

## **PARTE 1**

### **RELAZIONE GEOLOGICA ILLUSTRATIVA**

<b>1.</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>5</b>
<b>2.</b>	<b>CRITERI ESECUTIVI DELLO STUDIO GEOLOGICO .....</b>	<b>6</b>
<b>2.1</b>	<b>Struttura generale dello studio .....</b>	<b>6</b>
<b>2.2</b>	<b>Ricerca storica e sintesi bibliografica .....</b>	<b>8</b>
<b>3.</b>	<b>INQUADRAMENTO GEOGRAFICO .....</b>	<b>10</b>
<b>4.</b>	<b>PLUVIOMETRIA ED ELEMENTI METEO-CLIMATICI .....</b>	<b>13</b>
<b>5.</b>	<b>INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO .....</b>	<b>16</b>
<b>5.1</b>	<b>Inquadramento geologico .....</b>	<b>16</b>
<b>5.2</b>	<b>Lineamenti geomorfologici principali .....</b>	<b>18</b>
<b>6.</b>	<b>INQUADRAMENTO GEOPEDOLOGICO .....</b>	<b>20</b>
<b>6.1</b>	<b>Introduzione .....</b>	<b>20</b>
<b>6.2</b>	<b>Unità Cartografiche .....</b>	<b>21</b>
<b>6.3</b>	<b>Classi di capacità d'uso dei suoli .....</b>	<b>24</b>
<b>7.</b>	<b>INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO .....</b>	<b>25</b>
<b>7.1</b>	<b>Introduzione .....</b>	<b>25</b>
<b>7.2</b>	<b>Struttura idrogeologica del sottosuolo .....</b>	<b>25</b>
<b>7.3</b>	<b>Piezometria .....</b>	<b>27</b>
<b>7.4</b>	<b>Vulnerabilità dell'acquifero .....</b>	<b>29</b>
<b>7.5</b>	<b>Pozzi idrici sul territorio .....</b>	<b>33</b>
<b>7.6</b>	<b>Idrochimica degli acquiferi .....</b>	<b>34</b>
<b>7.7</b>	<b>Cenni storici e aggiornamenti sullo stato della contaminazione da Cr nell'areale della ditta EX-ITS .....</b>	<b>36</b>
<b>8.</b>	<b>ELEMENTI IDROLOGICI ED IDROGRAFICI .....</b>	<b>38</b>
<b>8.1</b>	<b>Reticolo idrico .....</b>	<b>38</b>
<b>8.2</b>	<b>Valutazione del rischio idraulico .....</b>	<b>40</b>
<b>8.3</b>	<b>Opere di laminazione delle piene del Fiume Olona .....</b>	<b>48</b>
<b>9.</b>	<b>CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI .....</b>	<b>51</b>
<b>9.1</b>	<b>Criteria e modalità esecutive delle prove penetrometriche dinamiche .....</b>	<b>51</b>

---

9.2	Modalità di classificazione dei terreni .....	53
9.3	Descrizione delle “Unità Geotecniche” .....	54
10.	<b>PERICOLOSITA’ SISMICA LOCALE</b> .....	58
10.1	Aspetti normativi .....	58
10.2	Esecuzione di prove sismiche (MASW) .....	59
10.3	Procedure per la valutazione dello scenario e del rischio sismico .....	60
10.4	Risultanze per il Comune di Canegrate .....	67
11.	<b>VINCOLISTICA</b> .....	68
12.	<b>SINTESI DELLE PROBLEMATICHE GEOLOGICHE, IDROGEOLOGICHE E SISMICHE</b> .....	73

## **PARTE 2**

### **NORME GEOLOGICHE DI PIANO**

13.	<b>FATTIBILITA’ GEOLOGICA PER LE AZIONI DI PIANO E PRESCRIZIONI GEOLOGICHE</b> .....	76
13.1	Introduzione .....	76
13.2	Classi di fattibilità e prescrizioni geologiche .....	78
13.3	Prescrizioni aggiuntive valide per tutte le classi.....	87
13.4	Relazione geologica e geotecnica ai sensi del D.M. 14.01.08 .....	89
	<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	93

---

## **APPENDICE**

- SCHEDE PER IL CENSIMENTO DEI POZZI
- ANALISI CHIMICHE ACQUE SOTTERRANEE
- RELAZIONE IDRAULICA (C. Lotti & Associati S.p.A. (2003) "*Studio di fattibilità della sistemazione idraulica dei corsi d'acqua naturali e artificiali all'interno dell'ambito idrografico di pianura Lambro – Olona*")
- INDAGINI GEOGNOSTICHE (PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE)
- INDAGINI SISMICHE (MASW)
- DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

## **ALLEGATI**

- Tav.1:** Carta geologica (scala 1:10.000)
- Tav.2:** Carta geomorfologica con elementi geopedologici (scala 1:10.000)
- Tav.3:** Carta idrogeologica (scala 1:10.000)
- Tav.4:** Carta del reticolo idrico e delle problematiche di dinamica fluviale (scala 1:5.000)
- Tav.5:** Carta geotecnica del suolo e del primo sottosuolo (scala 1:5.000)
- Tav.6:** Carta della pericolosità sismica locale (scala 1:10.000)
- Tav.7:** Carta dei vincoli (scala 1:5.000)
- Tav.8:** Carta di sintesi (scala 1:5.000)
- Tav.9:** Carta di fattibilità geologica per le azioni di piano (scala 1:5.000)

## ***PARTE 1***

# ***RELAZIONE GEOLOGICA ILLUSTRATIVA***

## 1. PREMESSA

Il Comune di Canegrate (Mi) ha incaricato il sottoscritto di redigere lo studio geologico comunale ai sensi della D.G.R. 28 maggio 2008 n. 8/7374 (aggiornamento dei "criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57, comma 1, della l.r. 11 marzo 2005, n.12" approvati con D.G.R. 22 dicembre 2005, n.8/1566).

Il presente studio si pone lo scopo di verificare la compatibilità della pianificazione territoriale e delle relative trasformazioni urbanistiche, con lo stato di fatto del territorio, analizzato da un punto di vista geologico, geomorfologico, idrogeologico, geotecnico e sismico.

In sintesi il presente volume si compone di:

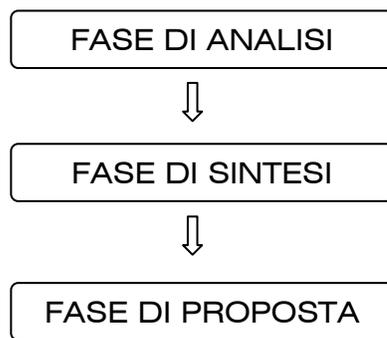
- **relazione geologica illustrativa** che illustra gli aspetti generali riguardanti le peculiarità del territorio comunale in esame;
- **norme geologiche di piano**, formulate in modo tale da poter essere recepite dal Piano delle Regole e dal Documento di Piano del P.G.T.;
- **appendice** alla relazione geologica contenente le schede tecniche (schede pozzi comunali, analisi chimiche delle acque di falda, estratto della relazione idraulica di riferimento, indagini geognostiche eseguite sul territorio comunale, sezioni simiche Masw e documentazione fotografica) che non sono state oggetto di apposita cartografia.
- **allegati grafici** in cui vengono illustrati tutti gli elementi analizzati e descritti nella presente relazione.

## 2. CRITERI ESECUTIVI DELLO STUDIO GEOLOGICO

### 2.1 Struttura generale dello studio

Lo studio in oggetto ha come scopo principale quello di illustrare gli aspetti geologici in senso generale, definendo i criteri entro i quali procedere per la pianificazione, nonché le problematiche ad essi connesse in relazione alla verifica della compatibilità con le previsioni urbanistiche. Pertanto tale lavoro non comprende, né può risolvere, eventuali problematiche geologico - tecniche specifiche per le quali si rimanda a studi di approfondimento.

Il lavoro è strutturato secondo il seguente schema operativo:



#### Fase di analisi

La fase di analisi è consistita nell'acquisizione dei dati storici esistenti ed è finalizzata ad una migliore conoscenza del territorio comunale, secondo i criteri proposti nell'ambito della D.G.R. 28 maggio 2008 n. 8/7374.

Allo scopo è stata effettuata una ricerca sistematica presso i vari enti di competenza, integrando i dati, le cartografie e le analisi raccolte con specifici e mirati rilievi geologici e geomorfologici eseguiti direttamente in **sito e comprendenti l'intero territorio comunale**.

Tale procedura ha permesso la realizzazione della seguente cartografia di inquadramento

generale del territorio comunale e di un suo significativo intorno:

- carta geologica (in scala 1:10.000);
- carta geomorfologica con elementi pedologici (in scala 1:10.000);
- carta idrogeologica (in scala 1:10.000);
- Carta del reticolo idrico e delle problematiche di dinamica fluviale (in scala 1:5.000);
- carta geotecnica del suolo e del primo sottosuolo (in scala 1:5.000);
- carta della pericolosità sismica locale (in scala 1:10.000).

**L'insieme di tutti gli elementi rappresentati consente di avere una visione generale degli aspetti litologici, geomorfologici, idrogeologici, geotecnici, sismici ed antropici presenti sul territorio comunale.**

#### Fase di sintesi

**Prevede la segnalazione, nella "carta dei vincoli" e nella "carta di sintesi" (redatte in scala 1:5.000), di tutti gli elementi sfavorevoli o problematici evidenziati nell'ambito delle cartografie di inquadramento generale.**

Lo scopo è quello di rappresentare delle aree omogenee, dal punto di vista della pericolosità, riferite allo specifico fenomeno che le genera (processi di dinamica geomorfologica, vulnerabilità idrogeologica etc.).

Sono stati riportati anche tutti i vincoli presenti sul territorio comunale previsti dalla D.G.R. **di riferimento (fasce di rispetto dei corsi d'acqua e aree di salvaguardia delle opere di captazione).**

#### Fase di proposta

Scopo ultimo del lavoro consiste nella fase di proposta, **contenuta nella "carta di fattibilità geologica per le azioni di piano"** estesa a tutto il territorio comunale (in scala 1:5.000), in cui vengono circoscritte specifiche aree in funzione delle problematiche segnalate sulla carta dei vincoli e di sintesi. Tale strumento fornisce **indicazioni sulle limitazioni d'uso del territorio e sulle prescrizioni per gli interventi urbanistici, oltre ad eventuali approfondimenti di carattere geologico e ad opere di mitigazione da realizzare.**

Alla presente relazione vengono allegati gli elaborati cartografici ritenuti sufficienti e necessari per la rappresentazione di tutti gli elementi presenti sul territorio comunale, secondo quanto previsto dalla normativa vigente.

## **2.2 Ricerca storica e sintesi bibliografica**

Per acquisire i dati necessari alla definizione dello stato del territorio è stata eseguita una ricerca storico – bibliografica in merito agli aspetti geopedologici, geologici, geomorfologici, geotecnici, idrogeologici, idrografici ed ambientali in genere del territorio comunale e di un suo significativo intorno.

Sono stati **consultati studi e cartografie in possesso dell'Amministrazione Comunale** e messe a disposizione del sottoscritto, **in particolare lo "studio geologico di Canegrate redatto ai sensi della l.r.41/97, dallo studio del dott. Claudio Franzosi nel mese di Marzo 2005"**.

Sono state consultate anche le banche dati delle Aziende (Aemme Distribuzione Srl) e degli Enti Pubblici in genere (Provincia di Milano, Regione Lombardia e Autorità di Bacino del Fiume Po), di cui si specifica meglio di seguito.

**E' stata inoltre effettuata una ricerca storica degli eventi idrogeologici che hanno interessato in passato il territorio;** la ricerca è stata eseguita sia consultando le pubblicazioni e i documenti esistenti, sia acquisendo dati e informazioni dal personale **dell'Ufficio Tecnico dell'Amministrazione Comunale.**

Sono stati inoltre **raccolti tutti i dati disponibili presso l'Amministrazione comunale, relativi alle principali infrastrutture di servizio comunali quali le reti acquedottistica e fognaria, nonché agli studi ambientali pregressi.**

I dati acquisiti sono stati verificati ed integrati mediante rilievi diretti eseguiti sul terreno.

Per definire gli elementi *geologici* e *geomorfologici* è stata preliminarmente esaminata la cartografia litologica e geomorfologica realizzata nell'ambito dello studio geologico comunale esistente, integrata dalla cartografia geologica ufficiale della Lombardia (banca dati in rete).

Gli elementi *geopedologici* del territorio comunale sono desunti dalla cartografia pedologica prodotta dall'Ente Regionale di Sviluppo Agricolo della Lombardia (E.R.S.A.L.) nell'ambito del "Progetto carta pedologica" inerente i suoli della pianura milanese settentrionale.

Per gli aspetti *idrogeologici* del territorio sono stati utilizzati i dati pubblicati dalla Provincia di Milano (Sistema informativo Falda) e **le informazioni contenute all'interno** dello studio geologico comunale redatto ai sensi della l.r. 41/97.

Gli elementi *idraulici* sono stati desunti confrontando la situazione attuale del Fiume Olona (in relazione a problematiche note di esondazione) e le risultanze dello studio idraulico eseguito con metodo approfondito e contenuto nello studio geologico comunale di cui in **premessa (mai adottato dall'Amministrazione Comunale), con lo studio idraulico indicato al § 2 della DGR 28/05/2008 n.8/7374: "Studio di fattibilità della sistemazione idraulica dei corsi d'acqua nell'ambito di pianura Lambro - Olona" a cura di "C. Lotti & Associati Società di Ingegneria S.p.A. Roma"**. È stato anche consultato ed utilizzato lo studio redatto a cura del dott. Claudio Franzosi "Individuazione del Reticolo Minore e regolamentazione delle attività di polizia idraulica" del settembre 2010.

**E' stato inoltre consultato il progetto definitivo eseguito per l'Agenda Interregionale per il fiume Po (AIPO), a cura di Technital S.p.A. e Beta Studio S.r.l., riguardante le "opere di laminazione delle piene del fiume Olona da realizzare nei Comuni di Canegrate, Legnano, Parabiago e S. Vittore Olona".**

Gli *elementi geologico - tecnici* sono stati acquisiti da precedenti indagini svolte da altri studi professionali nell'ambito del territorio comunale e dalle evidenze di una campagna

geognostica pianificata per il presente studio e condotta dal sottoscritto **nell'ambito** di aree ritenute significative.

Per gli elementi sismici, infine, sono stati utilizzati i dati noti al sottoscritto integrati con le risultanze di specifiche prove (Masw30), indicate come idonee per la valutazione delle Vs30.

I dati e le informazioni raccolte saranno descritti nel prosieguo e, secondo le esigenze, riportati sulle cartografie allegate.

### **3. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO**

Il Comune di Canegrate è ubicato nella porzione settentrionale della Provincia di Milano, nella fascia di territorio meridionale **dell'alta pianura lombarda**.

Confina, in senso orario a partire dal settore occidentale, con i comuni di San Giorgio su Legnano (ovest), Legnano (nord), San Vittore Olona (nord – nord-est), Parabiago (est e sud) e Busto Garolfo (sud e sud-ovest).

Risulta definito cartograficamente dai Fogli A5e5 e A6e1 della Carta Tecnica della Regione Lombardia (C.T.R.), redatta in scala 1:10.000 (Cfr. Corografia in Fig.1).

**Presenta un'estensione di circa** 5,30 km<sup>2</sup>, sviluppandosi in:

- latitudine tra le coordinate N5044000 e 5048000;
- longitudine tra le coordinate E1492500 e 1496000.

Le quote altimetriche variano gradatamente da nord verso sud, da un massimo di circa 197 m s.l.m. ad un minimo di circa 182 m s.l.m.

Il sistema idrografico superficiale è caratterizzato dalla presenza di un corso **d'acqua** principale di competenza regionale (Fiume Olona), che attraversa il territorio di Canegrate al margine settentrionale e nord-orientale con direzione **all'incirca NW-SE**, al confine con il territorio comunale di San Vittore Olona (Mi).

Il precedente studio geologico comunale e lo studio del reticolo idrico minore hanno **evidenziato l'assenza del reticolo idrico minore di competenza comunale.**

**L'area urbanizzata occupa** buona parte del territorio in esame ma permangono tuttavia due ampie aree verdi, rispettivamente nella porzione nord e sud del territorio comunale:

- Il "Parco dei Mulini";
- Il "Parco del Roccolo".

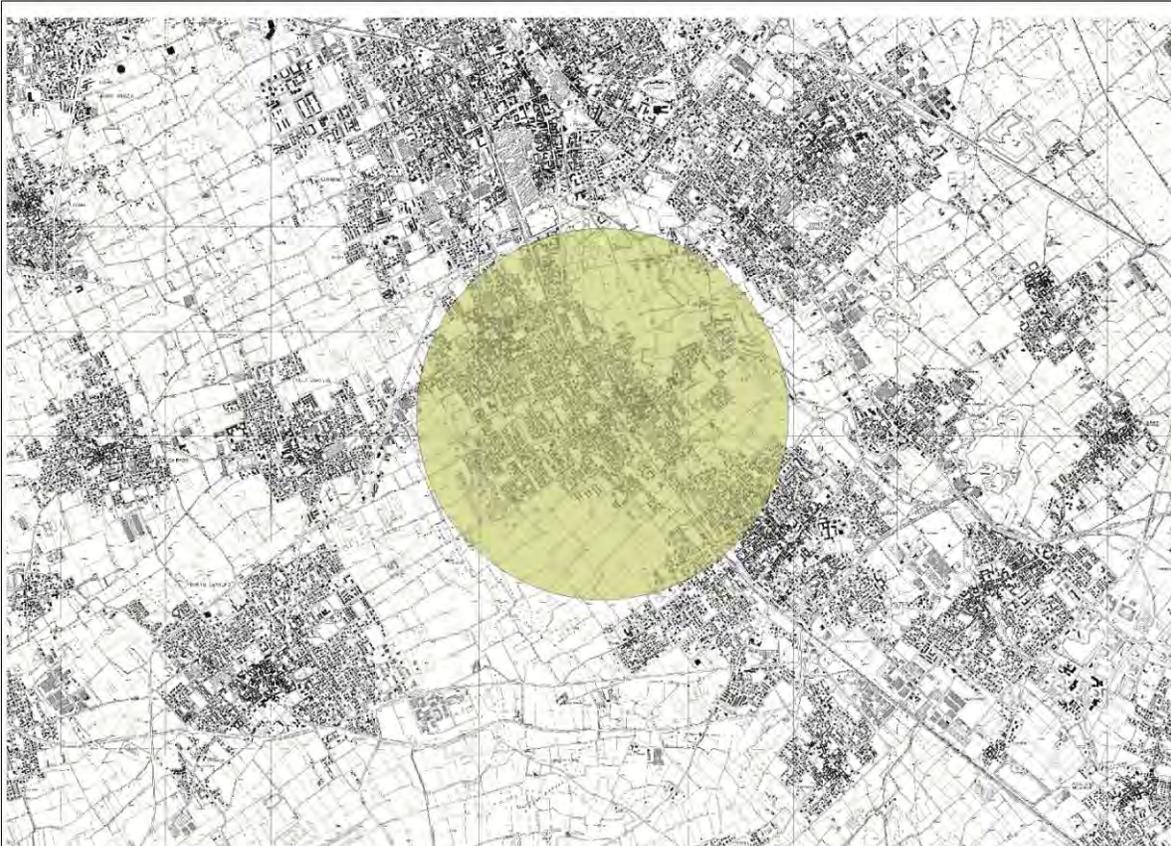


Fig. 1 – Corografia del territorio in esame.

## **4. PLUVIOMETRIA ED ELEMENTI METEO-CLIMATICI**

Per la definizione di un quadro climatico di Canegrate sono stati utilizzati i dati registrati dalla stazione meteorologica situata all'interno del Parco Nord Milano.

**I dati, forniti dall'Agenzia Regionale Protezione Ambiente, si riferiscono all'arco di tempo compreso tra il 1998 ed il 2006.**

Il clima può essere definito come temperato sub continentale, cioè un clima caldo piovoso con estate fresca. Si può individuare la presenza di sei mesi temperati (da marzo a giugno e da settembre a ottobre), quattro mesi freddi e umidi (da novembre a febbraio) e di due mesi caldi e umidi (luglio e agosto). Luglio risulta spesso essere considerato come un mese arido.

**Si è potuto constatare che la temperatura dell'aria ha un valore medio annuo di 13,2°C; mentre l'escursione termica media, cioè la differenza fra la temperatura media del mese più caldo (luglio) e di quello più freddo (gennaio) è pari a 21,3°C. Pertanto anche il clima, da un punto di vista termico, va senz'altro inquadrato come continentale.**

**L'analisi dei dati ha prodotto come risultato un grafico all'interno del quale viene illustrato l'andamento delle temperature minime, medie e massime nel periodo di tempo preso in esame.**

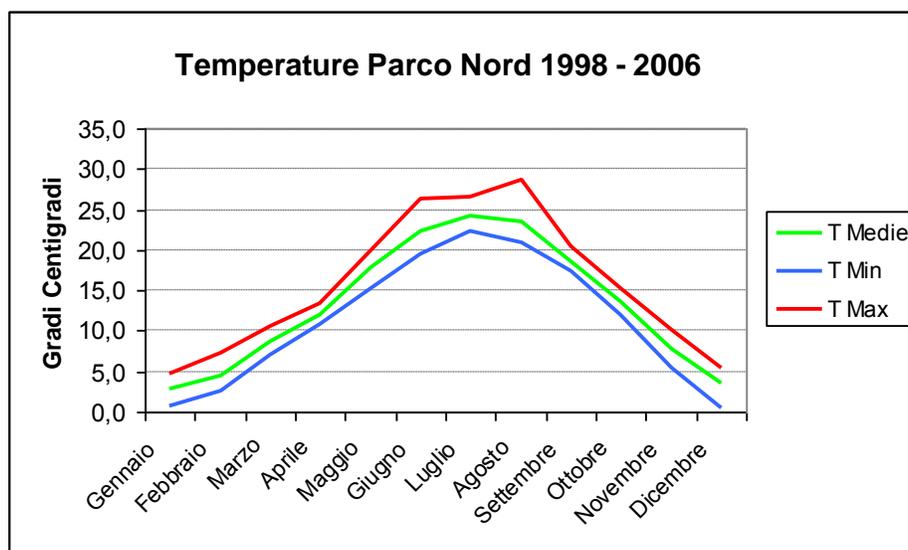
Le piogge sono distribuite con due massimi, il maggiore in autunno e il minore nel periodo tardo primaverile; nel contempo vi sono anche due minimi, il più marcato a cavallo tra i mesi di Gennaio e Febbraio e il meno marcato a ridosso della stagione autunnale. La piovosità totale media ammonta a 936 mm per anno.

Il regime pluviometrico in questa situazione viene pertanto classificato come sublitoraneo, intermedio fra il tipo padano e quello appenninico.

I dati raccolti vengono riportati nelle tabelle seguenti.

Anno	Gen.	Feb.	Mar.	Apr.	Mag.	Giu.	Luglio	Agosto	Sett.	Ott.	Nov.	Dic.
1998	4,6	5,3	8,5	11,3	16,6	20,8	25,0	25,2	19,4	14,3	7,8	3,4
1999	2,4	3,3	7,9	11,6	17,0	19,5	22,9	21,7	18,6	12,4	6,4	3,6
2000	3,6	7,3	10,5	13,3	19,5	22,9	22,4	23,4	18,0	12,4	6,7	4,2
2001	2,4	5,2	9,0	10,7	17,8	20,5	22,8	23,4	15,0	14,4	5,5	0,5
2002	0,7	5,1	10,0	11,5	15,3	23,0	22,9	21,9	17,5	13,5	10,1	5,5
2003	3,1	2,7	9,4	12,5	20,0	26,4	25,9	28,7	19,2	12,0	8,9	3,7
2004	2,9	4,9	8,2	13,1	16,2	22,5	23,9	24,3	20,0	15,2	8,7	4,9
2005	2,9	3,6	8,6	11,8	18,9	22,5	24,7	22,7	19,8	13,4	7,3	2,7
2006	2,9	3,0	7,1	13,0	18,4	23,2	26,6	21,0	20,4	15,4		
<b>MEDIA</b>	2,8	4,5	8,8	12,1	17,7	22,4	24,1	23,6	18,7	13,7	7,7	3,6

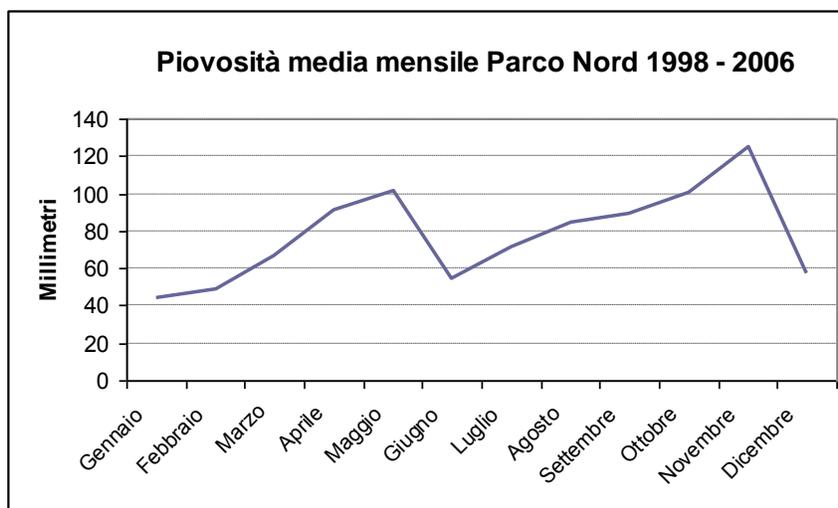
Tab. 1 - Temperature medie mensili registrate dalla stazione meteorologica del Parco Nord Milano.



Tab. 2 - Grafico delle temperature medie mensili registrate dalla stazione meteorologica del Parco Nord Milano.

Anno	Gen.	Feb.	Mar.	Apr.	Mag.	Giu.	Lug.	Ago.	Set.	Ott.	Nov.	Dic.
1998	23	12	8	141	209	122	89	58	148	126	7	24
1999	78	0	104	72	48	68	104	171	130	130	117	51
2000	2	3	68	142	106	43	61	117	66	113	242	107
2001	114	32	206	52	93	45	35	60	57	70	33	2
2002	44	200	66	58	262	88	176	155	78	70	349	73
2003	42	0	7	41	31	84	38	14	24	124	146	132
2004	49	106	79	163	102	6	45	29	43	90	164	63
2005	8	23	35	97	53	16	59	64	115	139	67	64
2006	35	60	31	58	9	15	35	94	146	47		
<b>MEDIA</b>	44	48	67	92	101	54	71	85	90	101	125	57

Tab. 3-Precipitazioni medie mensili registrate dalla stazione meteorologica del Parco Nord Milano.



Tab. 4 - Grafico delle precipitazioni medie mensili registrate dalla stazione meteorologica del Parco Nord Milano.

## 5. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

### 5.1 Inquadramento geologico

Il territorio comunale appartiene al cosiddetto "Livello Fondamentale della Pianura", costituito da depositi pleistocenici ad opera degli scaricatori fluvio-glaciali provenienti dai fronti di espansione dei ghiacciai. Questi sono classificati nella letteratura tradizionale come "Diluvium Recente".

Le acque di fusione dei ghiacciai hanno determinato un innalzamento del livello della pianura fino all'odierna morfologia, in successione ai sedimenti di origine marina costituiti principalmente dalle argille (che si ritrovano a profondità mediamente maggiori di 90 ÷ 100 metri rispetto all'attuale piano campagna).

Durante il periodo seguente, l'Olocene, si sono depositi i sedimenti ghiaioso - sabbiosi ("Alluvium antico") che hanno determinato i terrazzi attuali tipici soprattutto delle aree più a nord rispetto all'areale in esame.

Da un punto di vista morfologico i terrazzamenti si sono originati dall'azione erosiva esercitata dei corsi d'acqua principali con l'azione preponderante svolta dalle alluvioni fluvio-glaciali riconducibili alla glaciazione di età wurmiana.

I *depositi wurmiani* (Fluvio-glaciale Wurm Auct.) costituiscono la quasi totalità del territorio comunale; sono caratterizzati genericamente da ghiaie e sabbie in matrice limosa con **locali lenti argillose**. **Nell'ambito del livello fondamentale, da questi costituito, è rilevabile una variazione dei termini più fini passando dal settore settentrionale a quello meridionale.** La variazione **è funzione della riduzione dell'energia dell'agente di trasporto procedendo verso sud.** I depositi wurmiani, a differenza di quelli più antichi rissiani e mindelliani, presentano superiormente un livello sabbioso-argilloso che convoglia grosse quantità d'acqua verso gli orizzonti sottostanti, a determinare un importante mezzo per l'alimentazione della falda superficiale.

Nello specifico dei terreni in esame la litologia caratteristica è rappresentata da ghiaia e sabbia debolmente limosa inglobante ciottoli di dimensioni variabili da 20 a 35 cm e rari trovanti.

I caratteri sedimentologici specifici sono quelli dei depositi alluvionali: clasti con grado di arrotondamento variabile da sub-arrotondato ad arrotondato e alterazione limitata o assente. La pertinenza dei depositi ghiaiosi è di tipo alpino con elementi granitici, granodioritici e porfirici; subordinati i clasti di origine sedimentaria di pertinenza prealpina. Tali depositi sono ricoperti da uno strato di alterazione superficiale di spessore contenuto (0.60 ÷ 1.00 m) e composto da sedimenti limoso-sabbiosi di colore variabile da marrone a marrone rossiccio (parte basale dell'orizzonte) localmente associati a ghiaia di varia pezzatura (prevalentemente medio - fine).

La morfologia del livello fondamentale della pianura si presenta assai uniforme.

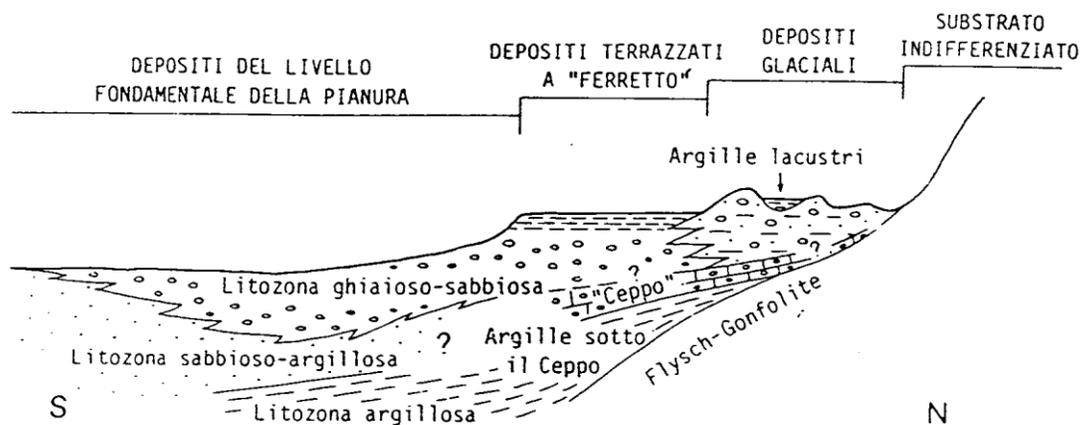
Lo spessore della coltre diluviale recente è stato determinato solo attraverso l'esecuzione di terebrazioni dove la variazione di litofacies permettesse un'altrettanta chiara delineazione del limite formazionale inferiore.

In modo particolare, tale limite inferiore è stato identificato in modo differenziato a seconda della precisa struttura stratigrafica a livello locale; i limiti stratigrafici basali sono stati identificati con il Ceppo, le argille sommitali del diluvium antico e medio e le argille Villafranchiane.

Nelle zone a litologia ghiaiosa prevalente, come il caso in esame, lo spessore del diluvium varia sensibilmente a seconda delle zone specifiche con potenze variabili da 10 metri sino ad oltre 60 m.

Invece nelle zone meridionali della pianura a sabbie e argille prevalenti, il limite formazionale inferiore è assai incerto in seguito alla difficile distinzione delle litofacies specifiche relative alle differenti unità.

Di seguito si riporta uno schema che illustra i rapporti stratigrafici tra le diverse unità **geologiche, allargato ad un'areale più vasto rispetto a quello specifico del territorio di Canegrate.**



SCHEMA DEI RAPPORTI STRATIGRAFICI DELLE UNITA' AFFIORANTI E DEL SOTTOSUOLO LUNGO UNA IPOTETICA SEZIONE NORD-SUD

(Da: A.Cavallin, S.Mazzarella, M.Orlando, G.Spezzi Bottiani, Caratteri idrochimici delle acque sotterranee nella pianura milanese, Acque sotterranee, n.2 - 1984).

Fig. 2

La carta di inquadramento geologico e litologico viene redatta nell'**Allegato 1** su base topografica della Carta Tecnica Regionale in scala 1:10.000, dove si riporta la distribuzione areale ed i limiti delle unità litologiche presenti sul territorio comunale.

## 5.2 Lineamenti geomorfologici principali

Il territorio comunale occupa una posizione settentrionale nell'ambito della media pianura milanese ed è caratterizzato da una morfologia subpianeggiante, con quote topografiche che degradano verso sud, influenzata dai processi quaternari di deposizione fluvio-glaciale e fluviale.

La morfologia del territorio comunale è caratterizzata da una piana fluvio-glaciale, alternata alla piana alluvionale determinatasi per l'azione del Fiume Olona: il reticolo idrografico del

territorio in esame è costituito infatti principalmente da questo corso **d'acqua, che occupa** la sua porzione nord / nord-orientale.

Le caratteristiche del sistema idrografico locale verranno descritte più in dettaglio al capitolo 8.

Gli elementi geomorfologici vengono **indicati e descritti nell'ambito dell'Allegato 2** (Carta geomorfologica con elementi geopedologici, in scala 1:10.000), ove si riporta la distribuzione degli elementi di dinamica geomorfologica rilevati, con illustrazione delle forme e processi naturali riscontrabili sul territorio.

La carta ha come scopo la valutazione della pericolosità dei processi morfogenetici nelle situazioni di rischio e di vulnerabilità del territorio stesso.

Per rappresentare in carta gli elementi geomorfologici rilevati sul territorio oggetto di studio è stata utilizzata la simbologia contenuta nel lavoro del Gruppo Nazionale Geografia Fisica e Geomorfologia (1993) "**Proposta di legenda geomorfologica ad indirizzo applicativo**".

Gli elementi e le forme legate alla dinamica fluviale, meritevoli di particolare attenzione e di un maggior dettaglio, sono stati invece riportati **nell'Allegato 4**, su base topografica dell'**aerofotogrammetrico comunale** (Carta del reticolo idrico e delle problematiche di dinamica fluviale, in scala 1:5.000).

*Esaminando nel complesso la tipologia e la distribuzione degli elementi geomorfologici presenti sul territorio comunale, si constata la presenza di forme attive e processi morfogenetici in atto e potenzialmente generatori di fattori di rischio, unicamente lungo il Fiume Olona e le sue aree di influenza. Non si rilevano tuttavia condizioni di rischio e/o di dissesto tali da indurre a particolari interventi di messa in sicurezza.*

*Si segnala infine come nell'ambito del territorio comunale non esistano elementi geomorfologici assoggettabili alle norme di tutela e salvaguardia di cui all'**art.51 del PTCP**.*

## **6. INQUADRAMENTO GEOPEDOLOGICO**

### **6.1 Introduzione**

La carta pedologica (Cfr. **Allegato 2**) rappresenta la distribuzione dei suoli all'interno del territorio, suddivisi nelle diverse unità pedologiche di appartenenza, distinte dalle aree urbanizzate e dal verde pubblico (parchi e giardini).

Le diverse unità cartografiche rappresentate all'interno della carta corrispondono alle delineazioni individuate da E.R.S.A.F. nella pubblicazione: "I suoli della pianura milanese settentrionale – progetto carta pedologica" del 1999.

L'approccio utilizzato per individuare il modello distributivo dei suoli nello spazio è un approccio di tipo fisiografico. Si è cercato, infatti, di esplicitare le relazioni che intercorrono tra il paesaggio ed i suoli che in esso si generano mediante l'analisi dei fattori responsabili della genesi e dello sviluppo dei medesimi.

Fattori quali il clima, la vegetazione, il materiale parentale (litologie), la morfologia del territorio ed il tempo, sono stati posti in relazione con il paesaggio in esame così da poter individuare delle porzioni di territorio all'interno delle quali tali fattori si mantengano omogenei.

L'apertura di numerosi profili pedologici all'interno dei diversi pedopaesaggi precedentemente individuati ha permesso di definire delle Unità Cartografiche (U.C.) caratterizzate da un'unica tipologia di suoli (consociazione) o da più tipologie di suoli aventi però caratteristiche chimico-fisiche-morfologiche similari (complesso).

La morfologia del paesaggio ed il materiale parentale risultano essere fattori determinanti nella genesi dei suoli in un'area ristretta come può essere quella in esame. E' pertanto possibile riscontrare una spiccata corrispondenza tra i limiti litologici riportati all'interno dell'Allegato 1 e le unità cartografiche riportate in Allegato 2.

## 6.2 Unità Cartografiche

Si descrivono di seguito le diverse tipologie di suoli presenti sul territorio comunale.

### **UNITA' CARTOGRAFICA: FIR1/ROB2**

**Morfologia del paesaggio:** alta pianura ghiaiosa del livello fondamentale della pianura, dove si ritrova nelle superfici modali a morfologia subpianeggiante con quota media di 197 m. s.l.m. e pendenza media del 0,3%; tali superfici si collocano, tra l'altro, nelle aree ad ovest dell'Olonia, a testimonianza, probabilmente, di antiche aree boscate, su substrati sabbiosi poco gradati, con limo e sabbie non calcaree.

**Uso del suolo:** bosco e seminativi.

**Suoli:** i suoli FIR1 sono molto profondi, con scheletro abbondante, tessitura grossolana, reazione acida, saturazione molto bassa, non calcarei, AWC bassa, con drenaggio moderatamente rapido e permeabilità moderatamente elevata.

I suoli ROB2 sono poco o moderatamente profondi limitati da substrato ghiaioso e da orizzonti con scheletro molto abbondante, a tessitura moderatamente grossolana fino a 75 cm, grossolana al di sotto, scheletro abbondante, reazione subacida, saturazione da bassa a molto bassa, CSC media in superficie e molto bassa in profondità, AWC bassa, drenaggio moderatamente rapido e permeabilità moderatamente elevata.

**Classificazione tassonomica:** FIR1: Humic DystrudeptsSandy-skeletalmixed, mesic.  
ROB2: Typic Dystrudepts coarse loamy over sandy or sandy-skeletal, mixed, superactive, mesic.

### **UNITA' CARTOGRAFICA: ROB1**

**Morfologia del paesaggio:** superfici pianeggianti o lievemente ondulate dell'alta pianura ghiaiosa con quota media di 175 m. s.l.m. e pendenza media del 0,4%; si ritrova, tra l'altro, ad Ovest della valle dell'Olonà. I suoli si sono formati su substrato ghiaioso e ciottoloso con matrice sabbiosa-limosa non calcareo.

**Uso del suolo:** anche se non si tratta di suoli molto fertili, l'uso del suolo prevalente è il seminativo o il prato permanente; nella fase a con drenaggio peggiore (moderatamente rapido) prevalgono formazioni vegetali degradate prevalentemente costituite da bosco ceduo di robinia.

**Suoli:** poco profondi limitati da orizzonti sabbiosi a scheletro abbondante, tessitura moderatamente grossolana, scheletro frequente fino a 60 cm, abbondante al di sotto, reazione subacida, saturazione molto bassa, AWC bassa, con drenaggio moderatamente rapido e permeabilità moderata.

#### ***Classificazione tassonomica:***

Typic Dystrudepts corse loamy over sandy or sandy-skeletal, mixed, superactive, mesic.

### **UNITA' CARTOGRAFICA: MMI1/MNI1**

**Morfologia del paesaggio:** valli alluvionali oloceniche in ambiente terrazzato da alluvioni antiche. Si tratta di suoli caratteristici dei terrazzi stabili dell'Olonà, a morfologia subpianeggiante con quota media di 189 m. s.l.m. e pendenza media del 0,8%, con pietrosità superficiale comune, in aree in cui l'uso a prato marcitoio è stato prassi comune fino a non molto tempo fa. Il substrato è di natura sabbiosa limosa con ghiaia, non calcareo.

**Uso del suolo:** prevalgono lembi boscati e prati irrigui.

**Suoli:** i suoli MMI1 sono suoli profondi o molto profondi, a tessitura da media a moderatamente grossolana, con scheletro comune, reazione subacida, saturazione media, CSC medio - bassa, AWC alta, con drenaggio buono e permeabilità moderata.

I suoli MNI1 sono poco profondi per tessitura fortemente contrastante, a tessitura moderatamente grossolana e scheletro da comune a frequente in superficie, tessitura grossolana e scheletro da frequente ad abbondante in profondità, con saturazione molto bassa, CSC bassa, AWC molto bassa, drenaggio rapido e permeabilità moderatamente elevata.

**Classificazione tassonomica:**

MMI1: Typic Argiudolls coarse loamy, mixed, superactive, mesic.

MNI1: Fluventic-humic Dystrudepts coarse loamy over sandy or sandy-skeletal, mixed, superactive, mesic.

**UNITA' CARTOGRAFICA: TRB1**

**Morfologia del paesaggio:** superfici subpianeggianti corrispondenti alle piane alluvionali delle valli più incise, comprese tra i terrazzi antichi e le fasce maggiormente inondabili limitrofe ai corsi d'acqua da cui sono generalmente separate da gradini morfologici, con quota media di 195 m. s.l.m. e pendenza media del 0,5%, con suoli sviluppatasi su depositi alluvionali prevalentemente sabbioso-limosi o ghiaiosi.

Sono superfici caratterizzate da elevata pietrosità superficiale.

**Uso del suolo:** prati permanenti, cereali tipo mais, pioppeti.

**Suoli:** molto profondi su orizzonti sabbiosi a scheletro abbondante, scheletro frequente fino a 65 cm, abbondante al di sotto, a tessitura da media a moderatamente grossolana, con reazione neutra, subacida in profondità, saturazione bassa o media, AWC moderata, drenaggio buono, localmente mediocre a seguito delle oscillazioni periodiche della falda e permeabilità moderata.

### **Classificazione tassonomica:**

Entic Hapludolls coarse loamy, mixed, superactive, mesic.

## **6.3 Classi di capacità d'uso dei suoli**

La *Land Capability Classification* (L.C.C.) è un sistema di classificazione dei suoli realizzato in modo da determinare la capacità d'uso dei medesimi.

Il sistema individua otto differenti classi tali per cui:

- All'interno delle classi comprese tra la I e la IV, ricadono i suoli che vengono ritenuti adatti allo svolgimento dell'attività agricola con limitazioni crescenti dalla classe I fino alla classe IV;
- All'interno delle classi comprese tra la V e la VII, ricadono i suoli che, pur presentando limitazioni tali da non consentire al loro interno lo svolgimento dell'attività agricola, sono ritenuti adatti per il pascolo o la forestazione con limitazioni crescenti dalla classe V fino alla classe VII;
- All'interno dell'ottava classe ricadono i suoli con limitazioni talmente forti da precluderne l'utilizzo per qualsiasi attività di tipo agro-silvo-pastorale.

Le diverse limitazioni presenti all'interno dei suoli vengono individuate mediante l'aggiunta di suffissi alla classe di appartenenza, quali:

- w**: ristagno idrico nel profilo causato da drenaggio difficoltoso
- s**: pietrosità elevata
- c**: sfavorevoli condizioni climatiche
- e**: rischio di erosione

La classificazione dei suoli presenti all'interno del territorio in esame, secondo la Land Capability Classification, viene riportata nella seguente tabella:

<b>Unità Cartografica</b>	<b>Classe di capacità d'uso</b>
CES1	IVs
CTO1	IIIs
LGT1	IIIs
BRV11	I
MOO1	IIIs

Tab. 5 – classi di capacità d'uso dei suoli

## **7. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO**

### **7.1 Introduzione**

La "carta idrogeologica" (Cfr. **Allegato 3**) fornisce elementi di valutazione riguardanti il sistema idrogeologico sotterraneo.

Sono stati cartografati gli elementi esplicativi delle modalità di circolazione idrica sotterranea e superficiale presenti sul territorio, le opere e gli elementi antropici di rilevanza idrogeologica.

La simbologia adottata in cartografia fa riferimento ai Quaderni del Servizio Geologico Nazionale ("Proposta di legenda idrogeologica" - serie III - volume 5).

### **7.2 Struttura idrogeologica del sottosuolo**

Per la descrizione della struttura idrogeologica del sottosuolo viene adottato il classico schema strutturale del sottosuolo della Provincia di Milano, caratterizzato dalla successione di tre unità principali, che presentano caratteri granulometrici decrescenti con la profondità.

La distribuzione delle unità viene sintetizzata nella sezione idrogeologica contenute **all'interno dell'Allegato 3**, tracciata in direzione E-W **con l'ausilio delle stratigrafie dei pozzi pubblici**.

Le unità idrogeologiche si succedono, dalla più superficiale alla più profonda, secondo il seguente schema:

#### **1 – Litozona ghiaioso-sabbiosa**

Costituisce l'acquifero tradizionale comunemente sfruttato dai pozzi; risulta sede della falda libera sino a profondità massime di circa 100 m; presenta una buona continuità in

senso orizzontale e verticale entro la totalità del territorio comunale.

Litologicamente è contraddistinta da terreni prevalentemente ghiaioso-sabbioso-ciottolosi con locali intercalazioni lenticolari di argille limose (con spessore metrico) o conglomerato (con spessore più consistente).

Entro tale unità la falda oscilla liberamente con valori medi di soggiacenza variabili a seconda delle condizioni topografiche e geomorfologiche (mediamente attorno a 20 ÷ 25m rispetto al piano campagna).

## **2 – Litozona sabbioso-argillosa**

**E' caratterizzata da alternanze di strati a litologia ghiaioso - sabbiosa e strati argilloso - limosi con torba;** è presente a partire dal letto della precedente unità sino a profondità variabili mediamente da 120m a oltre 150m rispetto al piano campagna, con spessori mediamente compresi tra 50m e 90m.

Lo sfruttamento dei livelli produttivi contenuti in questa litozona è iniziato da tempo per il **degrado qualitativo dell'acquifero soprastante (litozona ghiaioso - sabbiosa)**, con cui è in comunicazione, laddove gli orizzonti semipermeabili hanno spessore e continuità ridotta.

La falda contenuta entro questi livelli presenta generalmente buona produttività e risulta localmente protetta dai fenomeni di contaminazione per la presenza di strati continui da **poco permeabili a impermeabili che la separano dall'Unità descritta precedentemente.**

Tale situazione garantisce una migliore qualità delle acque.

## **3 - Litozona argillosa**

**E' caratterizzata dalla prevalenza di argille e limi più o meno sabbiosi, presenti a partire dalla base della precedente unità.**

Costituisce il limite inferiore impermeabile delle successioni sfruttate ai fini idropotabili. Nessuna perforazione ne ha mai individuato il limite inferiore.

**L'acquifero superficiale corrisponde al cosiddetto "acquifero tradizionale" in quanto le falde in esso contenute (di tipo libero e talora semiconfinato) hanno rappresentato le risorse idriche storicamente sfruttate nel milanese.**

Da un punto di vista idraulico le unità di tale acquifero sono in parte comunicanti e definiscono un sistema acquifero monostrato multifalda.

**La falda idrica superficiale e l'eventuale falda semiconfinata hanno scambi idrici dovuti a fenomeni di drenanza e alla mancata continuità degli acquitards che le separano.**

Per l'acquifero tradizionale, di maggior interesse per la presente indagine, la bibliografia disponibile fornisce infatti una notevole mole di dati, desunti da prove di pompaggio o stimati a partire da prove a portata variabile o valori di portata specifica dei pozzi.

In letteratura, agli acquiferi di natura ghiaiosa, contenuti nell'unità idrogeologica ghiaioso-sabbiosa, sono attribuiti valori di *trasmissività* e di *conducibilità idraulica* relativamente elevati (Cfr. Tab. 6), mentre agli acquiferi prevalentemente sabbiosi vengono assegnati valori mediamente inferiori.

UNITÀ	TIPOLOGIA ACQUIFERO	CONDUCIBILITÀ IDRAULICA	TRASMISSIVITÀ
Ghiaioso - sabbiosa	Non confinato	$10^{-3} \div 10^{-4}$ m/s	$> 10^{-2}$ m/s
Sabbioso - argillosa	Semiconfinato	$10^{-4} \div 10^{-5}$ m/s	$10^{-2} \div 10^{-3}$ m/s
Argillosa	Confinato	$10^{-5} \div 10^{-6}$ m/s	$< 10^{-3}$ m/s

Tab. 6 – Parametri idraulici acquiferi.

### 7.3 Piezometria

L'andamento generale della piezometria della falda tradizionale desumibile dai dati del S.I.A. (Sistema Informativo Ambientale della Provincia di Milano) riferiti al mese di **Settembre dell'anno 2010** è caratterizzato da una direttrice N-S con vergenza verso S, con **isopiezometriche disposte all'incirca parallelamente** in direzione E-O.

Le quote piezometriche nel territorio in esame variano da circa 170 m s.l.m. (settore N) a circa **158 m s.l.m. (settore S)**, con un **gradiente idraulico medio variabile tra il 4 e il 6‰**.

La situazione piezometrica raffigurata in **Allegato 3** rappresenta le condizioni di soggiacenza minima, se rapportata al trend annuo di oscillazione; nell'anno medio la falda

è soggetta infatti ad oscillazioni stagionali, che vedono in genere un periodo di innalzamento da aprile ad agosto ed un abbassamento da settembre ad aprile.

Si stima che le escursioni annue risultino contenute mediamente entro 1,0÷2,0 m.

**Le oscillazioni stagionali sono legate all'alimentazione, rappresentata dalla infiltrazione** efficace legata alle precipitazioni e, principalmente, alle irrigazioni, oltre al deflusso della falda da monte.

Nelle condizioni più sfavorevoli si considera attualmente un range di oscillazione della falda attorno a 20.0 ÷ 25.0 m rispetto al piano campagna.

Si tenga presente come la situazione rappresentata sia solo rappresentativa e significativa per un primo approccio alle problematiche idrogeologiche e/o geotecniche, in quanto la piezometria risulta soggetta a considerevoli variazioni nel tempo, con cicli sia a scala annuale che pluriennale.

Dai **dati storici è emerso infatti come a partire dagli anni '70** (periodo a partire dal quale si hanno a disposizione dati idrogeologici) si siano registrati andamenti sinusoidali legati all'entità delle precipitazioni e dei naturali e periodici cicli di ricarica **tipici dell'alta pianura milanese**; questi hanno determinato:

- minimi nel mese di maggio 1992, determinando approfondimenti piezometrici di circa 10÷12 m rispetto al 1980;
- sensibile aumento delle quote piezometriche medie a partire dal 1993;
- diminuzione delle quote piezometriche nel periodo compreso tra il 1997 e il giugno 2000, pari a circa circa 3÷5 m;
- punto di massima quota piezometrica nel periodo maggio/giugno 2001;
- successivamente i dati piezometrici rilevano inizialmente una nuova decrescita e poi, **in quest'ultimo periodo di crisi industriale**, una decisa tendenza **all'innalzamento** piezometrico.

## 7.4 Vulnerabilità dell'acquifero

La vulnerabilità rappresenta solo uno dei termini dell'equazione generale che esprime il rischio, inteso come processo e attività che possa recare danno alla collettività, esplicitato dalla seguente relazione:

$$R = P \times V \times Va$$

dove:

*R = rischio*

*P = pericolosità*

*V = vulnerabilità*

*Va = valore*

La stima e le considerazioni sul rischio esulano dagli scopi della presente, mentre verrà considerata la vulnerabilità, in quanto elemento di valutazione per la pianificazione territoriale.

**La vulnerabilità è da intendere in relazione alla suscettibilità all'inquinamento del corpo idrico sotterraneo in riferimento a eventuali contaminazioni (per sversamento ad esempio) da parte genericamente di attività agricole e/o industriali.**

Sulla base dei dati noti ed illustrati nei paragrafi precedenti, nella zona di pianura di interesse è presente una falda libera in depositi alluvionali con grado di protezione variabile rispetto al piano campagna, sulla base principalmente delle proprietà di conducibilità idraulica dei terreni del non-saturo **e sull'esistenza delle condizioni che possano favorire il processo di dilavamento verso le zone sature.**

Per le **valutazioni riguardanti la vulnerabilità intrinseca dell'acquifero** si considera che i settori di pertinenza delle glaciazioni wurmiane siano omogenei, escludendo pertanto **significative differenze in termini di protezione dell'acquifero superficiale.**

In base **alle caratteristiche tessiturali e idrauliche dell'acquifero, data l'assenza di una copertura a bassa permeabilità e per la profondità della superficie dalla falda libera**

variabile mediamente attorno a 20 ÷ 25m, contenuta nei depositi alluvionali a tessitura grossolana, il grado di vulnerabilità intrinseco risulta complessivamente da *elevato a molto elevato*, allineandosi con la peculiarità del primo acquifero nell'ambito della maggior parte dei comuni della pianura milanese, come quello in esame.

In **Allegato 3** è possibile osservare la mappatura del grado di vulnerabilità dell'acquifero superficiale, estrapolato dallo studio condotto dalla Provincia di Milano nell'anno 2006 "*Nuova carta della vulnerabilità della falda ai nitrati come strumento per la pianificazione delle risorse idriche e gestione delle emergenze*", per la cui realizzazione è stata utilizzata la metodologia base del Gruppo Nazionale per la Difesa delle Catastrofi Idrogeologiche del CNR (SINTACS, Civita – 1987).

Rispetto alla trattazione classica sono stati introdotte alcune variabili che, nel caso in esame, hanno riguardato l'analisi dei parametri all'interno del tessuto urbanizzato, classificato anche sulla base di parametri quali l'indice di impermeabilizzazione e la destinazione d'uso.

In particolare sono state evidenziate due zone distinte nell'ambito del territorio comunale di Canegrate:

1. Zona a **VULNERABILITA' ALTA** (A) – Comprende le zone del tessuto urbanizzato con soggiacenza della falda compresa tra i 20 e i 25 m di profondità dal piano campagna; presenza di suoli da profondi a moderatamente profondi su substrato ghiaioso – sabbioso; permeabilità elevata; infiltrazione ridotta per la presenza di aree urbanizzate.
2. Zona a **VULNERABILITA' MOLTO ALTA** (E) – Comprende le zone esterne al tessuto urbanizzato con soggiacenza della falda compresa tra i 20 e i 25 m di profondità dal piano campagna; presenza di suoli da profondi a moderatamente profondi su substrato ghiaioso – sabbioso; permeabilità elevata; infiltrazione favorita dalla ridotta estensioni delle superfici impermeabili.

### **Criteria di realizzazione della carta di vulnerabilità**

Di seguito si riporta un estratto dello studio citato precedentemente, allo scopo di spiegare i criteri che sono stati seguiti per la stesura della carta di vulnerabilità dell'acquifero superficiale.

“La metodologia SINTACS (Civita-1987), di tipo parametrico, prevede la determinazione di un punteggio, variabile da 1 a 10, per ognuno dei sette parametri considerati. Questi vengono poi moltiplicati per una stringa di pesi, con valori compresi tra 1 e 5, in modo da incrementare o diminuire il valore in funzione della reale situazione idrogeologica.

La procedura informatica suggerita per il metodo SINTACS (Civita-1987) prevede la **discretizzazione dell'area di studio** in una griglia a maglie regolari, di lato congruo con la scala di restituzione degli elaborati cartografici finali. Le dimensioni della cella elementare possono essere fatte variare in funzione di tre caratteristiche: densità dei punti di rilevamento, numero di informazioni disponibili per ogni punto e scala finale della carta di vulnerabilità.”...“**Nell'applicazione della metodologia una questione molto delicata è sorta riguardo l'assegnazione di un valore al parametro I (Infiltrazione) e T (Tipologia di Copertura)** per la porzione di territorio densamente urbanizzata. In particolare il grande sviluppo della superficie urbanizzata e la mancanza degli elementi pedologici necessari per **la determinazione del punteggio, ha richiesto l'introduzione di ipotesi diverse** sui criteri da utilizzare per determinare quale tipo di protezione possa garantire una superficie avente un alto grado di impermeabilizzazione.

**In supporto alla scelta del criterio più idoneo è venuto il Progetto “DUSAF urbanizzato” (ERSAF Regione Lombardia - 2003) , che discriminando l'intero territorio urbanizzato in 22 tipologie differenti (Zone urbanizzate continue e discontinue, Zone produttive, Reti stradali, ecc) ha consentito di poter differenziare l'assegnazione del punteggio in funzione di un coefficiente di infiltrazione stimato e testato su una zona campione .**

<b>CLASSE</b>		<b>rilevante</b>	<b>drenaggio</b>	<b>normale</b>	<b>urbanizzato</b>
<b>SOGGIACENZA</b>	<b>S</b>	5	4	5	5
<b>INFILTRAZIONE</b>	<b>I</b>	5	4	4	4
<b>INSATURO</b>	<b>N</b>	4	4	5	4
<b>SUOLO</b>	<b>T</b>	5	2	3	2
<b>ACQUIFERO</b>	<b>A</b>	3	5	3	4
<b>CONDUCIBILTA</b>	<b>C</b>	2	5	3	5
<b>PENDENZA</b>	<b>S</b>	2	2	3	2

Tab. 7

“L’assegnazione delle stringhe di pesi è stata effettuata basandosi su alcuni caratteri fondamentali della Provincia di Milano. E’ possibile infatti ripartire il territorio della provincia in due settori, uno settentrionale ed uno meridionale. Il primo rappresenta una zona di transizione tra i rilievi prealpini e la pianura vera e propria; in questa fascia si nota inoltre un notevole sviluppo urbano, residenziale e industriale. Il secondo settore è costituito da media e bassa pianura principalmente adibita a sfruttamento agricolo, dove l’irrigazione risente del regime dei fontanili. Vi è quindi una netta differenza paesaggistica (naturale ed antropica) tra le due zone, conseguenza della costruzione di canali e rogge, con le quali, deviando parte della acque dei fiumi principali, si è consentita l’irrigazione dei territori a Sud di Milano. Pertanto la zona a sud del Canale Villoresi è stata considerata interamente ad impatto drenante a meno della zona urbanizzata, mentre la zona a nord del canale irriguo è stata considerata zona ad impatto normale sempre a meno della zona urbanizzata e delle valli dei principali corsi d’acqua, considerate come aree a drenaggio prevalente.”

Le varie tipologie di dati cui si è attinto per la realizzazione della carta di vulnerabilità sono state di tipo *idrogeologico* (successione stratigrafica delle perforazioni e relativo punteggio in funzione delle diverse litologie; conducibilità idraulica del primo acquifero; livelli statici e quote piezometriche dei pozzi di monitoraggio provinciale; soggiacenza della falda), *altimetrico* (ricostruzione della superficie topografica tramite il modello digitale del terreno), *pluviometrico* (valori precipitazione e temperatura delle stazioni meteorologiche

degli Enti gestori presenti sul territorio provinciale; correlazione delle precipitazioni e delle temperature in funzione della quota), *elementi pedologici* (profili, orizzonti, spessori, i cui parametri sono stati ricavati dalle carte pedologiche dell'ERSAL; contenuto di limo, argilla e sostanza organica degli orizzonti pedologici del territorio provinciale).

## 7.5 Pozzi idrici sul territorio

In cartografia sono riportati i pozzi pubblici e privati presenti sul territorio; dei pozzi pubblici si riporta anche la relativa fascia di rispetto individuata e delimitata ai sensi del D.P.R. 236/88, tracciata con criterio geometrico come inviluppo dei punti equidistanti 200m dall'asse del pozzo stesso.

In Tab.8 si riporta l'elenco dei pozzi pubblici presenti nel Comune di Canegrate, con i relativi dati caratteristici. Attualmente le fasce di rispetto e di tutela assoluta dei pozzi (ai sensi del d.lgs. 258/2000) valgono per i tre pozzi attivi Alessandria, Terni e Somalia e per il pozzo Ravenna (come da indicazioni dei vincoli di P.R.G.).

Per ciascuno dei pozzi comunali si riportano nelle apposite sezioni in appendice la scheda descrittiva, comprensiva della stratigrafia e delle analisi chimiche.

Si riassumono in Tab.9 le tipologie di acquifero captato dai pozzi e le vulnerabilità derivate.

<i>Pozzo</i>	<i>Comune</i>	<i>Stato</i>	<i>Falda captata</i>	<i>Problematiche</i>	<i>Note</i>
ALESSANDRIA	Canegrate	Attivo	confinata	-	Prof. 183 m
TERNI	Canegrate	Attivo	confinata	-	Prof. 190.5 m
SOMALIA	Canegrate	Attivo	semiconfinata	-	Prof. 155 m
RAVENNA	Canegrate	Cementato	mista	Contaminazione da Nitrati/Cromo	
MANZONI	Canegrate	Non attivo	mista	Contaminazione da Nitrati/Cromo	
SAN GAETANO	Canegrate	Non attivo	mista	Contaminazione da Nitrati/Cromo	
DIAZ	Canegrate	Non attivo	mista	Contaminazione da Nitrati/Cromo	

Tab. 8 – Pozzi pubblici comunali.

<b>Pozzo</b>	<b>Falda captata</b>	<b>Grado vulnerabilità</b>
ALESSANDRIA	confinata	Molto basso-nullo
TERNI	confinata	Molto basso-nullo
SOMALIA	semiconfinata	Medio / medio - basso

Tab. 9 – Vulnerabilità acquiferi captati

## 7.6 Idrochimica degli acquiferi

La qualità delle acque sotterranee è stata desunta dai dati e dalla documentazione tecnica messi a disposizione **dall'Amministrazione** Comunale; questi **mostrano l'esistenza di un** diffuso stato di contaminazione della prima falda, per i parametri Nitrati e Cromo, fattori responsabili della chiusura dei pozzi comunali che in passato sfruttavano la prima falda ai fini idropotabili.

Per quanto concerne lo stato qualitativo delle falde captate dai pozzi comunali attivi, le **analisi chimiche mostrano l'assenza** di problematiche di contaminazione e dei relativi superamenti di legge per i parametri ricercati. Il fatto dimostra che il grado di vulnerabilità stimato per gli acquiferi captati risulta effettivamente essere ridotto e/o molto ridotto.

Solitamente infatti **l'idrochimica delle acque immagazzinate nell'acquifero profondo rivela l'assenza di contaminazioni di tipo industriale, agricola o antropica in genere; il dato è in** relazione alle peculiarità idrogeologiche e al buon grado di protezione della falda profonda ad opera dei continui strati impermeabili o poco permeabili (argillosi e limoso - argillosi).

In appendice si riportano i risultati delle ultime analisi (da gennaio 2009 a maggio 2009) messe a disposizione dalla **"Aemme Distribuzione Srl" di Via Olona 1** in Comune di Canegrate Per quanto concerne la problematica relativa ai Nitrati, la situazione è allineata con la situazione della prima falda nei territori della pianura milanese, da correlare a principalmente agli insediamenti antropici, industriali e agricoli che ne compromettono lo stato qualitativo. Per quanto concerne invece la problematica relativa al Cromo si rimanda al successivo § 7.7, in quanto si rende necessario un approfondimento.

La normativa vigente considera, per la classificazione dello stato idrochimico di base delle acque sotterranee, le concentrazioni di alcuni parametri di base quali conducibilità

elettrica, cloruri, solfati, nitrati, ferro, manganese, ammoniaca e di una serie di altri parametri quali inquinanti organici ed inorganici. La classificazione individua quattro classi **chimiche, che esprimono una valutazione dell'impatto antropico sulle acque sotterranee** e ne definisce le caratteristiche idrochimiche, secondo il seguente schema:

<i>Classe 1</i>	<i>Impatto antropico nullo o trascurabile, con pregiate caratteristiche idrochimiche;</i>
<i>Classe 2</i>	<i>Impatto antropico ridotto e sostenibile sul lungo periodo, con buone caratteristiche idrochimiche;</i>
<i>Classe 3</i>	<i>Impatto antropico significativo, con caratteristiche idrochimiche generalmente buone, ma con alcuni segnali di compromissione;</i>
<i>Classe 4</i>	<i>Impatto antropico rilevante, con caratteristiche idrochimiche scadenti (per superamento dei limiti previsti dalla normativa).</i>

Lo stato chimico delle acque dei pozzi che captano a partire dalla falda semiconfinata **rientra nell'ambito della Classe 2**, ad indicare un buon impatto antropico significativo con giudizio qualitativo generalmente buono.

Per i principali parametri rilevati si vedano le analisi delle acque disponibili, riportate in appendice.

Si è ritenuto utile evidenziare sulla carta idrogeologica la distribuzione dei punti legati **all'attività antropica che** potrebbero in linea teorica costituire un fattore di rischio potenziale legato alla contaminazione della falda a partire dalla superficie, sulla base delle informazioni acquisite dal settore Ecologia del Comune di Canegrate.

Sono state cartografate le categorie produttive ritenute più a rischio in relazione alla maggiore propensione alla contaminazione dei corpi idrici sotterranei. Si sottolinea comunque come, ad oggi, tale indicazione non abbia un riscontro sfavorevole in merito.

Gli *insediamenti produttivi e/o antropici* considerati a rischio ai fini della contaminazione della falda sono quelli che possono prevedere lo stoccaggio di rifiuti pericolosi e/o materie prime che possono dar luogo a rifiuti pericolosi al termine del ciclo produttivo. In particolare le categorie di attività ritenute "a rischio" sulla base della tipologia della lavorazione, sono le seguenti (Cfr. ubicazione in carta):

- fonderie dismesse;
- attività con lavorazioni metalli;
- aziende agricole/aree soggette allo spandimento di reflui zootecnici;
- distributori di carburante;
- attività con bonifica ambientale in corso;
- cimitero.

Sono stati inoltre censiti i seguenti elementi, utili a ricostruire la memoria storica delle attività di caratterizzazione e/o bonifica che hanno riguardato aree sul territorio comunale:

- aree soggette in passato a caratterizzazione e bonifica certificata dalla Provincia di Milano.

Si segnala infine **l'assenza** di *aziende a rischio di incidente rilevante* (ai sensi del D.Lgs. 334/99), non presenti pertanto in ambito di P.T.C.P.

## **7.7 Cenni storici e aggiornamenti sullo stato della contaminazione da Cr nell'areale della ditta EX-ITS**

L'area della *ex Ditta I.T.S.*, ubicata in Via Ravenna, è risultata in passato oggetto di caratterizzazione e bonifica ambientale, consistente principalmente nella realizzazione di pozzi di sbarramento, progettati con lo scopo di impedire il deflusso a valle della falda contaminata.

La pratica risulta allo stato attuale conclusa con Certificazione di avvenuta bonifica da parte della Provincia di Milano.

L'area risulta tuttavia inserita all'interno di un settore più ampio ed oggetto di studio per quanto concerne la contaminazione da cromo che ha interessato la prima falda a partire dal territorio comunale di Legnano, in particolare dai settori in cui ricadono le cromature in attività e/o dismesse.

Ci si è avvalsi dei seguenti studi per la ricostruzione delle problematiche pregresse e/o in essere:

- **"Indagini sull'inquinamento della falda da cromati nel territorio dei comuni di Legnano, San Giorgio su Legnano, Canegrate, Busto Garolfo, Casorezzo, Ossona, Boffalora sopra Ticino", a cura di dr. geol. Francesca Pastonesi – Ufficio Interventi Falda – Provincia di Milano;**
- **"Perizia tecnica in materia di bonifica dell'inquinamento da cromo esavalente nell'area ex I.T.S. International in Via Ravenna 15 di Canegrate", cura di Prof. Ing. Renzo Rosso, Prof. Ing. Paolo Centola, Dr. Prof. Mauro Giudici;**
- **"Osservazioni alla relazione generale "Perizia tecnica in materia di bonifica dell'inquinamento da cromo esavalente nell'area ex I.T.S. International in Via Ravenna 15 di Canegrate", a cura del dott. geol. Umberto Puppini.**

Dalle considerazioni effettuate si evince che, **nell'ampio areale in cui si inserisce la ex-I.T.S., è stata rilevata l'esistenza di una zona di falda superficiale contaminata da Cr<sub>VI</sub>**, ampia circa 1 Km e lunga non meno di 5 Km, ad indicare la presenza di un plume o pennacchio di contaminazione.

Sono in corso di svolgimento ulteriori indagini da parte degli enti competenti che hanno lo scopo di valutare le responsabilità e gli apporti delle diverse attività riguardo ai fenomeni di contaminazione della falda. **Pare assodato comunque che nell'ultimo decennio la falda superficiale in transito inferiormente all'area ex I.T.S., sia stata "costantemente interessata dai contributi di contaminazione provenienti da monte (all'esterno della ex I.T.S.), pur essendo evidente che alla condizione di compromissione in arrivo si sia aggiunto il contributo storico della I.T.S. stessa".**

Tale motivo ha indotto alla bonifica, ora conclusa e certificata, come precedentemente detto.

## **8. ELEMENTI IDROLOGICI ED IDROGRAFICI**

### **8.1 Reticolo idrico**

Da un punto di vista geomorfologico il territorio in esame risulta caratterizzato, nel suo settore nord orientale, da una depressione fluviale **da collegare all'attività recente ed attuale del Fiume Olona**, costituendone **l'ambito di pertinenza idraulica dello stesso**. Questa viene **pertanto considerata come l'area** potenzialmente destinata ad accogliere le acque sia in regime di piena ordinaria (fiume in alveo) sia in regime di piena straordinaria (fiume in esondazione). In questa porzione di territorio si sviluppa pertanto anche la rete irrigua artificiale derivata dal fiume.

Il raccordo tra la depressione fluviale e la porzione di territorio più rilevata avviene mediante **una scarpata d'erosione fluviale, disposta parallelamente al corso d'acqua principale ad una distanza approssimativa di un chilometro**.

Le considerazioni sul reticolo vengono desunte anche dai dati contenuti **all'interno dello studio "Individuazione del Reticolo Idrico Minore e regolamentazione delle attività di Polizia Idraulica – ex D.G.R. n. 7/7868 e succ. mod. e int.", a cura di altro professionista e redatto nel mese di Settembre 2010**.

**In seguito all'esame** e allo studio della documentazione tecnica esistente è possibile **affermare che nell'ambito del territorio comunale esiste un solo corso d'acqua appartenente al Reticolo Principale, il Fiume Olona, che rientra pertanto nelle competenze della Regione Lombardia in materia di Polizia Idraulica**.

**L'analisi effettuata ha escluso l'esistenza del reticolo minore di competenza comunale, in quanto i corsi d'acqua presenti (rogge), sono derivazioni private di acque pubbliche**.

**Per quanto concerne le Rogge Molinare, invece, sono state inserite nell'ambito del Fiume Olona, in quanto ricadenti nel medesimo ambito idraulico e geomorfologico, essendo anche loro pertanto di competenza regionale**.

In modo schematico le conclusioni contenute all'interno dello studio del reticolo idrico sono le seguenti:

- **"Il fiume Olona** è stato attribuito al reticolo principale, in ragione della sua iscrizione all'elenco di cui all'Allegato A della D.G.R. n. 8/8127 del 1 ottobre 2008;
- **Nessuno corso d'acqua** è stato attribuito al reticolo idrico di competenza dei *consorzi di bonifica* in quanto nessun corso d'acqua risulta elencato nell'allegato D della D.G.R. n. 7/7868 del 25 gennaio 2002;
- Nessun **corso d'acqua** è stato attribuito al *reticolo idrico minore di competenza comunale* in quanto tutti i corsi d'acqua presenti, ad eccezione del fiume Olona, costituiscono una rete irrigua gestita dal Consorzio Fiume Olona, convogliante acque in forza di atti amministrativi di concessione ai sensi del Regio decreto n. 1775 del 1933."

Le rogge che **costituiscono le derivazioni dell'Olona** risultano essere le seguenti (Cfr. **Allegato 4**):

- *Roggia Ceresa*, da San Vittore giunge a Canegrate, scorrendo a cielo aperto e parzialmente tombinata;
- *Roggia Barattina III*, a cielo aperto e tombinata in corrispondenza della Via Carducci; poi di nuovo a cielo aperto;
- *Roggia Rienta*, tombinata nel tratto iniziale sino a Via Bellini, da cui rimane a cielo aperto.

## 8.2 Valutazione del rischio idraulico

### **Generalità**

La valutazione del rischio idraulico viene eseguita recependo i "criteri per la valutazione di compatibilità idraulica delle previsioni urbanistiche e delle proposte di uso del suolo nelle aree a rischio idraulico" (Allegato 4 - della D.G.R. 28 maggio 2008 n. 8/7374).

Documento fondamentale per tali valutazioni e considerazioni risulta essere lo "Studio di fattibilità della sistemazione idraulica dei corsi d'acqua naturali e artificiali all'interno dell'ambito idrografico di pianura Lambro – Olona", così come indicato all'interno della suddetta D.G.R. al § 2.1 ("Studi di fattibilità della sistemazione idraulica dei corsi d'acqua, predisposti a cura dell'Autorità di Bacino del Fiume Po").

Di seguito verranno pertanto estrapolati i dati e le considerazioni di interesse riferite al tratto del corso d'acqua che potrebbe avere un'interazione con il territorio comunale di Canegrate.

Per le caratteristiche generali e le peculiarità del *Fiume Olona* si veda l'apposita sezione in appendice (estratto della relazione idraulica).

Per definire gli aspetti della dinamica fluviale che si sviluppa nell'asta principale in occasione delle piene, lo studio sopracitato si è avvalso dell'utilizzo del modello *MIKE 11* del Danish Hydraulic Institute.

Questo comprende "moduli idonei al caso in oggetto, in funzione del livello di conoscenza, peraltro assai elevato data l'ampiezza delle operazioni topografiche di campo incluse nello studio, della reale geometria dei manufatti e delle aree".

Le operazioni di modellazione hanno riguardato "inizialmente la condizione attuale dell'alveo con la conseguente delimitazione delle aree di allagamento che lungo il tratto si producono per eventi di differente tempo di ritorno. Le aree di allagamento di assegnato tempo di ritorno determinate dall'analisi idraulica, sono state messe a confronto con le fasce A, B e C determinate nell'ambito del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI).

Il Piano costituisce infatti lo strumento normativo a cui si farà riferimento nel corso dello studio, sia per quanto **concerne le portate defluenti nell'alveo e i tiranti idrici raggiungibili** in occasione di piene di assegnato tempo di ritorno, sia per quanto concerne le aree allagabili.”

### **Metodologia di calcolo**

Il modello utilizzato ha consentito di determinare i profili di corrente sia in condizioni di moto vario che di moto permanente, simulando il flusso monodimensionale e quasi bidimensionale, stazionario e non, di fluidi verticalmente omogenei, in qualsiasi sistema di canali o aste fluviali.

Nell'ambito dello studio idraulico di riferimento sopracitato è stato possibile tenere conto dei seguenti fattori:

- *portate laterali;*
- *condizioni di corrente veloce o lenta;*
- *flusso libero o rigurgitato in corrispondenza di sfioratori;*
- *differenti regole operative di funzionamento di serbatoi o invasi;*
- *resistenze localizzate e perdite di carico concentrate;*
- *casse d'espansione;*
- *condizioni di flusso bidimensionale sulle pianure alluvionali;*
- *nodi idraulici (biforcazioni e convergenti).*

Per i dettagli delle metodologie e relazioni utilizzate si veda la relazione idraulica riportata in appendice.

### **Ricostruzione topografica**

Il reticolo idrografico è stato definito come asse geometrico del corso d'acqua costituito da una linea, individuata sulla base della cartografia C.T.R. alla scala 1:10.000 e corretta

successivamente sulla base delle **ortofoto, con andamento assimilabile all'alveo di magra**, definita nelle precedenti attività. Scopo fondamentale dell'asse è quello di fornire in modo univoco una modalità di determinazione della progressiva chilometrica lungo il corso d'acqua stesso.

La definizione dell'asse è quindi di tipo geometrico e convenzionale e si basa sulla generalizzazione dei caratteri morfologici e idraulici del corso d'acqua. Ad un singolo corso d'acqua resta quindi associato un solo asse rappresentato da una linea continua priva di lacci o diramazioni. **E' inoltre necessario descrivere le caratteristiche geometriche del corso d'acqua attraverso l'inserimento della geometria** di un determinato numero di sezioni trasversali dell'alveo.

A tal fine sono state utilizzate ed inserite le sezioni rilevate sulle aste dei corsi d'acqua nell'ambito delle campagne di rilievo topografico appositamente svolte nell'ambito dello studio di riferimento per la modellazione idraulica.

Si assumono le seguenti sezioni di riferimento, come indicate in **Allegato 4**, da nord verso sud:

- OL - 15
- OL - 14.3
- OL - 14.2
- OL - 14.1
- OL - 14
- OL - 13.4
- OL - 13.3
- OL - 13.3 bis
- OL - 13.2 bis
- OL - 13.2

### **Dati idraulici di riferimento**

Nell'ambito del *Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI)* sono state individuate come portate di piena di riferimento quelle riportate nella seguente Tab.10.

Esse rappresentano, per ogni tronco, la massima portata che può transitare in alveo senza esondazioni (*portata limite*), in quei tratti di fiume lungo i quali risultano improponibili interventi di ricalibratura della sezione trasversale o di rialzo delle arginature esistenti (*portata critica*).

<b>Progressiva</b>	<b>Sezione</b>	<b>Comune</b>	<b>Località</b>	<b>Area</b>	<b>Q<sub>100</sub></b>
31.710	25	Olgiate Olona	Attraversamento A8	180 Km <sup>2</sup>	53 mc/s
42.799	10	Nerviano	Canale Villoresi	227 Km <sup>2</sup>	59 mc/s
49.112	1	Rho	Presa 1	242 Km <sup>2</sup>	59 mc/s

Tab. 10 – portate di assegnato tempo di ritorno nelle sezioni di interesse proposte in ambito PAI.

Si riportano invece in Tab. 11 e 12, a titolo di sintesi, i valori delle portate al colmo delle onde di piena formate dai sottobacini naturali, in funzione dei diversi tempi di ritorno e i valori delle portate al colmo delle onde degli scarichi urbani.

<b>Sotto bacino</b>	<b>Area</b>	<b>Progr.</b>	<b>Q<sub>max</sub> 10 anni</b>	<b>Q<sub>max</sub> 100 anni</b>	<b>Q<sub>max</sub> 500 anni</b>
OL_5	7.3	8911-10526	8.53	16.60	23.54

Tab. 11 – portate al colmo degli idrogrammi di input al modello idraulico.

<b>Scarico</b>	<b>Comune</b>	<b>Q<sub>lim</sub></b>	<b>Volume 10 anni</b>	<b>Volume 100 anni</b>	<b>Volume 500 anni</b>
Sc 22	S. Giorgio + Canegrate	6.85 mc/s	151.004 mc	190.680 mc	211.125 mc

Tab. 12 – portate al colmo e volumi delle onde di piena degli scarichi urbani.

In tabella seguente invece si riportano i risultati dei calcoli idraulici in termini di quota idrica massima e portata massima in corrispondenza delle sezioni di interesse.

Comune	Località	T 10		T 100		T 500	
		portata	livello	portata	livello	portata	livello
Legnano	Ponte Via	86.7	194.26	101.6	194.56	165.3	195.93
	Toselli	mc/s	m	mc/s	m	mc/s	m
Parabiago	Molino del	73.8	182.89	84.3	183.07	121.1	183.60
	Miglio	mc/s	m	mc/s	m	mc/s	m

Tab. 13 – livelli idrici e portate F. Olona.

### **Delimitazione aree esondabili**

Nell'ambito del presente studio geologico sono state delimitate e recepite le aree di allagamento del Fiume Olona confrontando il valore del livello idrico calcolato nelle diverse sezioni con le sezioni rilevate, con la cartografia aerofotogrammetrica comunale in scala 1:2.000 e con la Carta Tecnica Regionale a scala 1:10.000.

La delimitazione delle aree esondabili è stata effettuata in riferimento a diversi tempi di ritorno della piena: T = 10 anni, T = 100 anni e T = 500 anni.

La perimetrazione ha tenuto conto di tutte le informazioni acquisite tramite sopralluoghi diretti, nonché dalle informazioni storiche.

Le aree di allagamento sono riportate negli Allegati 4, 8 e 9.

### **Valutazione delle condizioni di rischio locale**

Il tratto di Fiume Olona che interessa il territorio comunale è quello compreso tra le sezioni OL-15 e OL-13.2 indicate nello studio idraulico di riferimento, rispettivamente ubicate in prossimità del confine nord e del confine di nord-est (nella parte di valle del F. Olona).

Dalla sovrapposizione tra le aree esondabili, determinate attraverso la modellazione idraulica, e le fasce del PAI, si **osserva come** l'area allagabile e riferita ai tempi di ritorno delle piene Tr100 e Tr500 coincida con la fascia C solo in corrispondenza del settore **compreso tra il confine nord dell'Olonà e la sezione OL-14** (a nord di Via Pergolesi).

Nella restante parte, tra la sezione OL-14 e la parte di valle del F. Olona verso il **depuratore, le esondazioni sono da prevedere solamente in corrispondenza dell'ambito di alveo fluviale.**

**L'intero tratto fluviale considerato all'interno del territorio** comunale risulta caratterizzato dalla presenza della Fascia B di Progetto (tratto interamente soggetto ad interventi di **sistemazione da parte dell'Autorità di Bacino**) e della Fascia C tracciata esternamente alla precedente.

**In quest'ultima porzione di territorio** (tra la fascia B di progetto e la fascia C), viene effettuata una valutazione delle attuali condizioni di pericolosità e rischio in quanto, sino a quando non verranno completate le opere previste, permangono condizioni di rischio maggiori rispetto **a quelle previste per l'assetto definitivo.**

Tale valutazione viene effettuata tramite le metodologie proposte **nell'ambito dell'Allegato 4** della D.G.R. 28/05/08 n.8/7374, sulla base dello studio idraulico di dettaglio che si è utilizzato come riferimento e ritenuto di tipo approfondito in ragione del numero di sezioni idrauliche a disposizione rispetto alla lunghezza del tratto fluviale di pertinenza del territorio del Comune di Canegrate.

Come è possibile notare in riferimento alle sezioni idrauliche analizzate, nella condizione dello stato di fatto, sono state evidenziate problematiche **legate all'esondazione del Fiume Olona** in relazione a Tr100 e Tr500 solamente nella **zona in sponda destra nell'ambito dell'area della Molinara** di Molino Scossioli, con tiranti idrici oscillanti tra 0.22m e 1.20m circa. Si veda il dettaglio in Tab.14 seguente.

**Per quanto concerne l'attribuzione del grado di pericolosità in funzione del tirante (h) e della velocità di deflusso (U),** come da Fig.3 seguente, si individua nel valore di 0.9m il

limite di altezza del tirante idrico che può determinare diversi gradi di pericolosità:

- *pericolosità medio - bassa (con  $h < 0.9\text{m}$ )*, quindi compatibile con l'edificazione; area urbanizzabile con accorgimenti costruttivi che impediscano danni a beni e strutture e/o che consentano la facile e immediata evacuazione dell'area inondabile da parte di persone e beni mobili.
- *pericolosità elevata (con  $h \geq 0.9\text{m}$ )*, indipendentemente dal valore della velocità di deflusso dell'onda di piena, incompatibile con qualunque tipo di infrastruttura (edifici, industrie, depositi, parcheggi etc.).

<b>Sezione</b>	<b>Quote terreno sponda destra (m s.l.m.)</b>	<b>Livelli idrici Tr=10 anni (m s.l.m.)</b>	<b>Livelli idrici Tr=100 anni (m s.l.m.)</b>	<b>Livelli idrici Tr=500 anni (m s.l.m.)</b>	<b>Tirante idrico in area inondabile (m)</b>
OL-15	190.07	188.89	189.17	189.85	-
OL-14.3	189.38	188.55	188.74	189.60	0.22
OL-14.2	188.09	188.22	188.40	189.26	1.17
OL-14.1	188.75	188.07	188.23	188.78	0.03
OL-14	188.73	187.60	187.82	188.41	-
OL-13.4	188.69	186.61	186.63	187.41	-
OL-13.3	186.56	185.52	186.03	186.46	-
OL-13.3 bis	186.45	185.75	185.94	186.41	-
OL-13.2	186.15	185.47	185.63	186.05	-

Tab. 14 – Tiranti idrici.

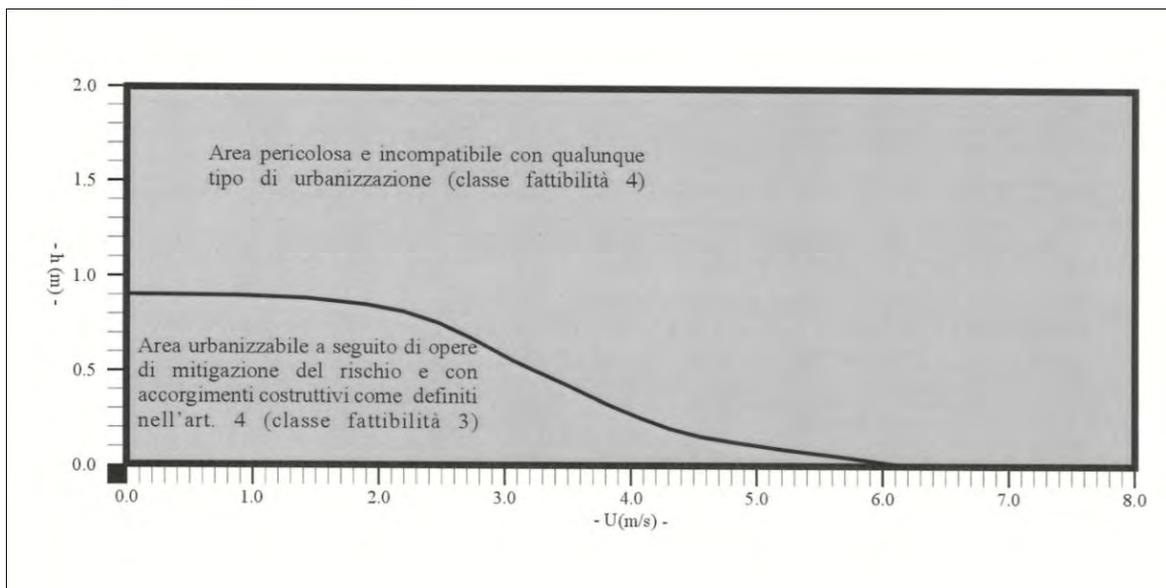


Fig. 3 – Livello di pericolosità in aree inondabili.

<b>Sezione</b>	<b>Tirante idrico (h) in area inondabile (m)</b>	<b>Classe di ingresso fattibilità geologica (Tab.1 – DGR 28/05/08 N.8/7374)</b>
OL-14.3	0.22	CLASSE 3
OL-14.2	1.17	CLASSE 4
OL-14.1	0.03	CLASSE 3

Tab. 15 – classi di ingresso in funzione del livello di pericolosità (Cfr. Fig.3).

### **8.3 Opere di laminazione delle piene del Fiume Olona**

Le informazioni e i vincoli che verranno acquisiti all'interno del presente studio geologico, idrogeologico e sismico derivano dalla consultazione del progetto definitivo eseguito per l'Agenzia Interregionale per il fiume Po (AIPO), a cura di *Technital S.p.A.* e *Beta Studio S.r.l.*, riguardante le "opere di laminazione delle piene del fiume Olona da realizzare nei Comuni di Canegrate, Legnano, Parabiago e S. Vittore Olona". Tale studio è stato approvato da AIPO nel mese di Novembre 2011.

Il territorio comunale di Canegrate risulta pertanto interessato dalla futura realizzazione della vasca di laminazione in **destra idrografica e da un'area golenale, nell'ottica di un abbattimento dei rischi legati alle possibili esondazioni del Fiume Olona**, con ampie ripercussioni positive sui comuni posti più a sud e sorti lungo l'asse fluviale dell'Olona.

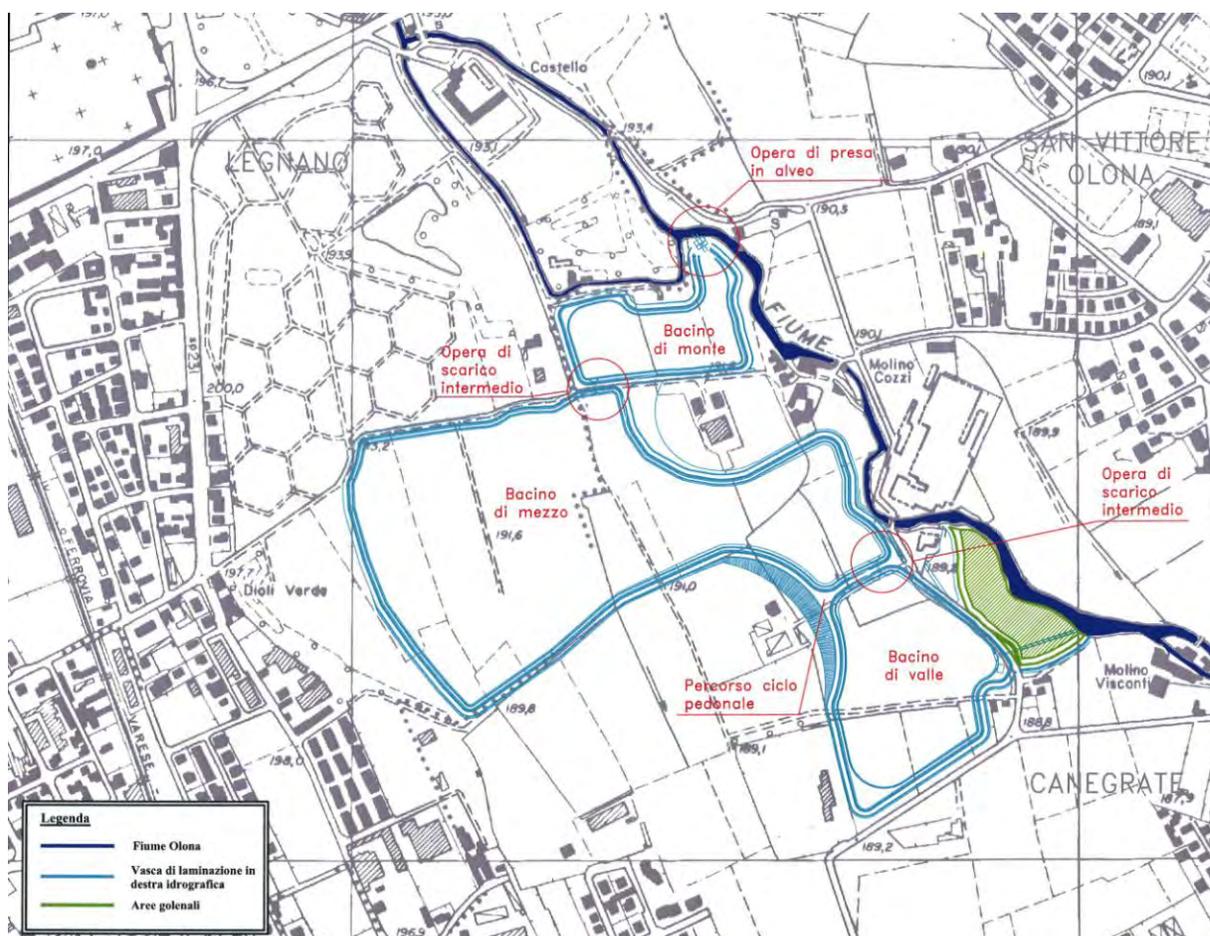
#### **Vasca di laminazione**

La vasca, che all'interno del territorio comunale viene definita "*bacino di valle*", si inserisce in un ambito che ricomprende anche il "*bacino di monte*" (che ricade sul territorio comunale di S. Vittore Olona) e il "*bacino di mezzo*" (che ricade in parte sul territorio comunale di S. Vittore Olona e in parte sul territorio comunale di Legnano).

La vasca occupa una superficie complessiva di circa 22 ha, data dalla somma dei tre bacini precedentemente citati, che comunicano tra loro e con il corso d'acqua attraverso opere di regolazione. Si veda in Fig. 4 la planimetria con indicazione della posizione dei bacini, desunta e modificata dallo studio di riferimento sopracitato.

Il bacino di valle, di interesse particolare per il Comune di Canegrate, presenta una "modesta estensione e presenta un andamento sinuoso che consente di lasciare all'esterno della vasca le abitazioni situate lungo Via Molino Galletto. L'opera di scarico verso l'Olona è collocata in fregio al nuovo argine maestro che delimita l'area golenale di monte; lo scarico

nell'alveo di magra del fiume avviene attraverso un canale che recapita le acque a monte del Molino Montoli. La quota del piano campagna parte da 188 m s.l.m. e scende progressivamente fino a 187,5 m s.l.m., in corrispondenza dell'opera di scarico" (tratto da "opere di laminazione delle piene del fiume Olona da realizzare nei Comuni di Canegrate, Legnano, Parabiago e S. Vittore Olona", a cura di *Technital S.p.A.* e *Beta Studio S.r.l.*).



ecologico in quanto si intende restituire al corso del fiume un elemento di naturalità quasi totalmente perduto, ripristinando un importante ecosistema di transizione e nello spirito di **creare un corridoio ecologico utilizzabile dalle specie animali**".

L'area presenta pertanto una vocazione a bosco igrofilo tipico delle aree ripariali, con il proprio "corredo di specie arbustive ed erbacee, in grado di sopportare sommersioni anche prolungate" (tratto da "opere di laminazione delle piene del fiume Olona da realizzare nei Comuni di Canegrate, Legnano, Parabiago e S. Vittore Olona", a cura di *Technital S.p.A.* e *Beta Studio S.r.l.*).

Si veda la posizione prevista dell'area golenale in Fig.4 e in Allegato 7.

## 9. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

### 9.1 Criteri e modalità esecutive delle prove penetrometriche dinamiche

Nell'ambito del presente incarico sono state eseguite n°4 prove penetrometriche dinamiche utili per la definizione delle peculiarità geotecniche dei terreni del primo sottosuolo, allo scopo di poter definire le unità geotecniche caratteristiche che definiscono il territorio comunale di Canegrate.

Sono state eseguite le prove nei seguenti punti (Cfr. **Allegato 5**):

- *Prova P1 in Via San Pietro (zona cimitero);*
- *Prova P2 in Via Adige, angolo via Tasso (zona parcheggio sterrato);*
- *Prova P3 in Via Terni, nel parcheggio antistante il centro sportivo;*
- *Prova P4 in Via Spluga, in prossimità della pista ciclopedonale.*

Le prove sono state eseguite con penetrometro dinamico PAGANI TG 63/100 che, secondo **la normativa europea I.S.S.M.F.E. '88**, è paragonabile ad un DPSH (Dynamic Probing Super Heavy). Le caratteristiche dello strumento utilizzato corrispondono alla nuova categoria di standard internazionale.

La prova consiste nell'infissione lungo la direzione del filo a piombo di una punta conica metallica, posta all'estremità di un'asta d'acciaio, in seguito alla discesa di un maglio di peso pari a 73 Kg direttamente sulla testa di battuta da un'altezza di caduta di 75cm.

Viene registrato il numero di colpi necessari per l'infissione di 30 cm delle aste nel terreno ( $N_{SCPT}$ ) in modo continuo, fornendo delle indicazioni sui parametri geotecnici in funzione della resistenza che il terreno stesso offre alla penetrazione.

Per quanto riguarda la conversione dei valori di resistenza alla penetrazione dinamica nei corrispondenti valori di Standard Penetration Test (SPT) la relazione tra i due valori è generalmente regolata da rapporti empirici basati sullo studio di esperienze pratiche (funzione della litologia e del rendimento dello strumento). Si vedano a riguardo le note in appendice.

Le prove sono state interrotte a profondità ampiamente significative per gli scopi prefissati, pur non avendo raggiunto la situazione di rifiuto meccanico all'avanzamento della punta, individuato dal superamento di 100 colpi/piede o dal rimbalzo del maglio sulle aste senza alcun approfondimento ulteriore.

Le caratteristiche tecniche dello strumento vengono riportate di seguito:

<i>Peso Massa battente</i>	73 Kg
<i>Altezza di caduta libera</i>	0,75 m
<i>Peso sistema di battuta</i>	0,63 Kg
<i>Diametro punta conica</i>	51,00 mm
<i>Area di base punta</i>	20,43 cm <sup>2</sup>
<i>Lunghezza delle aste</i>	1 m
<i>Peso aste a metro</i>	6,31 Kg/m
<i>Profondità giunzione prima asta</i>	0,90 m
<i>Avanzamento punta</i>	0,30 m
<i>Numero colpi per punta</i>	N(30)
<i>Coeff. Correlazione</i>	1,15 – 2,00
<i>Angolo di apertura punta</i>	60 °

## 9.2 Modalità di classificazione dei terreni

I terreni che caratterizzano il suolo ed il primo sottosuolo (profondità entro le quali si sviluppano le tensioni indotte dalle strutture dei normali interventi di tipo edilizio) del **territorio comunale vengono raggruppati in "unità geotecniche", sulla base delle peculiarità geotecniche, litologiche e di permeabilità.** Lo scopo della carta geotecnica (**Allegato 5**) è quello di fornire una caratterizzazione di massima dei terreni ai fini geologico – applicativi, utile per un primo approccio alle problematiche edilizie.

**Per un maggior dettaglio le conoscenze acquisite sono state integrate con l'analisi dei seguenti elementi:**

- stratigrafie dei pozzi pubblici presenti sul territorio comunale (Cfr. Appendice);
- risultanze di indagini geognostiche eseguite da altri studi professionali (diagrammi penetrometrici dinamici, sondaggi geognostici e prove SPT; in carta sono stati riportati solamente i grafici medi di ciascuna campagna geognostica).

Al momento del rilievo geologico non è stato possibile visionare pareti di scavo presso cantieri edili, per la mancanza di aree con scavi e/o pareti di scavo accessibili o esaminabili.

In base ai dati acquisiti vengono individuate due unità geotecniche principali, i cui limiti ricalcano sostanzialmente quelli delle unità geologiche riportate **nell'Allegato 1, separate dal principale orlo di terrazzo che definisce la piana fluviale dell'Olonà.**

Si sottolinea come i parametri geotecnici delle diverse unità riportati in legenda non possano essere vincolanti dal punto di vista progettuale, trattandosi appunto di caratteristiche medie di prima approssimazione.

Come tali, non devono essere considerate sostitutive dei parametri geotecnici ricavabili mediante le indagini geognostiche da eseguire ai sensi del D.M. 14/01/2008 a supporto dei progetti di edificazione, che costituisce la nuova normativa di riferimento (Testo Unico).

## **9.3 Descrizione delle "Unità Geotecniche"**

### **UG1 (Unità Geotecnica 1)**

#### Descrizione generale:

Definita in base alla posizione geologica e alle risultanze delle prove P1 e P2.

L'unità ricomprende i depositi Fluviali e Fluvioglaciali dei greti attuali e terrazzati (Alluvium attuale, medio ed antico).

I terreni si assumono a litologia media di tipo ghiaioso limoso sabbiosa.

Il comportamento del terreno nei confronti delle sollecitazioni indotte dai carichi fondazionali viene considerato di tipo prevalentemente incoerente, per la predominanza delle componenti grossolane su quelle fini coesive, tale da determinare una resistenza al taglio in condizioni drenate e assenza di significative componenti secondarie per consolidazione.

In superficie prevalgono i terreni sciolti o poco addensati con caratteristiche geotecniche scadenti anche se non ridotte ai minimi termini (litozona 1). Al di sotto si rinvengono invece terreni incoerenti ghiaioso - sabbiosi da moderatamente addensati a molto addensati caratterizzati da proprietà geotecniche buone o molto buone (litozona 2).

I terreni investigati possono quindi essere suddivisi in due litozone principali sovrapposte, sulla base dei valori di resistenza penetrometrica e probabilmente delle caratteristiche litologiche prevalenti. Ciascuna unità risulta contraddistinta da caratteristiche omogenee dal punto di vista geologico-tecnico.

#### Litozona 1

Costituisce la porzione di terreno più superficiale (fino a profondità anche di 5.0÷6.0 m rispetto al piano campagna), in corrispondenza di valori di Nscpt oscillanti attorno a 4 ÷ 6 colpi/piede, indicativi di terreni allo stato poco addensato con scarse caratteristiche geologico-tecniche.

**Parametri geotecnici principali**

$N_{spt} = 4 \div 6$  colpi/piede

$N_{spt} = 4.5 \div 7$  colpi/piede

$\gamma = 16 \div 18$  KN/m<sup>3</sup> (peso di volume)

$D_r = 15 \div 25$  % (densità relativa)

$\phi = 27 \div 28^\circ$  (angolo di attrito)

$E = 70 \div 130$  Kg/cm<sup>2</sup> (modulo elastico)

$c = 0$  Kg/cm<sup>2</sup> (coesione)

**Litozona 2**

Viene individuata inferiormente alla precedente in corrispondenza di valori di  $N_{spt}$  oscillanti attorno a  $15 \div 20$  colpi/piede, indicativi di terreni moderatamente addensati con discrete caratteristiche geotecniche buone o molto buone. Viene delimitata inferiormente dalla presenza di orizzonti molto addensati che hanno determinato il "rifiuto" meccanico all'avanzamento della punta. Il rifiuto si registra in genere a partire da profondità medie di  $8 \div 10$  m dal p.c.

**Parametri geotecnici principali**

$N_{spt} = 15 \div 20$  colpi/piede

$N_{spt} = 18 \div 23$  colpi/piede

$\gamma = 18 \div 19$  KN/m<sup>3</sup> (peso di volume)

$D_r = 50 \div 55$  % (densità relativa)

$\phi = 32^\circ \div 34^\circ$  (angolo di attrito)

$E = 250 \div 350$  Kg/cm<sup>2</sup> (modulo elastico)

$c = 0$  Kg/cm<sup>2</sup> (coesione)

**UG2 (Unità Geotecnica 2)**

**Descrizione generale**

Definita in base alla posizione geologica e alle risultanze delle prove P3 e P4.

L'unità ricomprende i depositi Fluvioglaciali Wurmiani (Pleistocene superiore). I terreni si assumono a litologia media di tipo ghiaioso sabbioso.

Anche in questo caso il comportamento del terreno nei confronti delle sollecitazioni indotte dai carichi fondazionali viene considerato di tipo prevalentemente incoerente.

In superficie prevalgono i terreni sciolti o poco addensati con caratteristiche geotecniche scadenti anche se non ridotte ai minimi termini (litozona 1). Al di sotto si rinvengono invece terreni incoerenti ghiaioso - sabbiosi da moderatamente addensati a molto addensati caratterizzati da proprietà geotecniche da discrete a molto buone (litozona 2).

I terreni investigati possono quindi essere suddivisi in due litozone principali sovrapposte, sulla base dei valori di resistenza penetrometrica e probabilmente delle caratteristiche litologiche prevalenti. Ciascuna unità risulta contraddistinta da caratteristiche omogenee dal punto di vista geologico-tecnico.

#### Litozona 1

Costituisce la porzione di terreno più superficiale (fino a profondità medie di 3.0 ÷ 3.5 m circa rispetto al piano campagna), in corrispondenza di valori di  $N_{spt}$  oscillanti attorno a 5 ÷ 6 colpi/piede, indicativi di terreni allo stato poco addensato con scarse caratteristiche geologico-tecniche.

#### **Parametri geotecnici principali**

$N_{spt} = 5 \div 6$  colpi/piede

$N_{spt} = 6 \div 7$  colpi/piede

$\gamma = 16 \div 18$  KN/m<sup>3</sup> (peso di volume)

$D_r = 20 \div 25$  % (densità relativa)

$\phi = 28^\circ$  (angolo di attrito)

$E = 120 \div 130$  Kg/cm<sup>2</sup> (modulo elastico)

$c = 0$  Kg/cm<sup>2</sup> (coesione)

#### Litozona 2

Viene individuata inferiormente alla precedente in corrispondenza di valori di  $N_{spt}$  oscillanti attorno a 25 ÷ 40 colpi/piede indicativi di terreni moderatamente addensati con discrete caratteristiche geotecniche buone o molto buone. Viene delimitata inferiormente

(a -5.0 /-6.0m circa) dalla presenza di orizzonti molto addensati che hanno determinato il "rifiuto" meccanico all'avanzamento della punta.

**Parametri geotecnici principali**

$N_{spt} = 25 \div 40$  colpi/piede

$N_{spt} = 30 \div 45$  colpi/piede

$\gamma = 18 \div 19$  KN/m<sup>3</sup> (peso di volume)

$D_r = 65 \div 80$  % (densità relativa)

$\phi = 35^\circ \div 37^\circ$  (angolo di attrito)

$E = 390 \div 590$  Kg/cm<sup>2</sup> (modulo elastico)

$c = 0.0$  Kg/cm<sup>2</sup> (coesione)

Per entrambe le unità valgono le seguenti considerazioni:

- Prove in sito che si possono prevedere per progetti edilizi: prove penetrometriche dinamiche, sondaggi geognostici con prove SPT in foro, prove di permeabilità, prove Masw;
- Problematiche geotecniche: le problematiche rientrano nelle normali questioni legate al corretto dimensionamento delle fondazioni ed alla determinazione dei carichi di esercizio per le strutture. Il contesto geotecnico può essere penalizzato da materiale superficiale con basso grado di addensamento, eventualmente anche da riferire alla presenza di terreno di riporto.

## 10. PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE

### 10.1 Aspetti normativi

Con la pubblicazione sul B.U.R.L. del 12 giugno 2008, 2° supplemento straordinario, della D.G.R. 28 maggio 2008 n° 8/7374 la Regione Lombardia ha definito le linee guida e le procedure operative per la valutazione degli effetti sismici di sito a cui uniformarsi nella definizione del rischio sismico locale, aggiornando la precedente D.G.R. 8/1566/05.

In particolare nell'ambito dei diversi livelli di approfondimento previsti dall'allegato 5 alla citata D.G.R., tenuto conto della classificazione del territorio comunale di Canegrate in Zona Sismica 4 ai sensi:

- della OPCM n° 3274 del 20 marzo 2003 "*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica*" e s.m.i.;
- della D.G.R. 7 novembre 2003 n° 7/14964 "*Disposizioni preliminari per l'attuazione della OPCM n° 3274 del 20/03/2003*";
- del D.M. 14 settembre 2005 "*Norme tecniche per le costruzioni*";

Si sottolinea inoltre come, in accordo alla D.G.R. di riferimento, su tutto il territorio comunale gli edifici il cui uso dovesse prevedere affollamenti significativi, gli edifici **industriali con attività pericolose per l'ambiente, le reti viarie e ferroviarie** la cui interruzione provochi situazioni di emergenza e le costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti e con funzioni sociali essenziali di cui alla D.D.U.O. 21 novembre 2003 n° 19904 ("*Approvazione elenco tipologie degli edifici e opere infrastrutturali e programma temporale delle verifiche di cui all'art. 2, commi 3 e 4 dell'ordinanza p.c.m. n° 3274 del 20 marzo 2003, in attuazione della d.g.r. n° 14964 del 7 novembre 2003*")

dovranno essere progettati adottando i criteri antisismici di cui al D.M. 14 gennaio 2008, definendo le azioni sismiche di progetto a mezzo di analisi sismiche di approfondimento.

## **10.2 Esecuzione di prove sismiche (MASW)**

Nell'ambito dell'incarico per la redazione dello studio geologico sono state eseguite due specifiche indagini sismiche, codificate come:

- *Masw1* in Via Firenze
- *Masw2* in Via dei Partigiani

Le prove MASW sono state eseguite allo scopo di ricavare il parametro  $V_{s30}$  in maniera affidabile, così come richiesto dalla nuova normativa sismica. Tramite questa prova vengono misurate le velocità sismiche delle onde superficiali a diverse frequenze. La variazione di velocità a diverse frequenze (dispersione) è imputabile prevalentemente alla **stratificazione delle velocità delle "onde S"** i cui valori sono ricavabili da una procedura di inversione numerica.

Questo metodo è basato sul tempo necessario perché la perturbazione elastica, indotta nel sottosuolo da una determinata sorgente di energia, giunga agli apparecchi di ricezione (geofoni) percorrendo lo strato superficiale con onde dirette e gli strati più profondi con onde rifratte.

L'apparecchiatura utilizzata per le prospezioni è costituita da una serie di 24 geofoni che vengono spazati regolarmente lungo un determinato allineamento e da un sismografo che registra l'istante di partenza della perturbazione ed i tempi di arrivo delle onde a ciascun geofono. La registrazione, sia del momento dell'energizzazione che del segnale amplificato da ciascun geofono, avviene simultaneamente in un unico diagramma (sismogramma).

La sorgente di energia nel nostro caso è rappresentata da una mazza battente su una piastra posta ad una distanza di 10m dall'ultimo geofono.

Le caratteristiche tecniche della strumentazione vengono riassunte di seguito.

Canali	24
Canale aggiuntivo	segnale di starter non filtrato
Risoluzione	16 bit
Dinamica	equiv. 22 bit su 24 canali camp 0.1 ms/canale con sovracampionamento equiv. 24 bit su 12 canali camp 0.1 ms/canale con sovracampionamento
Pretrigger	automatico
Rumore	paria a 1 lsb con ingressi canali in corto
Trasmissione dati	GPRS
Trigger	segnale, apertura e chiusura
Filtri analogici	antialias 4° ordine
Alimentazione	12 V - 3A

Tab.16

### 10.3 Procedure per la valutazione dello scenario e del rischio sismico

La procedura per la valutazione dello scenario e del rischio sismico prevede tre livelli di approfondimento della situazione reale esistente. I primi due sono obbligatori in fase di pianificazione, mentre il terzo è obbligatorio in fase di progettazione sia quando con il 2° livello si dimostra l'inadeguatezza della normativa sismica nazionale per gli scenari di pericolosità sismica locale caratterizzati da effetti di amplificazione, sia per gli scenari di pericolosità sismica locale caratterizzati da effetti di instabilità, cedimenti e/o liquefazioni e contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse.

Il 3° livello è obbligatorio per costruzioni che prevedono affollamenti significativi, industrie pericolose, reti viarie e/o ferroviarie, etc. (Cfr. Aspetti normativi al § 10.1).

Il **primo livello** è di carattere qualitativo e permette di individuare delle zone dove i diversi effetti prodotti dall'azione sismica possono essere facilmente prevedibili; questo alla buona conoscenza delle condizioni geologiche dell'area di indagine.

Dalle Tab.17 e Tab.18 proposte di seguito (di cui all'Allegato 5 alla D.G.R. 28 maggio 2008 n° 8/7374), è possibile inquadrare l'area di Canegrate come area "**Z4a**", identificata come "**Zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi**". Si tratta di una zona caratterizzata da effetti possibili con amplificazioni litologiche e geometriche; per le caratteristiche del territorio si escludono amplificazioni di tipo geomorfologico, per assenza di creste o di scarpate rilevanti. La classe di pericolosità sismica viene identificata come **classe "H2 – livello di approfondimento 2°"**.

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

Tab.17– Scenari di pericolosità sismica locale e classi di pericolosità.

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

Tab. 18 – Scenari di pericolosità sismica locale ed effetti.

Il **secondo livello** è di carattere semiquantitativo e fornisce una stima della risposta sismica dei terreni in termini di valore di Fattore di amplificazione (Fa), valore che si riferisce agli intervalli di periodo (T) tra *0,1-0,5s* e *0,5-1,5s*.

I due intervalli di periodo sono stati scelti in funzione delle tipologie edilizie presenti sul territorio lombardo.

Tipologie caratterizzate da edifici bassi (da zero a cinque piani), regolari e rigidi (primo intervallo) e da edifici con strutture alte e flessibili (secondo intervallo), oltre i cinque piani.

**Ai sensi delle disposizioni di legge, occorre entrare nel merito dell'analisi di secondo livello per le aree del territorio comunale la cui destinazione d'uso preveda l'edificazione di nuove costruzioni di carattere strategico e rilevante.** Vengono pertanto contemplati gli edifici strategici, quali sedi di prefetture, caserme, le sedi comunali, gli ospedali, le cliniche e le scuole, e gli edifici sensibili, sia di proprietà pubblica che privata, intendendo con tale termine gli edifici che per la loro destinazione d'uso possano comportare situazioni di affollamento (chiese aperte al culto, sale di spettacolo e riunione, fabbricati annessi agli impianti sportivi destinati al pubblico, stazioni, etc). **Si veda l'elenco tipologico completo di cui al d.d.u.o. n. 19904/03.**

Per tali aree, la procedura semplificata per lo studio degli effetti litologici richiede la conoscenza dei seguenti parametri:

- Litologia prevalente;
- Stratigrafia del sito;
- Andamento delle Vs con la profondità fino a 30m o a valori pari o superiori a 800 m/s;
- Spessore e velocità di ciascun strato;
- Sezioni geologiche per la creazione di un modello geofisico - geotecnico ed **identificazione dei punti rappresentativi sui quali effettuare l'analisi;**
- Analisi granulometriche, prove SPT, parametri indice dei terreni, ecc.

La stratigrafia del terreno, emersa dalle indagini geognostiche e sismiche appositamente eseguite (Cfr. § 9.1 e § 10.2) è costituita prevalentemente dalla tipologia descritta nella **categoria C** (prevista dall'O.P.C.M. n.3274), caratterizzata da "depositi di sabbie o ghiaie mediamente addensate o di argille di media consistenza, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori della resistenza penetrometrica  $15 < N_{spt} < 50$ , o coesione non drenata  $70 < C_u < 250$  kPa. Si vedano in Tab.19 le diverse categorie possibili dei suoli di fondazione, distinti in base ai valori di Vs30 e dalle peculiarità geotecniche.

I valori di soglia per il Comune di Canegrate, contenuti nella banca dati del sito web della Regione Lombardia vengono sintetizzati nelle Tab. 20 e 21; nel campo azzurro si vedano i valori di riferimento per il caso in esame. Si potrà assumere inoltre, per la componente **orizzontale massima dell'azione sismica il valore  $a_g=0.05g$ .**

TIPO TERRENO	PROFILO STRATIGRAFICO	PARAMETRI		
		V <sub>S30</sub> m/s	NSPT	cu kPa
A	Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi	> 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	< 800 > 360	> 50	> 250
C	Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate, o di argille di media consistenza	< 360 > 180	< 50 > 15	< 250 > 70
D	Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti	< 180	< 15	< 70
E	Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali, con valori di VS30 simili a quelli dei tipi C o D e spessore compreso tra 5 e 20 m, giacenti su di un substrato di materiale più rigido con VS30 > 800m/s			

Tab.19 - Categorie sismiche di suolo di fondazione

VALORI SOGLIA PER IL PERIODO COMPRESO TRA 0.1-0.5 s				
		Valori soglia		
COMUNE	Classificazione	Suolo tipo B	Suolo tipo C	Suolo tipo D
Canegrate	4	1.4	1.8	2.1

Tab. 20

<b>VALORI SOGLIA PER IL PERIODO COMPRESO TRA 0.5-1.5 s</b>				
		<b>Valori soglia</b>		
<b>COMUNE</b>	<b>Classificazione</b>	<b>Suolo tipo B</b>	<b>Suolo tipo C</b>	<b>Suolo tipo D</b>
<b>Canegrate</b>	<b>4</b>	1.7	<b>2.4</b>	4.1

Tab. 21

Di seguito vengono riportati i grafici e le tabelle contenenti i valori di riferimento elaborati dal Politecnico di Milano nel corso di uno studio pilota sulla valutazione del rischio sismico locale.

In base alla litologia prevalente in sito, è stata scelta, tra quelle proposte **nell'Allegato 5** della D.G.R. 7374/08, la scheda di valutazione per le litologie prevalentemente sabbiose e ne è stata verificata la validità utilizzando i risultati dell'indagine sismica (Cfr. Fig.5).

**Nell'Allegato 6** vengono riportati tutti gli elementi significativi di cui si è trattato nel presente paragrafo.

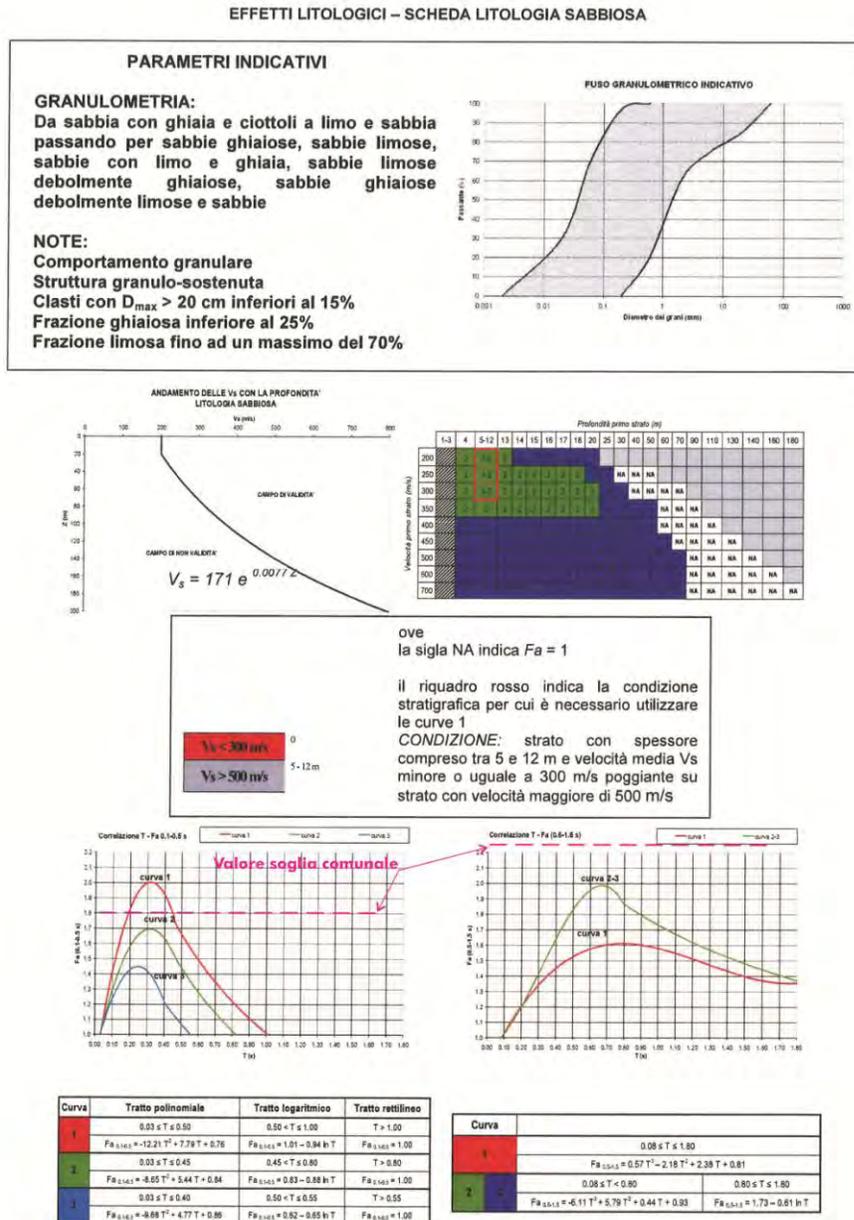


Fig. 5 – Effetti litologici, scheda litologia sabbiosa.

## 10.4 Risultanze per il Comune di Canegrate

Per l'analisi di secondo livello ci si è riferiti alle procedure indicate nell'ambito della D.G.R. 8/7374/08; è consistita nella valutazione del valore di  $F_a$  (Fattore di amplificazione) tramite le schede di valutazione precedentemente riportate. Questo fattore è stato confrontato con il valore di soglia di riferimento (variabile a seconda del comune e della tipologia di suolo), considerando una variabilità di +/- 0.1 che tiene conto della oscillazione di  $F_a$  ottenuta dalla procedura semplificata.

Per il Comune di Canegrate si sono verificate le medesime risultanze riferite alle due situazioni analizzate, riferite alla scheda litologica sabbiosa e alla "curva 2" che risulta in ogni punto sempre inferiore al valore di soglia comunale previsto:

*Per i **FATTORI DI AMPLIFICAZIONE PER IL PERIODO COMPRESO TRA 0.1-0.5 s** e per i **FATTORI DI AMPLIFICAZIONE PER IL PERIODO COMPRESO TRA 0.5-1.5 s**, il valore di  $F_a$  risulta sempre inferiore ai relativi valore di soglia previsti.*

In questo caso la normativa è da considerarsi sufficiente a tenere in considerazione i possibili effetti di amplificazione litologica.

Non si dovrà pertanto, in fase esecutiva, procedere alle indagini e approfondimenti previsti dal 3° livello in fase di progettazione per gli edifici strategici o rilevanti ricadenti nell'elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n.19904/03.

## 11. VINCOLISTICA

La carta dei vincoli (Cfr. **Allegato 7**) viene redatta su aerofotogrammetrico comunale in scala 1:5.000; rappresenta al suo interno le limitazioni d'uso che insistono all'interno del territorio comunale di Canegrate, derivanti da normative in vigore di contenuto prettamente geologico.

Pertanto **nell'ambito** del territorio in esame sulla cartografia vengono riportati i seguenti vincoli:

### **Vincoli di tipo idraulico:**

Si riportano i seguenti limiti legati alla presenza del Fiume Olona:

- Opere di laminazione delle piene del Fiume Olona, nella fattispecie costituite dalla **vasca di laminazione in destra idrografica (bacino di valle) e dall'area golenale**, così come previsto dal progetto definitivo delle opere da realizzare nei comuni di Canegrate, Legnano, Parabiago e S. Vittore Olona (studio A.I.P.O.).
- **Fascia di rispetto dei 10 metri del reticolo idrico principale, ai sensi dell'art. 96, lettera f del R.D. 25/07/1904, n. 523, come confermato all'interno dello studio della "individuazione del reticolo idrico minore e regolamentazione delle attività di Polizia Idraulica"**;
- **Fasce A, B, B di progetto e C stabilite nell'ambito del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico, adottato con delibera del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del Fiume Po n°18/2001 del 26/04/01 e definitivamente approvato con D.P.C.M. del 24/05/01.**

La classificazione delle Fasce Fluviali, opportunamente indicate con relativo segno grafico, è la seguente:

### **Fascia A - Fascia di deflusso della piena**

Costituita dalla porzione di alveo che è sede prevalente del deflusso della corrente per la piena di riferimento, ovvero che è costituita dall'insieme delle forme fluviali riattivabili durante gli stati di piena.

### **Fascia B - Fascia di esondazione**

In posizione esterna rispetto alla precedente, è costituita dalla porzione di alveo interessata da inondazione al verificarsi della piena di riferimento. Il limite di tale fascia si estende fino al punto in cui le quote naturali del terreno sono superiori ai livelli idrici corrispondenti alla piena di riferimento ovvero sino alle opere idrauliche esistenti o programmate di controllo delle inondazioni (argini o altre opere di contenimento). Il Piano indica con apposito segno grafico, denominato "limite di progetto tra la fascia B e la fascia C", le opere idrauliche programmate per la difesa del territorio. Allorché dette opere saranno realizzate, i confini della Fascia B si intenderanno definiti in conformità al tracciato dell'opera idraulica eseguita e la delibera del Comitato Istituzionale di presa d'atto del collaudo dell'opera varrà come variante automatica del piano stralcio delle fasce fluviali, per il tracciato di cui si tratta.

### **Fascia C - Area di inondazione per piena catastrofica**

Costituita dalla porzione di territorio esterna alla precedente (Fascia B), che può essere interessata da inondazione al verificarsi di eventi di piena più gravosi di quella di riferimento.

Per ognuna delle fasce suddette esistono speciali obblighi e divieti definiti nelle Norme di Attuazione del PAI , rispettivamente ai seguenti articoli, ai quali si rimanda per la relativa normativa:

- Norme generali, articolo: 1 (comma 6);
- Titolo II, Parte I, articoli: 28, 29, 30, 31, 32;
- Titolo II, Parte II, articoli: 38, 38bis, 38ter e 39.

Si rammenta inoltre come, ai sensi dell'art. 31 comma 5, i comuni nei quali ricadono aree classificate come "limite di progetto tra le fasce B e C", in sede di adeguamento degli strumenti urbanistici sono tenuti a valutare le condizioni di rischio e, al fine di minimizzare le stesse, ad applicare, anche parzialmente fino alla avvenuta realizzazione delle opere, gli articoli delle norme PAI relative alla Fascia B.

Tale approfondimento richiesto è stato oggetto di apposite valutazioni all'interno del presente studio, per il cui approfondimento si veda il § 8.2.

### **Vincoli paesistico - ambientali (parchi locali di interesse sovracomunali – PLIS)**

Si riporta per la sua valenza paesistico - naturalistica il limite dei due parchi presenti all'interno del territorio comunale: il Parco dei Mulini e il Parco del Roccolo; si sottolinea come questi non abbiano influenze di tipo normativo sulle classi di fattibilità geologica per le azioni di piano.

### **Aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile:**

Ai sensi del **D.P.R. 236/88** e **d.lgs. 152/06**, sono state riportate in carta le aree di tutela assoluta e di rispetto dei pozzi pubblici sfruttati ai fini idropotabili (pozzi Somalia, Alessandria e Terni) e del pozzo Ravenna (come da vincoli di P.R.G.).

Le norme relative alle aree di rispetto e di tutela assoluta devono essere adeguate alle disposizioni previste dalla **D.G.R. 10 aprile 2003, n.7/12693** ("Direttive per la disciplina delle attività all'interno delle aree di rispetto, art. 21, comma 6, del **d.lgs. 152/99** e successive modificazioni").

### **Zona di tutela assoluta**

La zona di tutela assoluta è costituita dall'area immediatamente circostante le captazioni per un raggio di 10m dal punto di captazione. Costituisce una tutela idrogeologica della captazione da rischio di contaminazione accidentale.

Deve essere adibita esclusivamente alle opere di captazione e alla infrastrutture di servizio. La zona è sottoposta a limitazioni d'uso previste dall'Art. 5 del D.Lgs. 258/00 (e successive modifiche ed integrazioni) a salvaguardia delle opere di captazione.

### **Zona di rispetto**

Sono le aree comprese entro le fasce di rispetto dei pozzi pubblici, individuate secondo il criterio geometrico dei 200m di raggio dal pozzo (D.P.R. 236/88 e d.lgs. 152/06); è la porzione di territorio circostante la zona di tutela assoluta nella quale è vietato l'insediamento di particolari attività ritenute come potenziali "centri di pericolo".

Le fasce si applicano in riferimento ai tre pozzi pubblici comunali attivi (Somalia, Terni e Alessandria).

All'interno della Zona di Rispetto, in ottemperanza all'art.94 del d.lgs. 152/06, sono **vietate** le seguenti attività e/o destinazioni d'uso:

- a) dispersione di fanghi e acque reflue, anche se depurati;
- b) accumulo di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi;
- c) spandimento di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi, salvo che l'impiego di tali sostanze sia effettuato sulla base delle indicazioni di uno specifico piano di utilizzazione che tenga conto della natura dei suoli, delle colture compatibili, delle tecniche agronomiche impiegate e della vulnerabilità delle risorse idriche;
- d) dispersione nel sottosuolo di acque meteoriche proveniente da piazzali e strade;
- e) aree cimiteriali;
- f) apertura di cave che possono essere in connessione con la falda;
- g) apertura di pozzi ad eccezione di quelli che estraggono acque destinate al consumo umano e di quelli finalizzati alla variazione dell'estrazione ed alla protezione delle caratteristiche quali - quantitative della risorsa idrica;
- h) gestione di rifiuti;
- i) stoccaggio di prodotti ovvero, sostanze chimiche pericolose e sostanze radioattive;
- j) centri di raccolta, demolizione e rottamazione di autoveicoli;
- k) pozzi perdenti;
- l) pascolo e stabulazione di bestiame che ecceda i 170 chilogrammi per ettaro di azoto presente negli effluenti, al netto delle perdite di stoccaggio e distribuzione. È comunque vietata la stabulazione di bestiame nella zona di rispetto ristretta.

Sono invece consentiti usi diversi, tali comunque da non compromettere la qualità e la quantità delle acque captate.

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

Inoltre la *D.G.R. n. 7/12693 del 10 aprile 2003* disciplina le seguenti attività all'interno delle zone di rispetto:

- realizzazione di fognature;
- realizzazione di opere e infrastrutture di edilizia residenziale e relativa urbanizzazione;
- realizzazione di infrastrutture viarie, ferroviarie ed in genere infrastrutture di servizio;
- pratiche agricole.

Si dovrà fare riferimento a tale delibera per le indicazioni tecniche di attinenza col progetto edificatorio.

---

## **12. SINTESI DELLE PROBLEMATICHE GEOLOGICHE, IDROGEOLOGICHE E SISMICHE**

La carta dei sintesi, estesa a tutto il territorio di Canegrate viene redatta su aerofotogrammetrico comunale in scala 1:5.000 (**Allegato 8**).

Essa rappresenta al suo interno le aree omogenee da un punto di vista della pericolosità/vulnerabilità riferita allo specifico fenomeno che la genera.

Pertanto la carta è costituita da una serie di poligoni che definiscono porzioni di territorio caratterizzate da pericolosità geologico-geotecnica e vulnerabilità idraulica e idrogeologica omogenee.

La carta evidenzia i seguenti aspetti sfavorevoli individuati all'interno del territorio in esame:

### **Aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico**

La vulnerabilità dell'acquifero viene valutata in base ai dati di soggiacenza e alla permeabilità del non-saturo. Le aree ad elevata e/o molto elevata vulnerabilità vengono individuate nella totalità del territorio in esame, in corrispondenza dei depositi wurmiani a permeabilità medio – elevata, in corrispondenza rispettivamente della zona di pertinenza dell'urbanizzato e della zona esterna all'urbanizzato.

L'elevato grado di vulnerabilità comporta una notevole suscettività dello stesso alla contaminazione da parte di agenti superficiali di origine antropica.

Vengono inoltre indicate le aree industriali e/o quelle attività con pratiche di bonifica ambientale in corso di svolgimento.

### **Aree vulnerabili dal punto di vista idraulico**

Vengono rappresentate le aree allagate in occasione di precedenti eventi alluvionali o frequentemente inondabili (indicativamente con tempi di ritorno inferiori a 20-50 anni), sulla base delle testimonianze ed indicazioni raccolte.

Vengono inoltre indicate le aree che lo "Studio di fattibilità della sistemazione idraulica dei corsi d'acqua naturali e artificiali all'interno dell'ambito idrografico di pianura Lambro – Olona", ha indicato come potenzialmente allagabili in riferimento ai tempi di ritorno della piena pari a 10 anni, 100 anni e 500 anni.

### **Aree vulnerabili dal punto di vista sismico**

Le aree vulnerabili dal punto di vista sismico risultano quelle in cui sono previste *nuove costruzioni di carattere strategico e rilevante*, di cui però allo stato attuale non si conosce la posizione. In carta pertanto non vengono rappresentate.

## ***PARTE 2***

### ***NORME GEOLOGICHE DI PIANO***

## **13. FATTIBILITA' GEOLOGICA PER LE AZIONI DI PIANO E PRESCRIZIONI GEOLOGICHE**

### **13.1 Introduzione**

La "Carta di fattibilità geologica per le azioni di piano" (Cfr. **Allegato 9**) comprende l'intero territorio comunale di Canegrate e viene redatta alla scala 1:5.000.

La carta viene realizzata acquisendo i vincoli e gli elementi di sintesi riportati negli Allegati 7 e 8 ed elaborata in relazione ai fattori ambientali, territoriali ed antropici propri della realtà comunale.

Viene operata una suddivisione in classi del territorio in base agli elementi di rischio idrogeologico e geologico-ambientale in genere, individuati nelle precedenti fasi del lavoro (raccolta dati e sintesi).

**Nella suddivisione vengono posti limiti e prescrizioni all'utilizzo del territorio** in funzione del grado di rischio che ciascun elemento comporta, indicando anche le più idonee indagini di dettaglio da effettuare e gli interventi di tutela e prevenzione da realizzare prioritariamente all'opera.

La normativa vigente (D.G.R. 8/73748/08) prevede al massimo quattro classi di fattibilità a rischio crescente (con le classi 3 e 4 suddivise in eventuali sottoclassi), le cui peculiarità vengono riportate di seguito:

Classe 1 - *Fattibilità senza particolari limitazioni* (da indicare con colore bianco in carta)

La classe comprende quelle aree che non presentano particolari limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso e per le quali deve essere direttamente applicato quanto prescritto dalle "Norme tecniche per le costruzioni" (D.M. 14.01.08).

Classe 2 - *Fattibilità con modeste limitazioni* (da indicare con colore giallo in carta)

La classe comprende le zone nelle quali sono state riscontrate modeste limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso, che possono essere superate mediante approfondimenti di indagine e accorgimenti tecnico - costruttivi e senza l'esecuzione di opere di difesa.

Classe 3 - Fattibilità con consistenti limitazioni (da indicare con colore arancione in carta)

La classe comprende le zone nelle quali sono state riscontrate consistenti limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso per le condizioni di pericolosità/vulnerabilità individuate, per il superamento delle quali potrebbero rendersi necessari interventi specifici o opere di difesa.

Classe 4 - Fattibilità con gravi limitazioni (da indicare con colore rosso in carta)

L'alta pericolosità/vulnerabilità comporta gravi limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso. Deve essere esclusa qualsiasi nuova edificazione, se non opere tese al consolidamento o alla sistemazione idrogeologica per la messa in sicurezza dei siti. Per gli edifici esistenti sono consentite esclusivamente le opere relative ad interventi di demolizione senza ricostruzione, manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo, come definiti dall'Art. 27, comma 1, lettere a), b), c), della l.r. 12/05, senza aumento di superficie o volume e senza aumento del carico insediativo. Sono consentite le innovazioni necessarie per l'adeguamento alla normativa antisismica. Eventuali infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico possono essere realizzate solo se non altrimenti localizzabili.

Considerando il peso specifico dei singoli fattori e l'interazione dei molteplici aspetti geologici ed idrogeologici riscontrati all'interno del territorio comunale si è ritenuto opportuno delimitare le aree di fattibilità a partire dalla Classe 2, escludendo pertanto aree in Classe 1.

L'attribuzione ai differenti poligoni, individuati sulla "Carta dei vincoli" (Allegato 7) e sulla "Carta di sintesi" (Allegato 8), della relativa classe di fattibilità viene effettuata sulla base delle indicazioni riportate in Tabella 1 della D.G.R. 28 maggio 2008 n. 8/7374 (ad eccezione delle aree contraddistinte da elevata vulnerabilità della falda, ricomprese all'interno della Classe 2).

Si sottolinea come le indagini e gli approfondimenti prescritti per le classi di fattibilità individuate nel presente studio debbano essere realizzati prima della progettazione degli interventi, in quanto propedeutici alla pianificazione e alla progettazione stessa.

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

## **13.2 Classi di fattibilità e prescrizioni geologiche**

### **CLASSE DI FATTIBILITÀ 2**

#### **FATTIBILITÀ CON MODESTE LIMITAZIONI**

##### **Caratteristiche generali**

La porzione di territorio comunale **relativa all'urbanizzato** è contraddistinta da vulnerabilità dell'**acquifero superficiale** *alta*. L'**elevata permeabilità dei terreni** superficiali e la soggiacenza della falda idrica, presente a profondità variabili mediamente tra 20 e 25m rispetto al piano campagna e la ridotta capacità di infiltrazione delle acque superficiali nel sottosuolo per la presenza di superfici impermeabili, determinano tale condizione (come da elaborazione SINTACS).

##### **Utilizzo delle aree**

Non si rilevano specifiche controindicazioni di carattere geologico all'urbanizzazione o alla modifica di destinazione d'uso del suolo e all'utilizzo delle aree in genere. E' pertanto consentita qualunque tipo di opera edificatoria, vincolata al rispetto della salvaguardia della falda idrica.

##### **Interventi ed indagini da prevedere**

1. I progetti dovranno essere corredati dalle indagini geognostiche (opportunamente dimensionate in funzione **dalla tipologia ed estensione dell'intervento edilizio**) e dalla relazione geotecnica ai sensi del D.M. 14.01.08, per qualsiasi azione edificatoria ed opera ammissibile.
2. Sono sempre da prevedere opere di regimazione delle acque meteoriche e la predisposizione dei più idonei sistemi di collettamento e/o trattamento delle acque reflue, in ottemperanza al R.R. n°3 del 24/03/06.

## **CLASSE DI FATTIBILITÀ 3**

### **FATTIBILITÀ CON CONSISTENTI LIMITAZIONI**

#### **SOTTOCLASSE 3A – Aree con attività di bonifica in corso**

##### **Caratteristiche generali**

Area caratterizzata da attività di bonifica dei terreni in corso, contraddistinta da elevata vulnerabilità dell'acquifero superficiale.

##### **Utilizzo delle aree**

Qualsiasi tipologia di intervento edilizio dovrà essere subordinata alla certificazione di avvenuta bonifica da parte della Provincia di Milano. Successivamente potrà essere consentita qualunque tipologia di opera edificatoria, vincolata al rispetto della salvaguardia della falda idrica.

##### **Interventi ed indagini da prevedere**

1. I progetti dovranno essere corredati dalle indagini geognostiche (opportunamente **dimensionate in funzione dalla tipologia ed estensione dell'intervento edilizio**) e dalla relazione geotecnica ai sensi del D.M. 14.01.08, per qualsiasi azione edificatoria ed opera ammissibile.
2. **Valutazioni dell'impatto delle opere in progetto sulla situazione locale nei riguardi** della vulnerabilità della risorsa idrica sotterranea. Dovranno essere indicate dettagliatamente le opere di mitigazione del rischio e la messa in sicurezza di eventuali attività produttive o infrastrutture potenzialmente inquinanti, per le quali dovrà essere predisposto anche un adeguato sistema di monitoraggio ambientale in relazione alla tipologia di intervento prevista.
3. Sono sempre da prevedere opere di regimazione delle acque meteoriche e la predisposizione dei più idonei sistemi di collettamento e/o trattamento delle acque reflue, in ottemperanza al R.R. n°3 del 24/03/06.

## **SOTTOCLASSE 3B – Aree comprese tra la Fascia A e la Fascia B del PAI**

### **Caratteristiche e problematiche**

Aree comprese tra la Fascia A e la Fascia B di progetto del PAI per le quali non sono state evidenziate problematiche legate al rischio idraulico. I tiranti stimati risultano essere sempre inferiori a 90 cm; le velocità di deflusso stimate sono medio - basse.

### **Utilizzo delle aree**

Sono consentiti solo gli interventi previsti dagli art. 30, 38, 38-bis, 38-ter, 39 e 41 delle N.d.A. del PAI. Il soggetto interessato dovrà dichiarare la propria rinuncia al risarcimento, in caso di danno idraulico.

### **Interventi e indagini da prevedere**

1. Dovranno essere realizzati sistemi di difesa dei nuovi edifici tramite innalzamento di 50 cm del piano abitabile superiormente al piano campagna esistente, escludendo la realizzazione di piani interrati con funzione abitativa.
2. Dovrà essere predisposta apposita relazione idraulica che attesti la compatibilità dell'intervento con i valori di piena documentati nella relazione tecnica. In ogni caso prima di qualsiasi intervento urbanistico o di uso del suolo dovranno essere effettuate le verifiche di compatibilità idraulica secondo le indicazioni della D.G.R. 28/05/08 n. 8/7374 e successive modificazioni e delle NdA del P.A.I.
3. I progetti dovranno essere corredati dalle indagini geognostiche (opportunamente dimensionate in **funzione dalla tipologia ed estensione dell'intervento edilizio**) e dalla relazione geotecnica ai sensi del D.M. 14.01.08, per qualsiasi azione edificatoria ed opera ammissibile.
4. **Valutazioni dell'impatto delle opere in progetto sulla situazione locale nei riguardi** della vulnerabilità della risorsa idrica sotterranea. Dovranno essere indicate dettagliatamente le opere di mitigazione del rischio e la messa in sicurezza di eventuali attività produttive o infrastrutture potenzialmente inquinanti, per le quali

dovrà essere predisposto anche un adeguato sistema di monitoraggio ambientale in relazione alla tipologia di intervento prevista.

5. Sono sempre da prevedere opere di regimazione delle acque meteoriche e la predisposizione dei più idonei sistemi di collettamento e/o trattamento delle acque reflue, in ottemperanza al R.R. n°3 del 24/03/06.

## **SOTTOCLASSE 3C – Aree comprese tra la Fascia B (o B di progetto) e la Fascia C del PAI**

### **Caratteristiche e problematiche**

Aree comprese tra la Fascia B (o B di progetto) e la Fascia C del PAI, per le quali non sono state evidenziate problematiche legate al rischio idraulico; i tiranti stimati risultano essere inferiori a 90 cm e le velocità di deflusso medio - basse.

### **Utilizzo delle aree**

L'utilizzo e la disciplina di tale area è assoggettata alle "N.d.A. del PAI", Art. 1, 30, 32, 38, 38bis, 39, 41. Il soggetto interessato dovrà dichiarare la propria rinuncia al risarcimento, in caso di danno idraulico.

### **Interventi e indagini da prevedere**

- 1) Dovranno essere realizzati sistemi di difesa dei nuovi edifici tramite innalzamento di 50 cm del piano abitabile sopra il piano campagna esistente, escludendo la realizzazione di piani interrati con funzione abitativa.
- 2) Dovrà essere predisposta apposita relazione idraulica che attesti la compatibilità dell'intervento con i valori di piena documentati nella relazione tecnica. In ogni caso prima di qualsiasi intervento urbanistico o di uso del suolo dovranno essere effettuate

le verifiche di compatibilità idraulica secondo le indicazioni dell'Allegato 4 della D.G.R. 28/05/08 n. 8/7374 e successive modificazioni e delle N.d.A. del P.A.I.

- 3) I progetti dovranno essere corredati dalle indagini geognostiche (opportunamente dimensionate in funzione dalla tipologia ed estensione dell'intervento edilizio) e dalla relazione geotecnica ai sensi del D.M. 14.01.08, per qualsiasi azione edificatoria ed opera ammissibile.
- 4) **Valutazioni dell'impatto delle opere in progetto sulla situazione locale nei riguardi della vulnerabilità della risorsa idrica sotterranea.** Dovranno essere indicate dettagliatamente le opere di mitigazione del rischio e la messa in sicurezza di eventuali attività produttive o infrastrutture potenzialmente inquinanti, per le quali dovrà essere predisposto anche un adeguato sistema di monitoraggio ambientale in relazione alla tipologia di intervento prevista.
- 5) Sono sempre da prevedere opere di regimazione delle acque meteoriche e la predisposizione dei più idonei sistemi di collettamento e/o trattamento delle acque reflue, in ottemperanza al R.R. n°3 del 24/03/06.

## **SOTTOCLASSE 3D – Area golenale**

### **Caratteristiche e problematiche**

Area golenale come prevista dal progetto definitivo "opere di laminazione delle piene del Fiume Olona da realizzare nei Comuni di Canegrate, Legnano, Parabiago e S. Vittore Olona" approvato da A.I.P.O. nel mese di Novembre 2011. Area per la quale non sono state evidenziate particolari problematiche legate al rischio idraulico; i tiranti stimati risultano essere inferiori a 90 cm e le velocità di deflusso medio-basse.

### **Utilizzo delle aree**

L'utilizzo e la disciplina di tale area è assoggettata alle "N.d.A. del PAI", Art. 1, 30, 32, 38, 38bis, 39, 41. Il soggetto interessato dovrà dichiarare la propria rinuncia al risarcimento, in caso di danno idraulico.

### **Interventi e indagini da prevedere**

- 1) Gli interventi edilizi dovranno essere supportati da approfonditi studi idraulici che attestino la compatibilità **di cui all'Allegato 4 della D.G.R. 28/05/08 n. 8/7374 e** successive modificazioni e delle NdA del P.A.I. Si dovranno escludere piani interrati con funzione abitativa. La relazione idraulica dovrà attestare la compatibilità degli interventi con i valori di piena documentati nella relazione geotecnica.
- 2) I progetti dovranno essere corredati dalle indagini geognostiche (opportunamente **dimensionate in funzione dalla tipologia ed estensione dell'intervento edilizio**) e dalla relazione geotecnica ai sensi del D.M. 14.01.08, per qualsiasi azione edificatoria ed opera ammissibile.
- 3) **Valutazioni dell'impatto delle opere in progetto sulla situazione** locale nei riguardi della vulnerabilità della risorsa idrica sotterranea. Dovranno essere indicate dettagliatamente le opere di mitigazione del rischio e la messa in sicurezza di eventuali attività produttive o infrastrutture potenzialmente inquinanti, per le quali dovrà essere predisposto anche un adeguato sistema di monitoraggio ambientale in relazione alla tipologia di intervento prevista.
- 4) Sono sempre da prevedere opere di regimazione delle acque meteoriche e la predisposizione dei più idonei sistemi di collettamento e/o trattamento delle acque reflue, in ottemperanza al R.R. n°3 del 24/03/06.

---

## **SOTTOCLASSE 3E – Aree ad elevata vulnerabilità dell'acquifero superficiale**

### **Caratteristiche e problematiche**

La porzione di territorio comunale esterna all'urbanizzato è contraddistinta da elevata vulnerabilità dell'acquifero superficiale. L'elevata permeabilità dei terreni superficiali e la soggiacenza della falda idrica, presente a profondità variabili mediamente tra 20 e 25m rispetto al piano campagna e la buona capacità di infiltrazione delle acque superficiali nel sottosuolo per la presenza di superfici permeabili, determinano tale condizione (come da elaborazione SINTACS).

### **Utilizzo delle aree**

Non si rilevano specifiche controindicazioni di carattere geologico all'urbanizzazione o alla modifica di destinazione d'uso del suolo e all'utilizzo delle aree in genere. E' pertanto consentita qualunque tipo di opera edificatoria, vincolata al rispetto della salvaguardia della falda idrica.

### **Interventi ed indagini da prevedere**

- 1) I progetti dovranno essere corredati dalle indagini geognostiche (opportunamente dimensionate in funzione dalla tipologia ed estensione dell'intervento edilizio) e dalla relazione geotecnica ai sensi del D.M. 14.01.08, per qualsiasi azione edificatoria ed opera ammissibile.
- 2) Dovranno essere fornite valutazioni sull'impatto delle opere in progetto nei confronti della vulnerabilità della risorsa idrica sotterranea, indicando dettagliatamente le opere di mitigazione del rischio e la messa in sicurezza di eventuali attività produttive e/o infrastrutture potenzialmente inquinanti, per le quali dovrà essere predisposto anche un adeguato sistema di monitoraggio ambientale da definire in relazione alla tipologia di intervento prevista.

- 3) Sono sempre da prevedere opere di regimazione delle acque meteoriche e la predisposizione dei più idonei sistemi di collettamento e/o trattamento delle acque reflue, in ottemperanza al R.R. n°3 del 24/03/06.

## **CLASSE DI FATTIBILITÀ 4**

### **FATTIBILITÀ CON GRAVI LIMITAZIONI**

La classe comprende le zone nelle quali l'alto rischio, in particolare idraulico e idrogeologico, limita fortemente la realizzabilità di interventi comportanti programmi di edificazione permanente abitativa e/o produttiva.

Per questa classe vale il vincolo di inedificabilità assoluta, fatte salve le opere e infrastrutture di servizio, come di seguito specificato.

Le caratteristiche delle aree inedificate ricadenti in questa classe le rendono idonee essenzialmente ad interventi tesi al miglioramento dei caratteri paesaggistico - ambientali ed alla fruizione ricreativa dell'ambiente fluviale.

Ricadono in Classe 4 le sottoclassi di seguito specificate.

## **SOTTOCLASSE 4A – Aree all'interno della Fascia A del PAI**

### **Caratteristiche generali**

Aree comprese all'interno della Fascia A del PAI.

### **Utilizzo delle aree**

Sono vietate nuove opere edificatorie di tipo residenziale e/o industriale; si vedano le "N.d.A. del PAI", art. 1, 29, 32, 38, 38bis, 39, 41.

## **SOTTOCLASSE 4B – Aree inondate in passato**

### **Caratteristiche generali**

Aree già allagate in occasione di precedenti eventi alluvionali, nelle quali non sono state realizzate opere di difesa e per le quali non è possibile definire un tempo di ritorno. In tali aree sono stati stimati tiranti idraulici superiori a 90cm.

### **Utilizzo delle aree**

Sono vietati nuovi interventi edilizi.

Possibilità di declassamento in una specifica sottoclasse della Classe 3 una volta realizzate le opere di difesa idraulica programmate **nell'ambito delle relative zone di influenza** (art. 28 delle norme PAI).

## **SOTTOCLASSE 4C – Aree esondabili**

### **Caratteristiche generali**

Aree che lo "Studio di Fattibilità della sistemazione idraulica dei corsi d'acqua nell'ambito di pianura Lambro - Olona" ha riconosciuto come allagabili in riferimento ad un tempo di ritorno  $T_r=100$  anni e tiranti superiori a 90 cm.

### **Utilizzo delle aree**

Sono vietati nuovi interventi edilizi.

Possibilità di declassamento in una specifica sottoclasse della Classe 3 una volta realizzate le opere di difesa idraulica programmate nell'ambito delle relative zone di influenza (art. 28 delle norme PAI).

## **SOTTOCLASSE 4D – Vasca di laminazione**

### **Caratteristiche generali**

Vasca di laminazione in destra idrografica come previsto dal progetto definitivo "Opere di laminazione delle piene del Fiume Olona da realizzare nei Comuni di Canegrate, Legnano, Parabiago e S. Vittore Olona", approvato da A.I.P.O. nel mese di Novembre 2011.

### **Utilizzo delle aree**

Sono vietati nuovi interventi edilizi, se non quelli legati alla realizzazione della vasca di laminazione e alla sua manutenzione ordinaria e straordinaria.

## **13.3 Prescrizioni aggiuntive valide per tutte le classi**

### **a) PRESCRIZIONI DI CARATTERE SISMICO**

Aree interessate da edificazione di edifici strategici e/o sensibili.

Nell'area in esame, individuata come zona sismica di quarta categoria, nel caso di nuovi insediamenti di edifici strategici e rilevanti (secondo l'elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n. 19904/03) ci si dovrà orientare nel seguente modo:

Per entrambi gli intervalli di periodo  $T=0.1-0.5s$  e  $T=0.5-1.5s$ , e cioè per edifici sia inferiori che superiori a cinque piani, il valore di  $F_a$  risulta sempre inferiore ai relativi valore di soglia previsti dalla legislazione in vigore.

In questo caso la normativa è da considerarsi sufficiente a tenere in considerazione i possibili effetti di amplificazione litologica.

Non si dovrà pertanto, in fase esecutiva, procedere alle indagini e approfondimenti previsti dal 3° livello in fase di progettazione per gli edifici strategici o rilevanti ricadenti nell'elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n.19904/03.

## **b) PRESCRIZIONI DI CARATTERE AMBIENTALE**

Aree soggette a trasformazione urbanistica da industriale a residenziale e aree industriali dismesse

### **Utilizzo dell'area**

L'utilizzo delle aree è subordinato al parere sull'edificabilità, in relazione alla verifica dello stato di salubrità dei suoli (Regolamento Locale di Igiene). La tipologia edificatoria può essere condizionata dai limiti raggiunti al termine degli eventuali interventi di bonifica.

### **Interventi ed indagini da prevedere**

Per le aree industriali dismesse e le zone ove si abbia fondata ragione di ritenere che vi sia un'alterazione della qualità del suolo o immediato sottosuolo (previa verifica dello stato di salubrità dei suoli ai sensi del Regolamento Locale di Igiene - ISS), ogni intervento è subordinato all'esecuzione del Piano della Caratterizzazione ed alle eventuali bonifiche secondo le procedure di cui al d.lgs. 3 aprile 2006, n.152 (Norme in materia ambientale).

### **c) PRESCRIZIONI FIUME OLONA**

Il Fiume Olona risulta incluso nell'Elenco 2 del PTCP in quanto meritevole di riqualificazione. Per lo stesso e per le pertinenze idrauliche (piana circostante in cui hanno sede fenomeni morfologici, idraulici e naturalistico ambientali connessi al regime idrologico del corso d'acqua) si rimanda alle disposizioni dell'art.46 delle NdA del PTCP.

## **13.4 Relazione geologica e geotecnica ai sensi del D.M. 14.01.08**

Di seguito si propone la parte del D.M. 14.01.08 di interesse, in maniera sintetica, allo scopo di fornire un quadro relativo ai contenuti che devono essere affrontati in sede di relazione geologica e geotecnica; queste sono documenti progettuali che devono essere consegnati congiuntamente agli atti di progetto e sono pertanto indispensabili ai fini del rilascio della DIA o del permesso a costruire.

*Si specifica come la relazione geologica e geotecnica siano da richiedere quando:*

- *Viene prevista una nuova opera, di qualsiasi tipologia, che preveda la realizzazione di fondazioni con presenza di carichi agenti sul terreno di fondazione; in particolare si deve richiedere nei casi di progettazione di:*
  - *opere di fondazione;*
  - *opere di sostegno;*
  - *opere in sottterraneo;*
  - *opere e manufatti di materiali sciolti naturali;*
  - *esecuzione di fronti di scavo;*
  - *miglioramento e rinforzo dei terreni;*

- consolidamento dei terreni interessanti opere esistenti, nonché la valutazione della sicurezza dei pendii e la fattibilità di opere che hanno riflessi su grandi aree.

- Viene previsto il rifacimento delle fondazioni di edifici e/o opere esistenti;
- Viene previsto un sovraccarico in ambito di edificio esistente, senza che venga contemplata la realizzazione di nuove fondazioni (caso ad es. di rifacimento copertura e/o elevazione di edificio).

Si precisa inoltre che la relazione geotecnica deve basarsi su prove dirette e/o indirette sito-specifiche, che dovranno pertanto essere eseguite nell'ambito dell'area di progetto a cui la relazione stessa si riferisce.

La relazione geologica può essere redatta esclusivamente a cura di geologo iscritto all'albo professionale. La relazione geotecnica può essere redatta esclusivamente a cura di geologo o ingegnere iscritti ad Albo professionale.

## **PROGETTAZIONE GEOTECNICA**

### **Prescrizioni generali**

Le scelte progettuali devono tener conto delle prestazioni attese delle opere, dei caratteri geologici del sito e delle condizioni ambientali. I risultati dello studio rivolto alla caratterizzazione e modellazione geologica, di cui al § 6.2.1., devono essere esposti in una specifica relazione geologica. Le analisi di progetto devono essere basate su modelli geotecnici dedotti da specifiche indagini e prove che il progettista deve definire in base **alle scelte tipologiche dell'opera o dell'intervento e alle previste** modalità esecutive.

Le scelte progettuali, il programma e i risultati delle indagini, la caratterizzazione e la modellazione geotecnica, unitamente ai calcoli per il dimensionamento geotecnico delle opere e alla descrizione delle fasi e modalità costruttive, devono essere illustrati in una specifica relazione geotecnica.

## **ARTICOLAZIONE DEL PROGETTO**

Il progetto delle opere e dei sistemi geotecnici deve articolarsi nelle seguenti fasi:

- 1 caratterizzazione e modellazione geologica del sito;
- 2 scelta del tipo di opera o d'intervento e programmazione** delle indagini geotecniche;
- 3 caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni e delle rocce e definizione dei modelli geotecnici di sottosuolo;
- 4 descrizione delle fasi e delle modalità costruttive;
- 5 verifiche della sicurezza e delle prestazioni;
- 6 piani di controllo e monitoraggio.

### **Caratterizzazione e modellazione geologica del sito**

La caratterizzazione e la modellazione geologica del sito consiste nella ricostruzione dei caratteri litologici, stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici e, più in generale, di pericolosità geologica del territorio.

In funzione del tipo di opera o di intervento e della complessità del contesto geologico, specifiche indagini saranno finalizzate alla documentata ricostruzione del modello geologico. Esso deve essere sviluppato in modo da costituire utile elemento di riferimento per il progettista per inquadrare i problemi geotecnici e per definire il programma delle indagini geotecniche. Metodi e risultati delle indagini devono essere esaurientemente esposti e commentati in una relazione geologica.

### **INDAGINI, CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA**

Le indagini geotecniche devono essere programmate in funzione del tipo di opera e/o di intervento e devono riguardare il volume significativo, dovendo permettere la definizione dei modelli geotecnici di sottosuolo necessari alla progettazione.

I valori caratteristici delle grandezze fisiche e meccaniche da attribuire ai terreni devono essere ottenuti mediante specifiche prove di laboratorio su campioni indisturbati di terreno e attraverso **l'interpretazione dei risultati di prove e misure in sito**. Per valore caratteristico di un parametro geotecnico deve intendersi una stima ragionata e cautelativa del valore del parametro nello stato limite considerato.

Per modello geotecnico si intende uno schema rappresentativo delle condizioni stratigrafiche, del regime delle pressioni interstiziali e della caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni e delle rocce **comprese nel volume significativo, finalizzato all'analisi** quantitativa di uno specifico problema geotecnico.

È responsabilità del progettista la definizione del piano delle indagini, la caratterizzazione e la modellazione geotecnica.

Nel caso di costruzioni o di interventi di modesta rilevanza, che ricadano in zone ben conosciute dal punto di vista geotecnico, la progettazione può essere basata **sull'esperienza e** sulle conoscenze disponibili, ferma restando la piena responsabilità del progettista su ipotesi e scelte progettuali.

Da quanto sopra riportato si evince che

- La relazione geologica e la relazione geotecnica sono due documenti progettuali distinti.
- La relazione geologica è essenziale per il geotecnico e lo strutturista e deve necessariamente precedere le relative elaborazioni progettuali, ma con determinati input dello **strutturista. L'analisi contenuta in essa si riferirà ad un'area vasta, ma dovrà definire nel dettaglio l'area di progetto e le interazioni con l'opera stessa. La relazione geologica non è un documento generico valido per tutto il territorio e valido per qualunque progetto ma deve essere redatto in funzione dell'opera o dell'intervento che si vuole realizzare in modo da poter far emergere le specifiche pericolosità geologiche e le problematiche connesse all'interazione tra sottosuolo e soprasuolo e l'opera in progetto. Anche la relazione geotecnica non può più prescindere dall'opera vera e propria e non può più fornire calcolazioni ed indicazioni esemplificative, ma è una vera e propria relazione d'opera.**

Lo strutturista deve fornire i dati prestazionali **dell'opera (Tipo, Vita Nominale, Classe d'Uso, Livelli di prestazioni degli SL, etc.)**, le azioni, le caratteristiche delle opere di sostegno e/o delle opere speciali necessarie per la realizzazione del progetto.

Busto Arsizio, 28/02/12.

Il professionista  
Dott. Geol. Luca Luoni

## **BIBLIOGRAFIA**

BINI A. (1990) - Dispense di Geologia del Quaternario. 1. Descrizione di affioramenti e sezioni stratigrafiche. Milano.

B.U.R.L. – D.G.R. 28 maggio 2008 n. 8/7374 **“Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell’art. 57, comma 1, della L.R. 11 marzo 2005, n.12”**.

E.R.S.A.L. (1992) – I suoli della pianura milanese settentrionale – progetto carta pedologica – Progetto Carta Pedologica.

J. E. BOWLES (1998) – Fondazioni – Mc Graw Hill.

FRANZOSI C. – Studio geologico a supporto del Piano Regolatore Generale ai sensi della L.R. 41/97 (Marzo 2005).

G.B. CASTIGLIONI (1997) – Geomorfologia – Utet.

GRUPPO NAZIONALE GEOGRAFIA FISICA E GEOMORFOLOGICA (1993) - Proposta di legenda geomorfologica ad indirizzo applicativo. Geogr. Fis. e Dinam., vol. 16, pp. 129-152, 1 carta, Torino.

LOTTI & ASSOCIATI (Società di Ingegneria SpA Roma) – Studio di fattibilità della **sistemazione idraulica dei corsi d’acqua naturali e artificiali all’interno dell’ambito idrografico di pianura Lambro-Olona** (Dicembre 2003).

PROVINCIA DI MILANO – Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale.

PROVINCIA DI MILANO – Nuova carta della vulnerabilità della falda ai nitrati come strumento per la pianificazione delle risorse idriche e gestione delle emergenze (2006) – Giovanni Porto, Stefano Mauri, Cristina Arduini.

REGIONE LOMBARDIA – Territorio (2002) – Inventario delle frane e dei dissesti idrogeologici della Regione Lombardia / Note illustrative.

REGIONE LOMBARDIA, Eni Divisione Agip (2002) – Geologia degli Acquiferi Padani.

TECHNITAL S.P.A. E BETA STUDIO S.R.L. - **“Opere di laminazione delle piene del fiume Olona da realizzare nei Comuni di Canegrate, Legnano, Parabiago e S. Vittore Olona”** - progetto definitivo per AIPO (Giugno 2011).