratterizzati da valori di V <sub>s30</sub> < 180m/s                                                                                                                                                                                                                    | -                      |
| S1              | Depositi costituiti da, o che includono, uno strato spesso almeno 10m di argille/limi di bassa consistenza, con elevato indice di plasticità (IP>40) e contenuto d'acqua, caratterizzati da valori di V <sub>s30</sub> < 100m/s                                                                                                                                        | <100                   |
| S2              | Depositi di terreni soggetti a liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di terreno non classificabile nei tipi precedenti                                                                                                                                                                                                                       | -                      |

*Tabella di classificazione dei suoli - D.M.14.01.2008*

Dalla consultazione della banca dati **soglie\_lomb.xls** i valori di soglia validi per il Comune di Solbiate Arno sono per gli intervalli di periodo tra 0.1-0.5 s e tra 0.5-1.5 s sono così identificati:

| VALORI DI SOGLIA PER IL PERIODO COMPRESO TRA 0.1-0.5 s |               |              |              |              |
|--------------------------------------------------------|---------------|--------------|--------------|--------------|
|                                                        | Valori soglia |              |              |              |
| COMUNE                                                 | Suolo tipo B  | Suolo tipo C | Suolo tipo D | Suolo tipo E |
| Solbiate Arno                                          | 1,4           | 1,8          | 2,2          | 2,0          |

| VALORI DI SOGLIA PER IL PERIODO COMPRESO TRA 0.5-1.5 s |               |              |              |              |
|--------------------------------------------------------|---------------|--------------|--------------|--------------|
|                                                        | Valori soglia |              |              |              |
| COMUNE                                                 | Suolo tipo B  | Suolo tipo C | Suolo tipo D | Suolo tipo E |
| Solbiate Arno                                          | 1.7           | 2,4          | 4,2          | 3,1          |



---

I valori di soglia di cui alla precedente tabella costituiranno il riferimento per gli eventuali approfondimenti di 2° e 3° livello conseguenti agli interventi edificatori di edifici strategici e rilevanti (*d.d.u.o n.19904/03*).

Qualora il valore del fattore di amplificazione  $F_a$  misurato sia maggiore del valore soglia indicato per il comune di Solbiate Arno riportato nelle tabelle precedenti, il progetto dovrà essere sottoposto alle analisi di 3° livello di cui all'ALL.5 della DGR 8/1566 del 22 dicembre 2005.



---

## 4 FASE DI ANALISI

I risultati delle indagini svolte nell'ambito delle analisi **Idrogeologica ed idraulica, Geomorfologica e dell'attività antropica**, sono stati sintetizzati in **ALL.7- 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 condizionarne le destinazioni d'uso:

- **Fenomeni geomorfologici attivi**
- **Condizioni idrografiche ed idrogeologiche**
- **Fattori antropici**
- **Vincoli normativi**

Di seguito si procede ad una sintetica descrizione degli elementi caratteristici. I numeri di riferimento dei fenomeni e delle località descritte sono riportati nell' **All.7** per meglio identificare le aree in esame.

### 4.1 Fenomeni geomorfologici attivi

Il territorio comunale di Solbiate Arno presenta una ridotta casistica di fenomeni geomorfologici attivi, essenzialmente riconducibili ad erosioni spondali ed a nicchie di frana di modesta entità.

In conformità con la L.R.12/2005, che prevede la compilazione di schede tecniche (Allegato 6 del citato documento) per il censimento dei movimenti franosi più importanti ed in prossimità di strutture o infrastrutture, si sono compilate n.2 schede tecniche riportate in **Allegato al testo B**.

#### Erosione spondale e nicchie di frana

##### 1) Bacino del torrente Riale

La sponda sinistra del torrente Riale, a nord ovest della località Cascina Martinazzo, risulta sede di fenomeni di **erosione spondale** (le dimensioni dei dissesti arrivano fino a 50 m di lunghezza per 10 m di altezza) in corrispondenza di meandri o ampie anse erose dal corso d'acqua in depositi glaciali costituiti da limo sabbioso-argilloso con blocchi di età mindeliana.



---

## 2 *Bacino del torrente Riale 2*

Fenomeni erosivi si evidenziano immediatamente a nord della località Cascina Martinazzo ad una quota più elevata rispetto all'alveo del torrente in sponda sinistra; si tratta di n.2 nicchie impostate sui depositi mindeliani costituiti da limo sabbioso-argilloso. Le dimensioni dei due fenomeni erosivi sono stimate pari a circa 10 m per 10 m.



## 3 *Via Cascina Molla*

In corrispondenza della rottura di pendenza del terrazzo mindeliano di via Cascina Molla / Via Pravirolo si evidenzia una frana di scivolamento associata a colamento. La frana risulta attualmente stabilizzata mediante l'ausilio di gradonature costituite da gabbioni. Il corpo di frana appare altresì vegetato.



---

Il fenomeno franoso presenta le seguenti caratteristiche:

- **coronamento** di forma curvilinea ubicato alla quota di 320 m s.l.m e presenta una lunghezza di circa 25-30 m;
- **scarpata principale** di altezza pari a circa 1.0-1.5 m
- **Pendenza media** pari a circa 30°
- **volume mobilitato** pari a circa 500-750 mc
- **lunghezza** pari a circa 65 m

#### 4 *Versante ad ovest di Via delle Betulle*

Fenomeno franoso ubicato sul versante ad ovest di via delle Betulle. E' presente un fenomeno franoso quiescente, di tipo scivolamento rotazionale associato a colata, riattivato in concomitanza delle precipitazioni verificatesi nel periodo aprile-maggio 2002.

La frana risulta costituita da depositi di origine morenica granulometricamente descrivibili come *“ciottoli e blocchi e ghiaia in matrice limoso sabbiosa”*.



La parte attiva riguarda la porzione di versante da quota 330 m fino a 320 m; questo fenomeno è parte di un movimento franoso più ampio attualmente quiescente che dall'orlo del terrazzo a quota 332 arriva fino al torrente Arno a quota 288, dove è presente una nicchia di paleofrana di 10 m per 4 di altezza.



---

### 5 Versante tra Via del Lavoro e Via Cascina Molla

Lungo il versante impostato sui depositi fluvioglaciali del terrazzo mindeliano sono presenti diverse nicchie di erosione a quota di 295 m circa, sostenute al piede da gradonature in pietra. Le dimensioni sono al massimo di 2 m di altezza per 5 di larghezza. La disposizione sequenziale dei fenomeni di dissesto rende probabile ascriverne l'origine alla realizzazione del metanodotto. Relativamente allo stato di attività di tali aree si evidenzia la stabilizzazione dei movimenti di erosione.



### Aree a pendenza maggiore di 20°

I versanti impostati sui depositi fluvioglaciali del terrazzo mindeliano che si affacciano sui torrenti Arno e Riale presentano generalmente inclinazioni superiori ai 20° e sono potenzialmente sede di dissesti geomorfologici.

## 4.2 Condizioni idrografiche ed idrogeologiche

### Aree di potenziale ristagno acque meteoriche

6

Ad ovest di Via Brelle è presente una depressione naturale limitata a sud da un muro perimetrale di un fabbricato industriale e ad ovest dalla strada. Attualmente l'area è occupata da un bosco rado degradato su un suolo con drenaggio mediocre, che favorirebbe il ristagno delle acque meteoriche.

Tale area si estende per una superficie complessiva di circa 6200 m<sup>2</sup>.

### Aree ad emergenza diffusa

7

Nel settore meridionale del comune, a sud-est della Cascina Martinazza, è presente una area di circa 5000 m<sup>2</sup> soggetta ad emergenza della falda, dove, in conseguenza delle scarse condizioni di permeabilità locali del substrato, si osserva un parziale ristagno delle acque. Inoltre,



l'allontanamento delle acque è impedito anche dalla morfologia del sito che presenta una leggera depressione.

### Aree ad erosione superficiale

8

Lungo il versante impostato sui depositi fluvioglaciali del terrazzo mindeliano, in prossimità di via del Roccolo, e tra le via Oggiona e viale Europa, sono presenti due aree soggette ad erosione superficiale, di piccole dimensioni. Il versante ripido unito all'azione di ruscellamento delle acque superficiali è all'origine del fenomeno erosivo.

#### 4.3 Elementi di rischio – Carte RIS P.T.C.P

Il Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Varese, riporta le informazioni circa il rischio idrogeologico e la franosità nei seguenti elaborati cartografici:

- RIS 1 Carta del rischio
- RIS 2 Carta censimento dei dissesti
- RIS 3 Carta della pericolosità frane
- RIS 4 Carta della pericolosità frane di crollo
- RIS 5 Carta della tutela delle risorse idriche

Relativamente al territorio comunale di Solbiate Arno l'unico elemento individuato dal PTCP nella **carta RIS 1**, sono le fasce fluviali del PAI nella porzione orientale e meridionale del territorio comunale (Torrenti Arno e Riale).

In Comune di Albizzate è presente una *Attività R.I.R. a rischio di incidente rilevante* (D.Lgs 334/99): una piccola porzione del territorio comunale di Solbiate Arno rientra nella zona di impatto a rischio di lesioni reversibili:

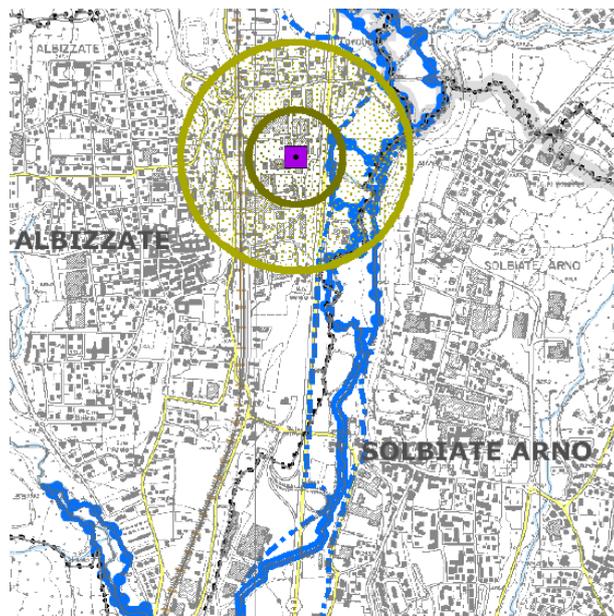


Figura 1- Stralcio della carta RIS 1 del PTCP con l'ubicazione dell'attività RIR in comune di Albizzate e le relative zone di impatto



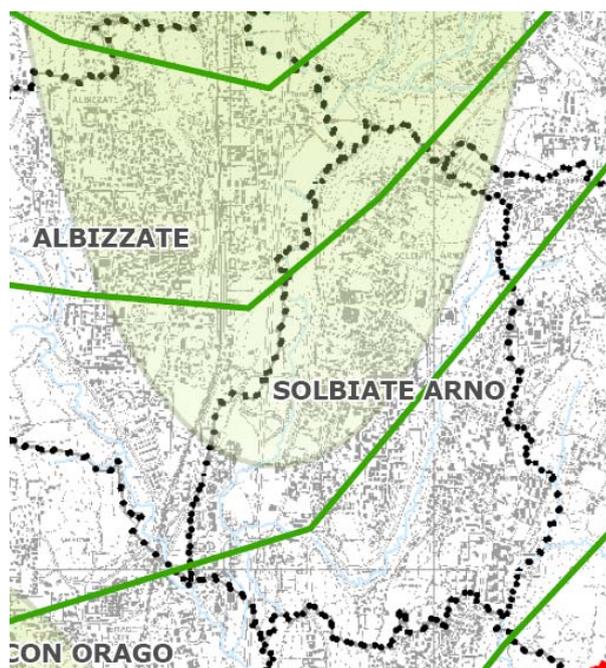


Figura 2 - Stralcio della carta RIS 5 del PTCP.

In verde sono riportate le aree di riserva provinciale proposte dal PTCP

Relativamente alle altre Carte RIS si evidenzia nella che nella carta RIS 5 (Carta della tutela delle risorse idriche) è presente una “Area di riserva provinciale” nella porzione nord-occidentale del territorio comunale.

Non sono presenti altri elementi nel territorio comunale di Solbiate Arno e pertanto non si rendono necessari approfondimenti di dettaglio.

#### 4.4 Fattori antropici

##### Aree rimodellate

###### 9 Settore centrale – Piazza Italia e Viale Europa

Si tratta di un riporto antropico probabilmente legato alla realizzazione della Piazza Italia e del relativo passaggio sotterraneo del torrente Riale e la sistemazione della sponda sinistra dello stesso a monte e a valle di piazza Italia. Tale area si estende per una superficie complessiva di circa 19.000 m<sup>2</sup>.

###### 10 Settore orientale – Strada vicinale di Val di Riva

Si tratta di due aree al confine con il complesso industriale del Calzificio Carabelli a E e NE spianate e rimodellate con materiale antropico. Tale area si estendono per una superficie complessiva di circa 5000 m<sup>2</sup>.



---

### Autostrada A8

Il tracciato dell'autostrada A8 Milano-Varese taglia il territorio comunale di Solbiate Arno nella sua parte occidentale da N a S; la struttura viaria è costruita su un rilevato antropico ad una quota topografica più elevata delle aree attraversate fino a circa 2 m lungo il tracciato e 5 m in corrispondenza dello svincolo di Solbiate. Tale area costituisce uno sbarramento per il regolare deflusso delle acque durante i periodi di piena.

### 11 Settore settentrionale- Strada vicinale del Cucchino

All'incrocio tra la strada vicinale del Cucchino e via dei Faggi, è presente un accumulo di materiale di riporto sul versante di altezza pari a circa 10 m costituito da terreno fine di scavo misto a ciottoli. Tale area si estende per una superficie complessiva di circa 1000 m<sup>2</sup>.

### Scarichi

12

È stato individuato uno scarico fognario nel torrente Riale all'altezza del termine della via Faella



13

È stato individuato uno scarico fognario nel torrente Arno in sponda sinistra a valle della Strada Vicinale del Privarolo.

### Cimitero

L'area cimiteriale comunale di Solbiate Arno è sita in via Montebello.

### Depuratore

Ubicato in corrispondenza del settore occidentale del territorio Comunale di Solbiate Arno, in sponda destra del torrente Arno, collette la rete fognaria dei Comuni di Caronno Varesino e di Solbiate Arno. Le acque depurate vengono scaricate nel Torrente Arno.



---

## 4.5 Vincoli normativi

I **vincoli di contenuto prettamente geologico** presenti sul territorio comunale di Solbiate Arno sono i seguenti:

- L. 523/1904 E S.M.I.  
Il Regio Decreto n.523 del 1904, “Testo Unico sulle opere idrauliche”, ha costituito storicamente la principale norma di riferimento per regolamentare le attività di polizia idraulica. Il decreto indica, all’interno di ben definite fasce di rispetto dei corsi d’acqua pubblici, le attività vietate (art.96), quelle consentite previa autorizzazione (artt. 97, 98) o nulla osta idraulico (art. 59).  
**L’art.3, comma 144 della L.R. 1/2000**, in attuazione al **d.lgs. n. 112/98** stabilisce che “*ai comuni siano trasferite le funzioni relative all’adozione dei provvedimenti di Polizia Idraulica concernenti il Reticolo Idrico Minore*”, previa individuazione da parte della Regione Lombardia del reticolo idrico principale, sul quale essa mantiene la competenza.  
**La D.G.R. 7/7868 del 25 gennaio 2002 e la D.G.R. 7/13950 del 1 agosto 2003** costituiscono l’attuale normativa di riferimento in quanto:
  - Definisce il reticolo idrico principale e fornisce un elenco dei corsi d’acqua che lo costituiscono (allegato A);
  - stabilisce i criteri per la definizione del Reticolo Idrico Minore e i criteri per l’esercizio dell’attività di Polizia Idraulica di competenza comunale (allegato B);
  - determina i canoni regionali di Polizia Idraulica (allegato C);
  - individua il reticolo dei corsi d’acqua (canali di bonifica) gestiti dai Consorzi di Bonifica (allegato D).
- R.D.3267 del 30 dicembre 1923  
Il Regio Decreto n.3267 del 1923, “*Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani*”, ha introdotto i vincoli per scopi idrogeologici, ovvero con lo scopo di preservare i terreni impedendo forme di utilizzazione che possano con danno pubblico causare denudazioni, perdita di stabilità o turbamento del regime delle acque.  
**Nell’ambito di studio risultano interessate dal vincolo una fascia areale lungo i torrenti Arno e Riale come indicato in All.6 - Carta dei Vincoli;**
- D.Lgs.258/2000, DGR 7/12693/03 e D.Lgs 152/06  
Il D.Lgs 258/2000 contiene le disposizioni correttive ed integrative del D.Lgs 11 Maggio 1999 n.152 in materia di tutela delle acque dall’inquinamento.  
La DGR 7/12693 del 2003 costituisce la normativa regionale in merito alla disciplina delle aree di salvaguardia delle acque sotterranee destinate al consumo umano.  
**Nell’ambito di studio risultano interessate dal vincolo il pozzo 4 presente sul territorio comunale di Solbiate Arno come indicato in All.6 - Carta dei Vincoli e All.7 - Carta di Sintesi;**
- L. 183/1989 art. 17, comma 6-ter  
Il vincolo riguarda gli “Interventi sulla rete idrografica e sui versanti” ed introduce la delimitazione delle fasce fluviali, istituendo la Fascia A - di deflusso della piena, la Fascia B



---

- di esondazione, la Fascia C - di inondazione per piena catastrofica e la Fascia C delimitata da “limite di progetto tra la fascia B e la fascia C”. La natura del vincolo è di tipo normativo. L'Autorità preposta alla tutela è l'autorità di Bacino del Fiume Po.

**Nell'ambito di studio risulta interessato dal vincolo una area nell'estremità occidentale del territorio comunale, così come indicato in All.6 - Carta dei Vincoli e All.7 - Carta di Sintesi;**



---

## **5 FASE DI SINTESI E PROPOSTE**

### **5.1 Fattibilità geologica per le azioni di piano**

Sulla base dei risultati delle indagini eseguite e delle relative elaborazioni cartografiche schematizzate nella CARTA DI SINTESI, 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:

#### **CARATTERISTICHE IDROGRAFICHE**

#### **CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE ED IDRAULICHE**

#### **FENOMENI GEOMORFOLOGICI ATTIVI**

#### **FATTORI ANTROPICI**

#### **VINCOLI NORMATIVI**

In funzione della assenza o della presenza contemporanea di uno o più dei fattori sopra esposti sono state delimitate porzioni di territorio con differente CLASSE DI FATTIBILITA' GEOLOGICA.

Secondo quanto previsto dalla L.R. 12/2005 e dalla D.G.R. 9/2616 del 30.11.2011, sono state individuate 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 **All.8 – CARTA DELLA FATTIBILITA' GEOLOGICA**.



---

CLASSE 1

fattibilità senza particolari limitazioni

In questa classe ricadono le aree nelle quali gli studi non hanno individuato specifiche controindicazioni di carattere geologico all'urbanizzazione o alla modifica di destinazione d'uso del suolo.

**Ambito territoriale**

Alla CLASSE 1 non viene ascritta alcuna porzione di territorio comunale.



---

## CLASSE 2

### fattibilità con modeste limitazioni

In questa classe ricadono le aree nelle quali sono state rilevate modeste limitazioni alla modifica di destinazioni d'uso dei terreni per superare le quali si rendono necessari approfondimenti di carattere geotecnico ed idrogeologico finalizzati ad opere di sistemazione e bonifica.

### Ambito territoriale

Alla CLASSE 2 vengono ascritte, senza alcuna suddivisione in sottoclassi, le seguenti aree:

- la porzione centrale e orientale (terrazzo mindeliano) del territorio comunale urbanizzato, ascrivibile al bacino idrografico del torrente Riale
- la porzione occidentale del territorio urbanizzato ascrivibile al bacino idrografico del torrente Arno.

### Fattori caratterizzanti

|                                     |                                |
|-------------------------------------|--------------------------------|
| DISSESTO IDROGEOLOGICO ED IDRAULICO | <b>Da assente a potenziale</b> |
| FENOMENI GEOMORFOLOGICI ATTIVI      | <b>Assenti</b>                 |
| CONDIZIONI GEOMORFOLOGICHE          | <b>Pendenza 2°÷20°</b>         |

Questi ambiti territoriali risultano contraddistinti da potenziali condizioni di dissesto idrogeologico e idraulico poiché risultano parte integrante di bacini idrografici le cui peculiarità fisico-granulometriche degli orizzonti pedogenetici possono ostacolare l'infiltrazione idrica nel sottosuolo.

Localmente dovranno essere valutate le condizioni geotecniche ai fini della corretta progettazione.



---

## **Prescrizioni**

### **Destinazioni d'uso**

In ambito urbano, quanto previsto dallo strumento urbanistico e relative varianti.

In ambito extraurbano, quanto previsto dallo strumento urbanistico e relative varianti

Nell'ambito delle porzioni di territorio caratterizzate da suoli con ALCUNE LIMITAZIONI d'uso agricolo, è comunque auspicabile una destinazione ad uso agricolo in funzione della necessità di modificare le condizioni di equilibrio idrogeologico.

Nell'ambito delle porzioni di territorio caratterizzate da suoli con LIMITAZIONI d'uso agricolo SEVERE, quanto previsto dallo strumento urbanistico e relative varianti.

Quando non previste destinazioni d'uso di tipo residenziale o industriale, è auspicabile una destinazione a bosco.

### **Indagini e studi**

Quanto previsto dal D.M. 14.01.08 (Norme tecniche per le costruzioni) e successive modifiche per opere pubbliche e private. Nell'ambito di interventi di nuova edificazione o di nuove infrastrutture, studio e caratterizzazione idrogeologica dell'area di dissesto idrogeologico, con progettazione di opere per lo smaltimento delle acque meteoriche.

### **Opere di riduzione del rischio**

In ambito residenziale, allacciamento alla rete fognaria delle porzioni non ancora servite, censimento e bonifica dei pozzi perdenti.

In ambito industriale, allacciamento alla rete fognaria delle porzioni non ancora servite, censimento e bonifica dei pozzi .

Gli insediamenti civili ed industriali, sia nuovi che esistenti, dovranno prevedere la realizzazione di opere per la raccolta ed il recapito delle acque meteoriche e delle acque nere in tratti di fognatura separati, sulla base degli studi e delle indagini di cui sopra.



## CLASSE 3

### 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 maggiore conoscenza geotecnica ed idrogeologica mediante studi specifici. Per l'edificato esistente dovranno essere previste indagini per la progettazione e realizzazione delle opere di difesa e sistemazione idrogeologica

### Ambito territoriale

Alla CLASSE 3 vengono ascritte le seguenti sottoclassi:

|           |                                                                                                                 |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>3a</b> | Area con riporti di materiale, aree colmate                                                                     |
| <b>3b</b> | Area a pericolosità potenziale legate alla presenza di terreni a granulometria fine su pendii inclinati         |
| <b>3c</b> | Area di possibile ristagno, torbose e paludose                                                                  |
| <b>3d</b> | Territorio di Fascia C delimitato da "limite di progetto tra la fascia B e la fascia C" (Fascia C, L. 183/1989) |
| <b>3e</b> | Fascia di inondazione per piena catastrofica (Fascia C, L. 183/1989)                                            |

### Fattori caratterizzanti

|                                     |                                                        |
|-------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| DISSESTO IDROGEOLOGICO ED IDRAULICO | <b>Medio</b>                                           |
| FENOMENI GEOMORFOLOGICI ATTIVI      | <b>Potenziali</b>                                      |
| CONDIZIONI GEOMORFOLOGICHE          | <b>Pendenza &gt;20°</b>                                |
| VINCOLI NORMATIVI                   | <b>L.183/1989 – Art. 29, 38, 38bis, 38ter, 39 e 41</b> |

In particolare:

Nella porzione occidentale sono state individuate aree relative alla fascia C di inondazione per piena catastrofica per il torrente Arno che si estende lungo tutta l'asta fluviale (classe 3e), aree delimitate da "limite di progetto tra la fascia B e la fascia C" (classe 3d) ed aree a pericolosità potenziale legate alla presenza di terreni a granulometria fine su pendii inclinati (classe 3b).



---

Nella porzione centro-meridionale sono presenti aree di limitata estensione a pericolosità potenziale legate alla presenza di terreni a granulometria fine su pendii inclinati (classe 3b), aree delimitate da “limite di progetto tra la fascia B e la fascia C”(classe 3f), aree di dimensioni contenute caratterizzate da possibile ristagno, torbose e paludose (classe 3c) ed aree con riporti di materiale, aree colmate (3a).

Localmente dovranno essere valutate le condizioni geotecniche ai fini della corretta progettazione.

### **Prescrizioni**

Destinazioni d'uso In ambito urbano ed extraurbano, quanto previsto dallo strumento urbanistico e relative varianti e, più precisamente, per ognuna delle sottoclassi e dei settori omogenei:

**SOTTOCLASSE 3a** - Aree con riporti di materiale, aree colmate: quanto previsto dallo strumento urbanistico previo accertamento della natura dei materiali di riporto, eventuale bonifica ed opere di consolidamento del terreno.

**SOTTOCLASSE 3b** - Aree a pericolosità potenziale legate alla presenza di terreni a granulometria fine su pendii inclinati: interventi sistematori dei versanti instabili per la prevenzione dei fenomeni franosi in atto e potenziali. Sconsigliati nuovi interventi edificatori nell'ambito e nelle immediate porzioni a monte.

**SOTTOCLASSE 3c** - Aree di possibile ristagno, torbose e paludose: quanto previsto dallo strumento urbanistico, previa realizzazione di interventi di sistemazione idraulica e di bonifica.

**SOTTOCLASSE 3d** - Fascia C delimitata da “limite di progetto tra la fascia B e la fascia C” per il torrente Arno e Riale (L. 183/1989): anche interventi edificatori, purché compatibili con lo stato di dissesto idraulico, ovvero previa soluzione dei problemi idraulici. Preliminarmente a qualsiasi nuovo intervento o cambiamento di destinazione d'uso, dovrà essere valutata la compatibilità idraulica ai sensi della deliberazione dell'Autorità di Bacino del fiume Po ( D.G.R 7/7365 2001).

**SOTTOCLASSE 3e** - Fascia di inondazione per piena catastofica (Fascia C) per il torrente Arno (L. 183/1989): anche interventi edificatori, purché compatibili con lo stato di dissesto idraulico, ovvero previa soluzione dei problemi idraulici. Preliminarmente a qualsiasi nuovo intervento o cambiamento di destinazione d'uso, dovrà essere valutata la



---

compatibilità idraulica ai sensi della deliberazione dell'Autorità di Bacino del fiume Po ( D.G.R 7/7365 2001).

#### Indagini e studi

Qualsiasi nuovo intervento o cambiamento di destinazione d'uso dovrà essere sottoposto a verifica di compatibilità idraulica ai sensi della deliberazione dell'Autorità di Bacino dei fiume Po n. 5/98, Art. 1, ( D.G.R 7/7365 2001).

Indagini specifiche per la determinazione della tipologia dei materiali di riempimento nell'ambito delle aree colmate.

Studio e progettazione di interventi di sistemazione idraulica e di smaltimento delle acque meteoriche in corrispondenza delle aree di potenziale ristagno delle acque meteoriche.

Quanto previsto dal D.M. 14.01.08 (Norme tecniche per le costruzioni) e successive modifiche per opere pubbliche e private.

#### Opere di riduzione del rischio

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

I nuovi insediamenti civili ed industriali dovranno prevedere il recapito delle acque nere in fognatura.

Interventi di sistemazione idraulica e di sistemi di smaltimento delle acque meteoriche nell'ambito del bacino idrografico del torrente Arno e dell'area di pertinenza dei depositi morenici e, nello specifico, nell'ambito delle aree di potenziale ristagno delle aree meteoriche.

Realizzazione di opere idrauliche finalizzate alla riduzione del rischio di inondazione per piena catastrofica nell'area alluvionale del torrente Arno, realizzazione delle opere indicate nell'ambito di specifici studi di compatibilità idraulica ai sensi della deliberazione dell'Autorità di Bacino del fiume Po n. 5/98, Art. 1 per qualsiasi nuova edificazione o cambiamento di destinazione d'uso.

Interventi di sistemazione dei versanti instabili sulle base delle risultanze degli studi di cui sopra.



---

## CLASSE 4

### fattibilità con gravi limitazioni

*L'alta pericolosità e l'elevata vulnerabilità comportano gravi limitazioni per la modifica delle destinazioni d'uso delle aree. Dovrà essere esclusa qualsiasi nuova edificazione se non opere finalizzate al consolidamento o alla sistemazione idrogeologica per la messa in sicurezza dei siti.*

*Per gli edifici esistenti saranno consentiti esclusivamente interventi così come definiti dall'Art.27, comma 1, lettere a), b) e c) della L.R.12/05.*

*Eventuali opere pubbliche o di interesse pubblico possono essere realizzate solo se non altrimenti localizzabili e dovranno essere corredate con specifica relazione geologica e geotecnica che dimostri la compatibilità degli interventi con la situazione di rischio idrogeologico.*

### **Ambito territoriale**

Alla CLASSE 4 vengono ascritte le seguenti sottoclassi:

|           |                                                                                                           |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>4a</b> | Area in erosione accelerata                                                                               |
| <b>4b</b> | Fascia di deflusso della piena (Fascia A) (L. 183/1989)<br>Fascia di esondazione (Fascia B) ( L.183/1989) |
| <b>4c</b> | Aree adiacenti a corsi d'acqua                                                                            |
| <b>4d</b> | Area di frana attiva (scivolamenti, colate ed espansioni laterali)                                        |
| <b>4e</b> | Area di frana quiescente (scivolamenti, colate ed espansioni laterali)                                    |
| <b>4f</b> | Area con emergenza idrica diffusa                                                                         |



---

### **Fattori caratterizzanti**

|                                     |                                                                                                          |
|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| DISSESTO IDROGEOLOGICO ED IDRAULICO | <b>Presente</b>                                                                                          |
| FENOMENI GEOMORFOLOGICI ATTIVI      | <b>Presenti</b>                                                                                          |
| VINCOLI NORMATIVI                   | <b>R.D. 523/1904<br/>DGR 7/7868 –DGR 7/13950<br/>L.183/1989 – Art. 29, 38, 38bis,<br/>38ter, 39 e 41</b> |

Alla **classe 4** vengono ascritte le seguenti sottoclassi:

**SOTTOCLASSE 4a** – Aree in erosione accelerata caratterizzata da ruscellamento ed erosione diffusa dovuta all'azione dell'acqua. Di piccole dimensioni, si ubicano nel settore occidentale lungo la scarpata morfologica del terrazzo e nel settore centro meridionale, lungo il versante in prossimità del Torrente Riale.

**SOTTOCLASSE 4b** – Fascia di deflusso della piena (Fascia A) e di esondazione della piena (Fascia B) individuate secondo la L.183/1989; la fascia A delimita la quasi totalità del tratto di alveo del torrente Arno che attraversa il comune; la fascia B coincide con la fascia A nella maggior parte del percorso del corso d'acqua, ad esclusione della zona periferica nord orientale, caratterizzata solo dalla fascia A.

**SOTTOCLASSE 4c** - Aree adiacenti a corsi d'acqua da mantenere a disposizione per consentire l'accessibilità per interventi di manutenzione e per la realizzazione di interventi di difesa che corrisponde ad una distanza di 10.0 m a partire dalla delimitazione dell'alveo di massima piena. Il vincolo è applicato lungo l'alveo del torrente Arno che attraversa il comune nel settore occidentale e lungo l'alveo del Torrente Riale che scorre nel settore centro-orientale. Lungo l'alveo del torrente Arno l'area spesso coincide con le fasce A e B di cui alla sottoclasse **4b**.

**SOTTOCLASSE 4d** - Aree di frana attiva (scivolamenti; colate ed espansioni laterali) di dimensione ridotte, ubicate nel settore occidentale lungo la scarpata morfologica del terrazzo, e nel settore centro meridionale, lungo il versante in prossimità del Torrente Riale, in sponda orografica sinistra.

**SOTTOCLASSE 4e** - Area di frana quiescente (scivolamenti; colate ed espansioni laterali) di dimensioni ridotta, ubicate nel settore nord-occidentale lungo la scarpata morfologica in prossimità del Torrente Arno.



---

**SOTTOCLASSE 4f** – Area con emergenza idrica diffusa (fontanili, sorgenti, aree con emergenza della falda) di dimensioni ridotta, ubicata nel settore meridionale al confine con Oggiona S. Stefagno.

### Prescrizioni

- Destinazioni d'uso Dovrà essere esclusa qualsiasi nuova edificazione ad esclusione di opere finalizzate al consolidamento ed alla protezioni idrogeologica.  
Per gli edifici esistenti saranno consentiti i soli interventi di ristrutturazione ordinaria e straordinaria senza aumenti di volume (L. 457/78, Art.31, Lett. A, b, c.)
- Indagini e studi Studio e progettazione di interventi per la sistemazione e la consolidazione dei versanti in condizioni di dissesto geomorfologico in atto.  
  
Studio e progettazione di interventi di sistemazione idraulica e di smaltimento delle acque meteoriche in corrispondenza delle aree potenzialmente inondabili.
- Opere di riduzione del rischio Allacciamento alla rete fognaria delle porzioni urbane non ancora servite, censimento e bonifica dei pozzi perdenti.  
  
Interventi per la sistemazione e il consolidamento dei versanti in condizioni di dissesto geomorfologico in atto.  
  
Gli insediamenti agricoli e le relative attività dovranno escludere lo spagliamento superficiale delle acque reflue recapitando le stesse in fognatura o in vasche a tenuta

