

# AREA DI LAMINAZIONE DEL TORRENTE SEVESO in Comune di Paderno Dugnano (MI) - MI-E-795

## PROGETTO DEFINITIVO

NOVEMBRE 2014

### PROGETTISTI:

ING. GAETANO LA MONTAGNA  
ING. SARA MELONE

### COLLABORATORI ALLA PROGETTAZIONE:

GEOM. MAURO MARCONE  
DOTT. ALESSANDRO MORGESE

### GEOLOGIA:

DOTT. CRISTIAN MORGANTI

### RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

ING. LUIGI MILLE

### SUPPORTO ALLA PROGETTAZIONE:

#### PROFESSIONISTI INCARICATI:

Dott. Ing. GIOVANNI BATTISTA PEDUZZI

Prof. Ing. ALESSANDRO PAOLETTI  
Dott. Ing. STEFANO CROCI  
Dott. Ing. FILIPPO MALINGEGNO  
Dott. Ing. CRISTINA PASSONI

Dott. Ing. MASSIMO COCCATO  
Dott. Ing. MARCO MIOLO

Dott. Geol. MARIO SPADA  
Dott. Geol. GIAN MARCO ORLANDI  
Dott. Geol. SUSANNA BIANCHI

Dott. Ing. ALESSANDRO BARBON

**ETATEC** S.R.L.

**STUDIO PAOLETTI**  
SOCIETA' DI INGEGNERIA

Via Bassini 23 20133 Milano | tel: +39 02 26681264 - fax: +39 02 26681553  
etatec@etatec.it - etatec@pec.etatec.it - www.etatec.it

**STUDIO PAOLETTI**  
INGEGNERI ASSOCIATI

Via Bassini 23 20133 Milano | tel: +39 02 26681264 - fax: +39 02 26681553  
Studiopaoletti@etatec.it - Studiopaoletti@pec.etatec.it



**BETA Studio S.R.L.**

Ponte San Nicolo' (PD) 35020 - Via Guido Rossa 29/a

Tel +39.049.8961120 - Fax +39 049.8961090 - info@betastudio.it

**Studio Associato di Geologia Spada**

Via Donizetti 17 24020 Ranica (BG)

tel: +39 035 516090 - +39 035 513738

Vicolo Manzoni 3 27038 Robbio (PV)



### CONSULENZE SPECIALISTICHE:

#### ASPETTI PAESAGGISTICI E AMBIENTALI:

Arch. ANDREAS KIPAR  
Dott. Agr. GIOVANNI SALA  
Arch. LUISA BELLINI

#### QUALITA' DELLE ACQUE:

Prof. Dott. VALERIA MEZZANOTTE

**LAND Milano srl**

Via Varese 16 20121 Milano

tel: +39 02 806911.1 - fax: +39 02 806911.30

GRUPPO LAND Milano Roma Cagliari Duisburg

Piazzale Aquileia 6 20144 Milano | tel: +39 02 4814701



Landscape  
Architecture  
Nature  
Development

TITOLO

SCALA

Relazione geologica-idrogeologica

Revisioni

1

2

Numero  
elaborato

TIPOLOGIA

PD

COMMESSA

MI-E-795

DOCUMENTO

AT

NUMERO

A.2.3

<p>PROGETTISTI</p> 	<p>SUPPORTO ALLA PROGETTAZIONE</p>					
		A.T.P.:				Consulenti:
				<p>Studio Associato Geologia Spada</p>	<p>Dott. Ing. A. Barbon</p>	 <p>Prof. Dott. V. Mezzanotte</p>

## INDICE

<b>1.0 PREMESSE</b>	<b>3</b>
<b>1.1 FONTI CONSULTATE</b>	<b>5</b>
<b>2.0 ASSETTO GEOMORFOLOGICO</b>	<b>7</b>
<b>3.0 ASSETTO GEOLOGICO</b>	<b>10</b>
<b>3.1 QUADRO GEOLOGICO COMPLESSIVO</b>	<b>10</b>
<b>3.2 DATI GEOLOGICI E STRATIGRAFICI PUNTUALI</b>	<b>14</b>
<b>4.0 PROBLEMATICHE AMBIENTALI “AREA EX SNIA”</b>	<b>16</b>
<b>5.0 ASSETTO IDROGEOLOGICO</b>	<b>20</b>
<b>5.1 QUADRO IDROGEOLOGICO COMPLESSIVO</b>	<b>20</b>
<b>5.2 STRUTTURA IDROGEOLOGICA DI DETTAGLIO</b>	<b>24</b>
<b>5.3 PIEZOMETRIA E VARIAZIONI DEI LIVELLI DI FALDA</b>	<b>27</b>
<b>5.4 QUALITA’ DELLE ACQUE SOTTERRANEE</b>	<b>34</b>
<b>5.5 PRESENZA DI POZZI AD USO POTABILE</b>	<b>38</b>
<b>6.0 INTERFERENZE TRA LE OPERE DI PROGETTO E L’ASSETTO IDROGEOLOGICO</b>	<b>44</b>
<b>6.1 IMPERMEABILIZZAZIONE DELLE VASCHE</b>	<b>45</b>
<b>6.2 ABBASSAMENTO DELLA FALDA PER I LAVORI – IMPATTI IDROGEOLOGICI</b>	<b>46</b>
<b>7.0 SISTEMA DI MONITORAGGIO DELLA FALDA NEL TEMPO</b>	<b>49</b>

PROGETTISTI		SUPPORTO ALLA PROGETTAZIONE					
		A.T.P.:				Consulenti:	
				<i>Studio Associato Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. A. Barbon</i>		<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

## 1.0 PREMESSE

La presente relazione ha lo scopo di illustrare e dettagliare le caratteristiche geologiche ed idrogeologiche del territorio interessato dalla realizzazione della vasca di laminazione del fiume Seveso in Comune di Paderno Dugnano (MB).

La stessa è parte integrante del progetto definitivo delle opere, predisposto da A.I.P.O – Agenzia Interregionale per il Fiume Po.

La Scrivente struttura è stata supportata nella fase di progettazione dall’A.T.P. “ETATEC Studio Paoletti s.r.l. – Studio Paoletti ing. Associati – BETA Studio s.r.l. – Studio ass. di geologia Spada – ing. Barbon” aggiudicataria della gara pubblica “*MI-E-795 – incarico di progettazione preliminare e supporto alla progettazione definitiva degli interventi denominati – Aree di laminazione del torrente Seveso nei Comuni di Paderno Dugnano (MI), Varedo e Bovisio Masciago (MB), Lentate sul Seveso ed adeguamento delle aree golenali del torrente Seveso nei Comuni di Carimate, Vertemate con Minoprio e Cantù (CO)*”

Il progetto prevede la realizzazione in Comune di Paderno Dugnano di una delle opere del sistema complessivo per la laminazione delle piene del fiume Seveso: nello specifico si tratta di una vasca di laminazione per un volume di circa 935.000 mc, da realizzarsi in scavo rispetto al piano campagna, ad una profondità massima di circa 24-25 metri.

Stante la volumetria di acqua da laminare, tutte le vasche del sistema difensivo del torrente Seveso hanno dimensioni importanti, sia arealmente che in profondità e questa, nello specifico, è quella con la maggiore volumetria di accumulo.

PROGETTISTI		SUPPORTO ALLA PROGETTAZIONE						Consulenti:	
				A.T.P.: 					
				Studio Associato Geologia Spada		Dott. Ing. A. Barbon		Prof. Dott. V. Mezzanotte	

Le caratteristiche geologiche, litologiche ed idrogeologiche delle aree dei lavori hanno grande importanza e possono condizionare in maniera significativa la progettazione e la realizzazione dell'intervento.

Le analisi seguenti fanno riferimento principalmente alla documentazione tecnica disponibile sia nella letteratura scientifica che presso gli Enti territoriali di cui al par. 1.1.

La presente relazione si concentra sugli aspetti geologici ed idrogeologici; le analisi e le valutazioni a carattere geologico-tecnico sono contenute nella relazione specifica.

La zona interessata dalle opere è ricompresa in un Sito Inquinato di Interesse Regionale denominato "Ex SNIA".

L'area è attualmente suddivisa in varie porzioni, con diversi livelli di attuazione delle attività ambientali che vanno dalla caratterizzazione fino alla bonifica vera e propria (vedi paragrafo 4.0).

Le presenti valutazioni partono quindi dall'ipotesi che i lavori per la realizzazione della vasca avverranno solo dopo che le attività di bonifica siano state completate integralmente e quindi in un contesto ambientale corretto e non ulteriormente contaminato.

In questa fase, sia per questa criticità ambientale del sito sia per la ridotta disponibilità di tempo non è stato possibile procedere ad indagini specifiche sulle aree, a carattere geologico, idrogeologico, litologico, ecc.

Nelle successive fasi sarà certamente fondamentale procedere ad una serie di approfondimenti specifici relativamente a tutti gli aspetti sopra indicati, in considerazione della fondamentale importanza della situazione geologica ed

PROGETTISTI		SUPPORTO ALLA PROGETTAZIONE					
		A.T.P.:				Consulenti:	
							

*idrogeologica del sito soprattutto per opere come quella in esame, con elevatissimi volumi di scavo, fino a profondità notevoli dal p.c.*

## **1.1 FONTI CONSULTATE**

Per la stesura della presente relazione si è fatto riferimento alla seguente documentazione di carattere tecnico e scientifico disponibile:

1. *“Carta geologica d’Italia alla scala 1:50.000 – foglio 118 MILANO: note illustrative – tavola 1 – tavola 2 – database dei dati di sottosuolo”* – ISPRA Servizio Geologico d’Italia – a cura di Francani, Piccin et al. (bozza di lavoro SAL III al giugno 2010 disponibile sul sito internet della Regione Lombardia);
2. *“Geologia degli acquiferi Padani della Regione Lombardia”* – Regione Lombardia – ENI Divisione AGIP – a cura di: Carcano e Piccin – 2002;
3. *“Carta Pedologica: I suoli della Pianura Milanese Settentrionale”* ERSAL – 1999;
4. *“Influenza delle vasche di laminazione delle piene sugli acquiferi superficiali: problemi di infiltrazione, trasmissività, inquinamento”* – IRER – Rapporto Finale – aprile 2009;
5. *“Influenza delle vasche di laminazione delle piene sugli acquiferi superficiali nell’area EXPO 2015: Fase 2 – indicazioni per la progettazione, la manutenzione e la gestione delle vasche”* – IRER – Rapporto Finale – febbraio 2010;
6. *“Progetto Qualfalda II - Lo stato quantitativo dei corpi idrici sotterranei in Provincia di Milano: Rapporto Finale”* – IRSA – CNR – anno 2007;

PROGETTISTI		SUPPORTO ALLA PROGETTAZIONE					
		A.T.P.:				Consulenti:	
							

7. *“Provincia di Milano – sistema informativo falda (SIF) e sistema informativo ambiente (SIA): elaborazioni livelli di falda – banca dati acque sotterranee (catasto pozzi – livelli di falda)” (dati disponibili fino all’ottobre 2014);*
8. *“Comune di Varedo – Studio geologico del territorio Comunale a supporto del PGT redatto ai sensi della L.R. 12/05, della D.G.R. 8/1566 e della D.G.R. 8/7374 - relazione– tavole grafiche” – a cura di dr. F. Plebani e dr. N. Invernici – dic. 2009;*
9. *“Comune di Paderno Dugnano – Componente geologica, idrogeologica e sismica del PTG ai sensi della L.R. 12/05 e secondo i criteri della D.G.R. n° 8/7374: relazione – tavole grafiche” – a cura di dr. geol. E. Ghezzi – agg. Agosto 2012;*
10. *“Comune di Senago – Componente geologica, idrogeologica e sismica del PTG ai sensi della L.R. 12/05 e secondo i criteri della D.G.R. n° 8/7374: relazione – tavole grafiche” – a cura di dr. geol. C. Breviglieri, dr. E. Ghezzi ;*
11. *“Area ex SNIA – Comune di Varedo, Paderno Dugnano e Limbiate- Tavola sinottica complessiva dei settori Nylstar e Immobiliare SNIA” – dr. Luca Raffaelli – settembre 2014.*

*I principali elementi emersi, a carattere geologico ed idrogeologico, sono sintetizzati nelle tavole grafiche specialistiche che costituiscono parte integrante del presente progetto.*

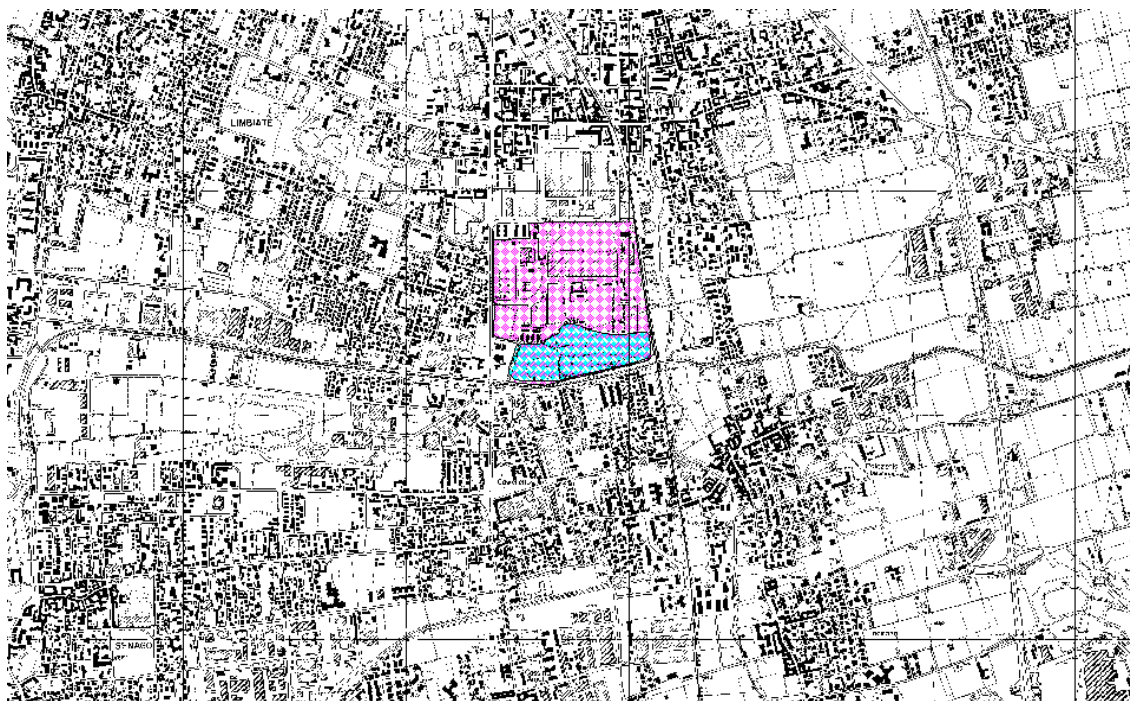
*Una tavola specifica è stata dedicata ad un riepilogo di massima dello stato attuale di completamento della bonifica della ex area SNIA, sulla base dei documenti disponibili, forniti da Regione Lombardia.*



PROGETTISTI		SUPPORTO ALLA PROGETTAZIONE					Consulenti:	
		A.T.P.:						
 <small>Agenda Interregionale per il fiume Po</small>	 <small>STUDIO PAOLETTI</small>	 <small>INGEGNERI ASSOCIATI</small>	 <small>WATER AND NATURAL RESOURCES CONSULTANTS</small>	<small>Studio Associato</small> <small>Geologia</small> <small>Spada</small>	<small>Dott. Ing.</small> <small>A. Barbon</small>			<small>Prof. Dott.</small> <small>V. Mezzanotte</small>

## 2.0 ASSETTO GEOMORFOLOGICO

Le opere di progetto sono localizzate nella porzione settentrionale del Comune di Paderno Dugnano (MI), nei pressi del confine con Varedo (MB), in sponda idrografica destra del torrente Seveso.



*Fig. 1: Localizzazione della vasca di progetto (in azzurro) sulla CTR. (in viola l'area ex SNIA)*

In ampio la zona di intervento è localizzata dell'alta pianura Milanese, al limite del confine tra le Province di Milano e di Monza e Brianza.

Nel territorio di Paderno Dugnano non è più riconoscibile la struttura terrazzata che caratterizza le zone più a nord: il territorio è sostanzialmente pianeggiante, leggermente digradante verso sud: la struttura è quella comune a tutta questa porzione di alta pianura Milanese.

Le quote dell'area di intervento variano tra 178 m. s.l.m. e 155 m. s.l.m., con un trend di decremento regolare verso sud.

PROGETTISTI		SUPPORTO ALLA PROGETTAZIONE					
		A.T.P.:			Consulenti:		
					<i>Studio Associato Geologia Spada</i>		<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

L'assetto morfologico è costituito da estese piane fluviali e fluvioglaciali quaternarie, in cui non sono più riconoscibili particolari evidenze morfologiche.

La forte urbanizzazione ha ulteriormente contribuito a cancellare queste tracce ed a rendere il territorio omogeneo.

L'unità geologica più recente costituisce il fondovalle attuale del fiume Seveso, mentre i depositi più antichi si ritrovano nei terrazzi sopralelevati ancora riconoscibili ad W di Limbiate.

Le principali irregolarità morfologiche sono connesse all'attività estrattiva di sabbia e ghiaia, sia in essere che pregresse, che ha creato profondi avvallamenti e depressioni, ed ha mutato profondamente il territorio e portato localmente a giorno la falda freatica (laghetti artificiali).

Gli elementi di maggiore rilevanza sono ormai quelli connessi all'idrografia, tra cui spiccano:

- il torrente Seveso, che attraversa il territorio comunale in direzione N-S, con un percorso per la maggior parte incassato tra le urbanizzazioni, con alcune zone caratterizzate da fenomeni erosivi e gradini morfologici;
- il Canale artificiale Villoresi, che collega, con scopi irrigui, i fiumi Ticino ed Adda e che attraversa il territorio in senso est-ovest;
- il CSNO – Canale Scolmatore Nord-Ovest, che ha lo scopo di ridurre i fenomeni di piena del torrente Seveso, dall'opera di presa in località Palazzolo e che attraversa il territorio in senso NE – SW.



PROGETTISTI		SUPPORTO ALLA PROGETTAZIONE					Consulenti:	
 Agenda Interregionale per il fiume Po	 STUDIO PAOLETTI	A.T.P.:		 WATER AND NATURAL RESOURCES CONSULTANTS	Studio Associato Geologia Spada	Dott. Ing. A. Barbon		Prof. Dott. V. Mezzanotte
		 INGEGNERI ASSOCIATI						

L'area interessata dal presente intervento è, come detto, ricompresa all'interno dell'ex area industriale SNIA, attualmente interessata da interventi di bonifica ambientale.



*Fig. 2: Area interessata dal presente intervento, su foto aerea*

PROGETTISTI		SUPPORTO ALLA PROGETTAZIONE					
		A.T.P.:				Consulenti:	
				<i>Studio Associato Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. A. Barbon</i>		<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

### 3.0 ASSETTO GEOLOGICO

L'area, in ampio, è costituita interamente da depositi sedimentari di origine fluvioglaciale e fluviale, depositati durante il Quaternario, caratterizzato da periodi glaciali ed interglaciali, con le differenti dinamiche di erosione, smantellamento, trasporto e deposizione.

#### 3.1 QUADRO GEOLOGICO COMPLESSIVO

Nelle distinzioni geologiche classiche la maggior parte dell'area di studio è stata attribuita al Livello Fondamentale della Pianura: si tratta di materiali depositati prevalentemente da scaricatori fluvioglaciali del Wurm o localmente più antichi (Riss).

I terrazzi rialzati, oltre il margine nord-ovest dell'allegata carta geologica, sono più antichi: gli stessi sono stati attribuiti al Mindel e sono caratterizzati da una superficie superiore fortemente alterata e pedogenizzata (Ferretto).

I nuovi rilievi effettuati nell'ambito del progetto CARG hanno rivisto questa metodologia di rilevamento e distinzione dei corpi geologici; gli stessi hanno adottato il nuovo criterio (prescritto dal Servizio Geologico Nazionale) che utilizza sia le classiche unità litostratigrafiche sia, ove possibile, le unità a limiti in conformi (UBSU).

I dati dei nuovi rilievi e delle nuove distinzioni adottate sono riassunti nella "Carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000 – foglio 118 Milano", a cura di Francani et al., attualmente disponibile nella versione in bozza del SAL III.

La carta propone anche un sovrasimbolo per caratterizzare la litologia dominante sulla base dei dati di sottosuolo disponibili.

Nel presente lavoro si è quindi ritenuto di utilizzare le medesime distinzioni per l'assetto geologico dell'area di intervento.

<p>PROGETTISTI</p>	<p>SUPPORTO ALLA PROGETTAZIONE</p>					
<p>AIPo Agenzia Interregionale per il fiume Po</p>	<p>ETATEC STUDIO PAOLETTI</p>	<p>STUDIO PAOLETTI INGEGNERI ASSOCIATI</p>	<p>A.T.P.: BETA studio WATER AND NATURAL RESOURCES CONSULTANTS</p>	<p>Studio Associato Geologia Spada</p>	<p>Dott. Ing. A. Barbon</p>	<p>Consulenti: Land Prof. Dott. V. Mezzanotte</p>

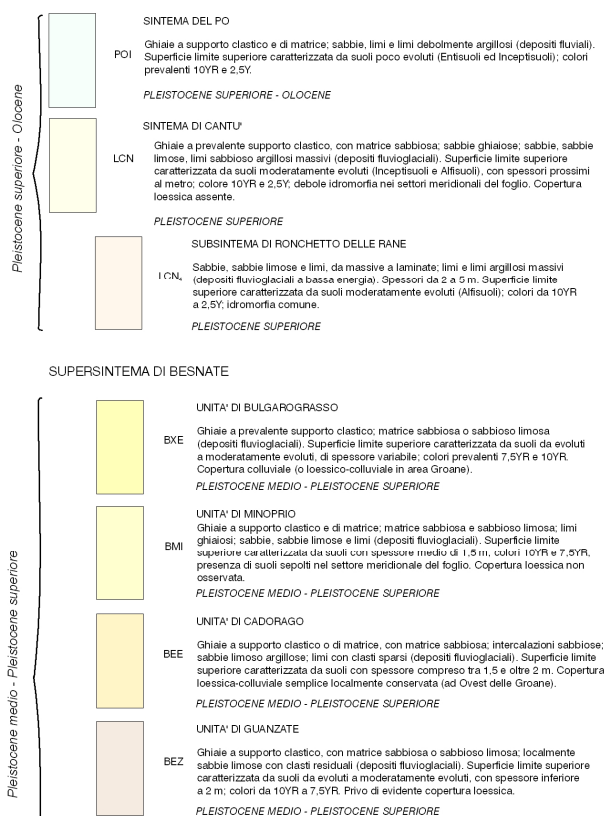
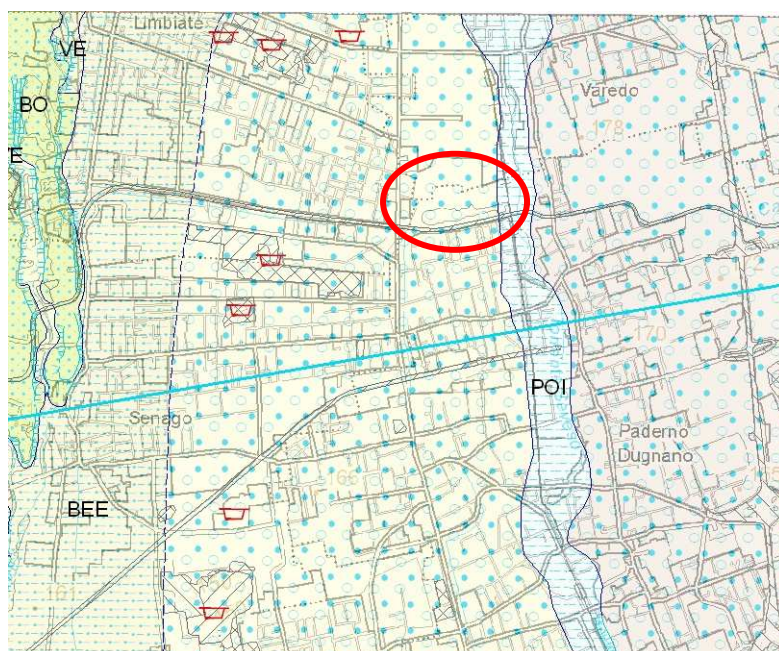


Fig. 3: Estratto della bozza della “Carta geologica d’Italia alla scala 1:50.000 – foglio 118 Milano”. Il contorno rosso individua l’area in oggetto, appartenente al Sistema di Cantù (codice LCN) Il sovrasimbolo a pallini azzurri indica per la totalità dell’area “depositi alluvionali a ghiaie prevalenti”. La carta mostra anche una forte presenza di cave, attive e dismesse nell’area.

PROGETTISTI		SUPPORTO ALLA PROGETTAZIONE					
		A.T.P.:				Consulenti:	
							

L'area di intervento, in cui verrà realizzata la vasca interessa interamente il Sistema di Cantù (Pleistocene superiore).

L'Unità è costituita da ghiaie, a prevalente supporto clastico, con matrice sabbiosa; localmente prevalgono le sabbie e le sabbie limose, fino ad arrivare ai limi argillosi massivi.

Si tratta di depositi fluvioglaciali recenti, che costituiscono un'ampia fascia pianeggiante, in sponda sinistra del torrente Seveso.

La superficie superiore è caratterizzata da suoli moderatamente evoluti con spessori prossimi al metro; la copertura loessica è assente.

Nella zona di intervento sono prevalenti, dal punto di vista litologico, le ghiaie e le ghiaie sabbiose, con elementi poligenici, da arrotondati a subarrotondati.

Il Sintema di Cantù ha uno spessore limitato (circa una decina di metri) ed è poggiato in profondità sui depositi più antichi dell'Unità di Cadorago (Pliocene medio superiore)

Tale unità è caratterizzata da ghiaia a supporto clastico o di matrice, con matrice sabbiosa; intercalazioni sabbiose; sabbie limoso argillose; limi con clasti sparsi.

Si tratta di depositi fluvioglaciali che in precedenza erano stati attribuiti al Riss ed in parte al Wurm (fluvioglaciale e fluviale Riss e Wurm).

L'Unità affiora direttamente in una stretta fascia allungata in senso nord-sud, che borda il terrazzo antico mentre verso est risulta ricoperta dall'Unità di Cantù.

La stessa presenta una superficie superiore con suoli mediamente evoluti, caratterizzati, da percentuali di sabbia quasi doppie e percentuali di limo inferiori del 10-30% rispetto alle coperture delle unità più antiche, poste a ovest delle Groane.



PROGETTISTI		SUPPORTO ALLA PROGETTAZIONE					Consulenti:	
		A.T.P.:						
								

L'unità geologica più recente presente nell'area di intervento è il Sistema del Po (POI - Pleistocene sup. – Olocene)

L'Unità è costituita da ghiaie da medie a grossolane, a supporto di matrice sabbiosa o di clasti, localmente passanti a limi argillosi, privi di alterazione superficiale.

Localmente è presente una struttura gradata e/o embricata del deposito.

I clasti sono di natura poligenica, arrotondati, con dimensione variabile da 1 cm fino ad 1 metro, con valori medi di circa 10 cm.

Si tratta dei depositi alluvionali che costituiscono la piana attuale del Fiume Seveso, immediatamente ad est dell'area interessata dalle opere.

La sezione geologica seguente mostra i rapporti tra le unità sopra indicate nella zona di intervento.



Fig. 4: Estratto della bozza della “Carta geologica d’Italia alla scala 1:50.000 – foglio 118 Milano” – Stralcio della sezione geologica B-B nella zona di intervento (indicata dalla freccia arancione). La sezione illustra i rapporti tra il Sistema del Po (POI), più recente e che occupa l’alveo attivo del torrente Seveso, l’Unità di Cantù, in posizione stratigrafica intermedia e l’Unità di Cadorago, più antica, che costituisce il substrato geologico. Lo spessore complessivo della sezione è di circa 30-35 metri.

PROGETTISTI		SUPPORTO ALLA PROGETTAZIONE					Consulenti:	
 AIPO Agenzia Interregionale per il fiume Po	 ETATEC STUDIO PAOLETTI	A.T.P.:		 BETA studio WATER AND NATURAL RESOURCES CONSULTANTS	Studio Associato Geologia Spada	Dott. Ing. A. Barbon	 LAND	Prof. Dott. V. Mezzanotte
		 STUDIO PAOLETTI INGEGNERI ASSOCIATI						

### **3.2 DATI GEOLOGICI E STRATIGRAFICI PUNTUALI**

Come già illustrato nelle premesse la zona interessata dalle opere è ricompresa in un Sito Inquinato di Interesse Regionale denominato “Ex SNIA”.

In questa fase, sia per questa criticità ambientale del sito sia per la ridotta disponibilità di tempo non è stato possibile procedere ad indagini specifiche sulle aree, a carattere geologico, idrogeologico, litologico, ecc.

Nelle successive fasi sarà certamente fondamentale procedere ad una serie di approfondimenti specifici relativamente a tutti gli aspetti sopra indicati, in considerazione della fondamentale importanza della situazione geologica ed idrogeologica del sito soprattutto per opere come quella in esame, con elevatissimi volumi di scavo, fino a profondità notevoli dal p.c.

Sull’area di intervento in ampio è però stato possibile reperire alcuni dati di sondaggi, sia a carotaggio che a distruzione, effettuati proprio nell’ambito delle attività di caratterizzazione e bonifica ambientale.

Di seguito si riportano i dati di 3 sondaggi localizzati, in base ai documenti reperiti (fonti 7 e 9 del par. 1.1), proprio all’interno dell’area in cui è prevista la vasca.

#### *Cod. 0151660144 – piezometro*

perforazione a distruzione

0,00 – 34,00 m      ghiaia grossolana +/- sabbiosa

34,00 - 60,00 m      conglomerato ben cementato

#### *Cod. 0151660143 – piezometro*

perforazione a distruzione

0,00 – 24,00 m      ghiaia grossolana +/- sabbiosa

PROGETTISTI		SUPPORTO ALLA PROGETTAZIONE					Consulenti:		
 AIPO Agenzia Interregionale per il fiume Po	 ETATEC STUDIO PAOLETTI	A.T.P.:			 BETA studio WATER AND NATURAL RESOURCES CONSULTANTS	Studio Associato Geologia Spada	Dott. Ing. A. Barbon	 LAND	Prof. Dott. V. Mezzanotte
		 STUDIO PAOLETTI INGEGNERI ASSOCIATI							

24,00 - 34,00 m      alternanza di ghiaia sciolta e conglomerato

34,00 – 60,00 m.      conglomerato ben cementato

Cod. SD-P14 – sondaggio

Perforazione a carotaggio continuo

0,00 – 0,20 m      ceneri rosse di lavorazioni industriali

0,20 – 0,60 m      limo sabbioso nocciola

0,60 – 2,00 m      limo marrone con ghiaia fine

2,00 – 4,00 m      ghiaia con limo e qualche ciottolo

4,00 – 8,00 m      ghiaia limoso sabbiosa arrotondata, grigio-marrone

8,00 – 9,10 m      ghiaia media grigia, arrotondata, in matrice sabbiosa debolmente limosa

9,10 – 10,60 m      ghiaia media fine nocciola, con sabbia debolmente limosa e rari ciottoli

10,60 – 10,90 m      sabbia gialla ocra

10,90 - 18,20 m      ghiaia media fine nocciola, con sabbia debolmente limosa e qualche ciottolo

18,20 – 18,50      limo con sabbia e rara ghiaia, nocciola

18,50 – 25,00      ghiaia media con sabbia

I terreni fino a 24-25 metri da p.c. sono caratterizzati da ghiaie medie e grossolane, sabbiose limose e subordinati sottili livelli di sabbia e/o limo.

Al di sotto dei 34 metri i due piezometri hanno rinvenuto la presenza di conglomerati compatti.



PROGETTISTI		SUPPORTO ALLA PROGETTAZIONE					
		A.T.P.:			Consulenti:		
							

#### 4.0 PROBLEMATICHE AMBIENTALI “AREA EX SNIA”

La zona interessata dalle opere è ricompresa in un Sito Inquinato di Interesse Regionale denominato “Ex SNIA”.

Il sito, complessivamente, interessa i Comuni di Paderno Dugnano e Varedo ed ha ospitato, in passato, l’insediamento industriale SNIA BPD, in seguito suddiviso in diverse proprietà: SNIA s.r.l., Nylstar S.p.A., SELMA BPM, ecc.

Lo stesso è stato oggetto di attività di stoccaggio di acido solforoso (ceneri di pirite) e rifiuti vari.

L’area è stata sottoposta, a partire dal 1997-1998 ad indagini ambientali, per la caratterizzazione del suolo, sottosuolo e della prima falda, indagini che hanno evidenziato la presenza di ceneri rossastre violacee e materiali di riporto vari, per spessoriche, dai dati in possesso, sembrano comunque contenuti.

L’area è attualmente suddivisa in cui le varie porzioni, per la presenza di differenti proprietà (Nylstar, Casananda ed Imm. SNIA) e per una migliore gestione dei singoli interventi previsti, con diversi livelli di attuazione delle attività ambientali che vanno dalla caratterizzazione fino alla bonifica vera e propria.

L’immagine seguente, fornita da Regione Lombardia, mostra il quadro complessivo, dello stato riferito al settembre 2014, di avanzamento delle indagini e delle bonifiche per i diversi settori in cui l’area è stata suddivisa.

La bonifica risulta completata e certificata solamente su un’area; tre settori risultano non contaminati e di libera fruizione. Tutti gli altri settori mostrano diversi livelli di avanzamento.

PROGETTISTI 	SUPPORTO ALLA PROGETTAZIONE A.T.P.: <div data-bbox="304 168 512 295">  </div> <div data-bbox="512 168 759 295">  </div> <div data-bbox="759 168 890 295">  </div> <div data-bbox="890 168 1023 295">  </div>					Consulenti: <div data-bbox="1023 168 1161 295">  </div> <div data-bbox="1161 168 1326 295">  </div> <div data-bbox="1326 168 1495 295">  </div>
--	--	--	--	--	--	---

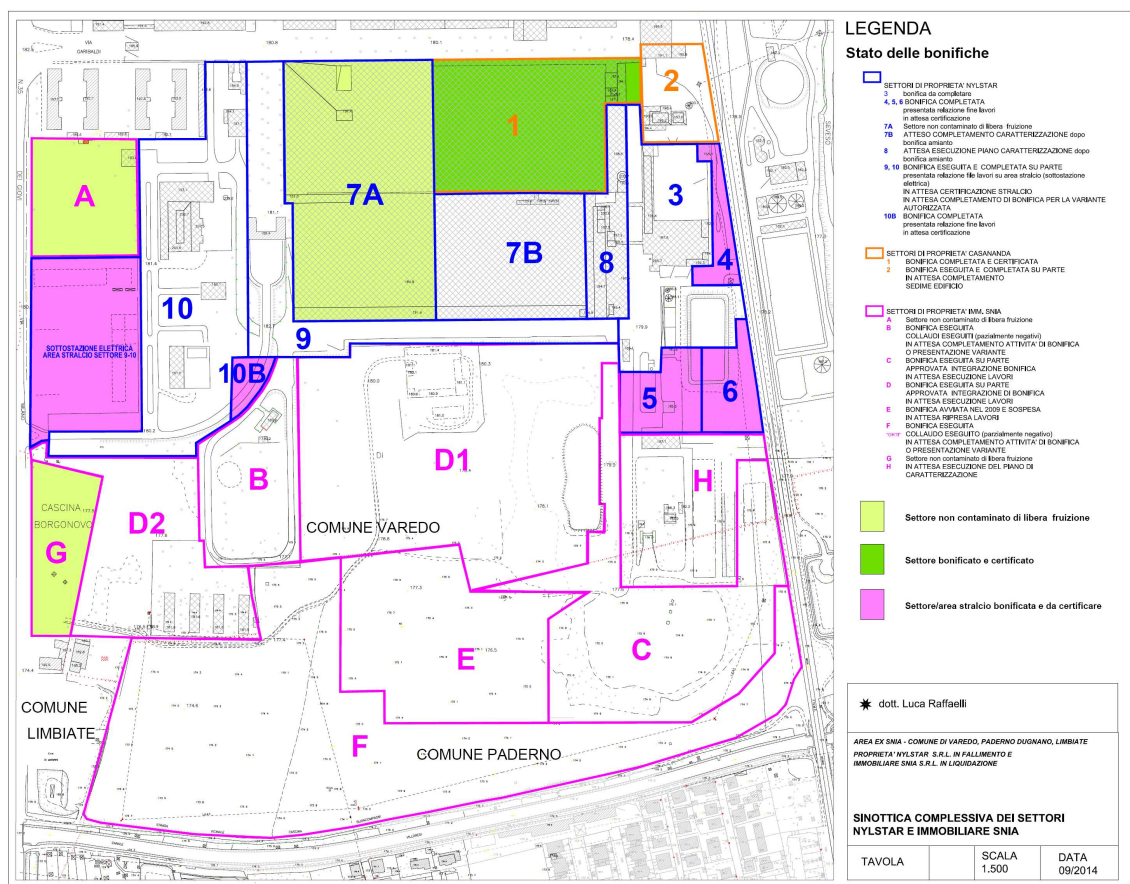


Fig. 5: Planimetria sinottica complessiva dei settori Nylstar e Immobiliare SNIA (dr. Luca Raffaelli – settembre 2014)

L'area interessata dai lavori di realizzazione della vasca ricade nei settori C – E – F; per tali settori sono disponibili le informazioni di seguito riportate.

### Settore C

#### *Situazione attuale*

Bonifica eseguita su parte. Approvata integrazione bonifica.

In attesa di esecuzione dei lavori.

Certificazione: NO

#### *Dati pregressi*

Conferenza dei Servizi: 29 novembre 2000

PROGETTISTI		SUPPORTO ALLA PROGETTAZIONE					Consulenti:	
		A.T.P.:						
								

Decreto Regionale: 5573 del 13 marzo 2001

Obiettivi di bonifica: Colonne A e B – D. M. 471/99

### Settore E

#### *Situazione attuale*

Bonifica avviata nel 2009 e sospesa.

In attesa di ripresa dei lavori.

Certificazione: NO

#### *Dati pregressi*

Conferenza dei Servizi: 29 settembre 2009

Decreto Regionale: 6273 del 06 giugno 2006

Obiettivi di bonifica: Colonna A – D. M. 471/99

### Settore F

#### *Situazione attuale*

Bonifica eseguita. Collaudo eseguito (parzialmente negativo)

In attesa di completamento attività di bonifica o presentazione variante

Certificazione: NO

#### *Dati pregressi*

Conferenza dei Servizi: 29 novembre 2000

Decreto Regionale: 5573 del 13 marzo 2001

Obiettivi di bonifica: Colonna A – D. M. 471/99

Le attività risultano mediamente in fase avanzata nella zona delle vasche, con lavori almeno avviati, ma in nessuna delle aree si è giunti al collaudo positivo dei lavori né tantomeno alla certificazione di avvenuta bonifica.

PROGETTISTI		SUPPORTO ALLA PROGETTAZIONE					Consulenti:	
		A.T.P.:						
								

Tutte le aree sono attualmente gravate ancora dal vincolo di legge, apposto sulle aree contaminate.

Alla luce di tutto quanto sopra esposto, le presenti valutazioni partono quindi dall'ipotesi che i lavori per la realizzazione della vasca avverranno solo dopo che le attività di bonifica siano state completate integralmente e quindi in un contesto ambientale corretto e non ulteriormente contaminato.

PROGETTISTI		SUPPORTO ALLA PROGETTAZIONE					Consulenti:	
		A.T.P.:						
								

## 5.0 ASSETTO IDROGEOLOGICO

In relazione alle peculiarità dell'area in esame ed alla tipologia delle opere di progetto, che comportano importanti scavi nel suolo fino a 24-25 metri di profondità dal p.c., la caratterizzazione idrogeologica è fondamentale.

*Sarà necessario, nelle successive fasi, provvedere il prima possibile alla realizzazione di un piezometro nell'intorno dell'area di intervento (o poter monitorare uno di quelli già esistenti nell'ambito della bonifica), al fine di poter avere dei dati puntuali e dettagliati sui livelli della falda e sulle loro evoluzione nel tempo.*

### 5.1 QUADRO IDROGEOLOGICO COMPLESSIVO

Nel territorio del Milanese, in ampio, sono storicamente e tradizionalmente conosciute e riconosciute le seguenti strutture idrogeologiche fondamentali:

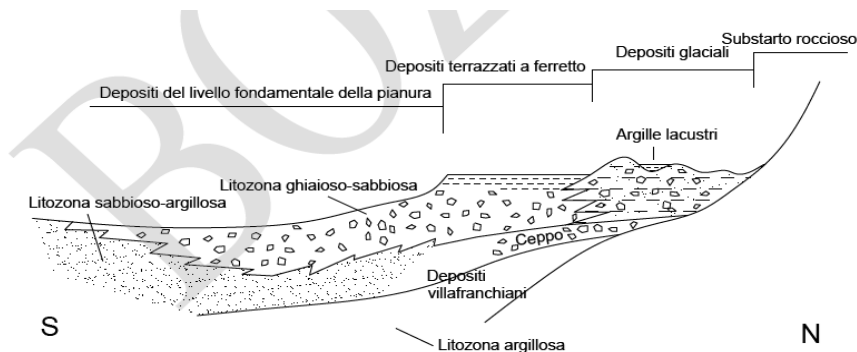


Fig. 6: Schema delle principali unità idrogeologiche (tratto da "CARG – note illustrative al foglio 118")

- acquifero "tradizionale" che ospita falde da libere a semiconfinate procedendo da nord verso sud. Tale acquifero è normalmente captato dai pozzi. Lo stesso è alimentato da piogge, irrigazioni, dalla ricarica da monte o da infiltrazioni dall'alto. Al suo interno vengono distinte due unità idrogeologiche: I e II acquifero.

PROGETTISTI		SUPPORTO ALLA PROGETTAZIONE					
		A.T.P.:				Consulenti:	
							

- Acquifero profondo, multistrato e separato dai soprastanti, con falde in pressione. Lo stesso è alimentato dalle zone di ricarica verso monte o in zone di interruzione degli strati impermeabili (denominato anche III acquifero).

Tale suddivisione classica è stata rivista nel 2002 a seguito dello studio congiunto Regione Lombardia – Eni – Agip, sulla base di una maggiore e migliore conoscenza litostratigrafia del sottosuolo. Sono state distinti i seguenti gruppi:

- *Gruppo acquifero A*: corrisponde alla porzione più superficiale dell’acquifero tradizionale, libero, fortemente sfruttato e quasi sempre inquinato. Prevalgono al suo interno le granulometria più grossolane. Coincide, circa, con il I acquifero.
- *Gruppo acquifero B*: è presente al di sotto dell’acquifero A e corrisponde alla porzione più profonda dell’acquifero tradizionale, più protetta, localmente semi-confinato. Prevalgono i sedimenti grossolani. La sua base coincide, con buona approssimazione, con quella del II acquifero.
- *Gruppo acquifero C*: è costituito in prevalenza da argille limose e sabbie, che rappresentano l’espressione sedimentaria di una fase deposizionale marina e/o di transizione marino-continentale. Il gruppo C è sede di falde multistrato, protette e generalmente in pressione. E’ correlabile alla porzione superiore dell’acquifero profondo.
- *Gruppo acquifero D*: è caratterizzato da depositi geologici argillosi ed argilloso siltosi, che rappresentano l’espressione di una sequenza sedimentaria di tipo “coarsening upward”. Anche questo gruppo acquifero è sede di falde multistrato, ben protette e generalmente in pressione. Questo gruppo è correlabile alla porzione inferiore dell’acquifero profondo.



<p>PROGETTISTI</p> 	<p>SUPPORTO ALLA PROGETTAZIONE</p> <p>A.T.P.:</p> <div data-bbox="304 174 512 297">  </div> <div data-bbox="512 174 759 297">  </div> <div data-bbox="759 174 890 297">  </div> <div data-bbox="890 174 1023 297"> <p>Studio Associato Geologia Spada</p> </div> <div data-bbox="1023 174 1155 297"> <p>Dott. Ing. A. Barbon</p> </div> <div data-bbox="1155 174 1326 297">  </div> <div data-bbox="1326 174 1497 297"> <p>Consulenti:  Prof. Dott. V. Mezzanotte</p> </div>						
--	--	--	--	--	--	--	--

La suddivisione ricalca il seguente schema complessivo:

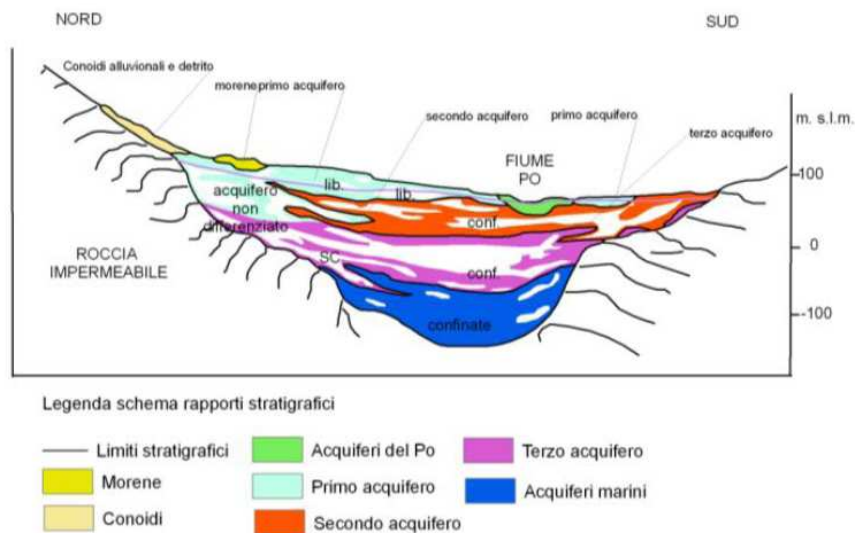


Fig. 7: Schema idrogeologico della Pianura Padana (tratto da "CARG – note illustrative al foglio 118")

Per quanto riguarda l'andamento complessivo della superficie della falda freatica, è possibile fare riferimento alle analisi ed ai dati della Provincia di Milano.

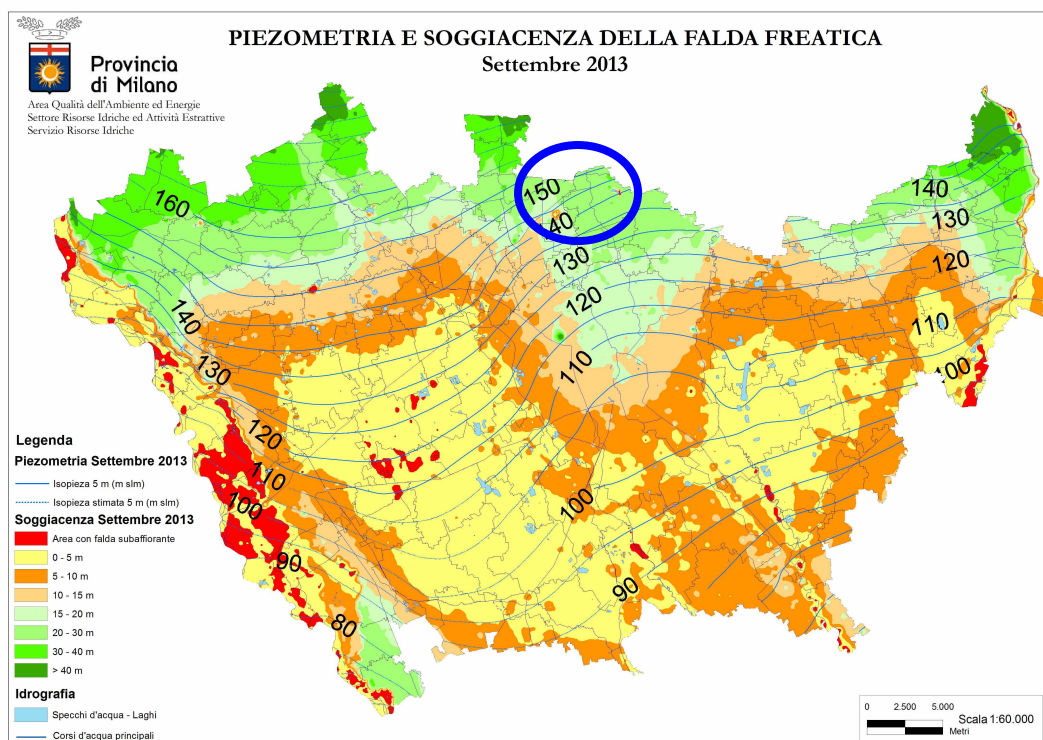


Fig. 8: Carta delle piezometrie e delle soggiacenze medie al settembre 2013 (tratto da "Sistema informativo falda – Provincia di Milano")



PROGETTISTI		SUPPORTO ALLA PROGETTAZIONE					
		A.T.P.:			Consulenti:		
 AIPO Agenzia Interregionale per il fiume Po	 ETATEC STUDIO PAOLETTI	 STUDIO PAOLETTI INGEGNERI ASSOCIATI	 BETA studio WATER AND NATURAL RESOURCES CONSULTANTS	<i>Studio Associato Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. A. Barbon</i>	 LAND	<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

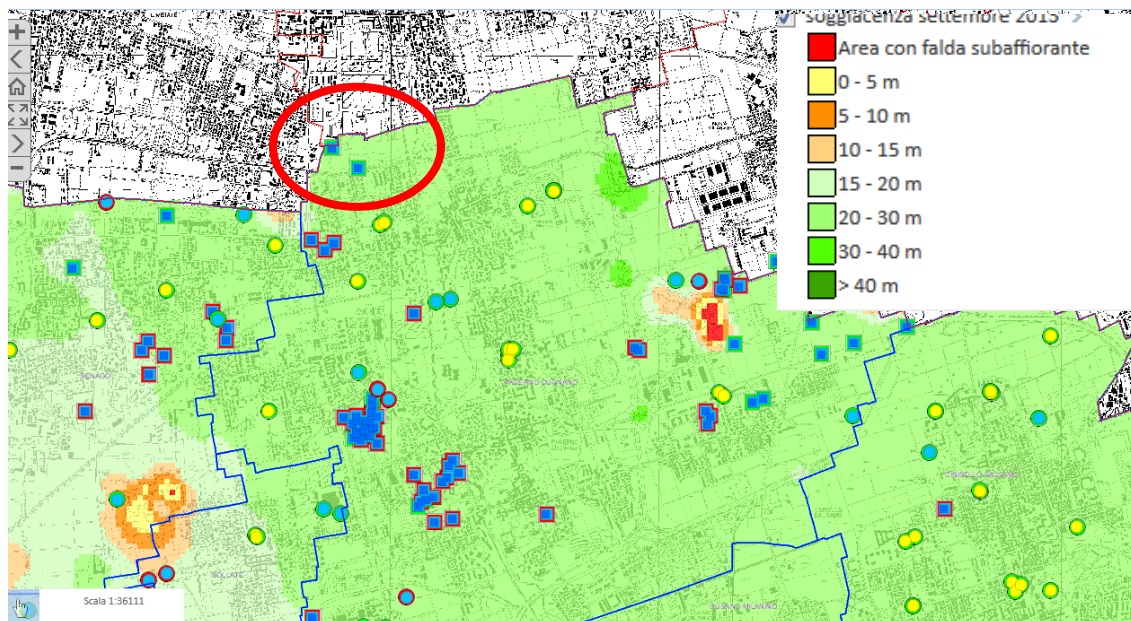


Fig. 9: Dettaglio della carta delle soggiacenze medie al settembre 2013 (tratto da “Sistema informativo falda – Provincia di Milano). L’area di intervento è sita in un comparto con una soggiacenza variabile tra 20 e 30 metri da p.c.

L’andamento complessivo generale della falda nella zona di interesse è sufficientemente regolare o blandamente convergente, con quote comprese, nel territorio Comunale di Paderno Dugnano, tra 140 e 150 m. s.l.m.

Le direzioni di deflusso idrico sono mediamente comprese tra NNE-SSW e NE-SW.

Il gradiente idraulico è quello classico di questa porzione di pianura, variabile tra 0,5 e 0,3 %.

Nella zona di interesse la quota piezometrica al settembre 2013 è di circa 150 m. s.l.m.

PROGETTISTI		SUPPORTO ALLA PROGETTAZIONE					Consulenti:	
 AIPO Agenzia Interregionale per il fiume Po	 ETATEC STUDIO PAOLETTI	A.T.P.:		 BETA studio WATER AND NATURAL RESOURCES CONSULTANTS	Studio Associato Geologia Spada	Dott. Ing. A. Barbon		Prof. Dott. V. Mezzanotte
		STUDIO PAOLETTI INGEGNERI ASSOCIATI						

## 5.2 STRUTTURA IDROGEOLOGICA DI DETTAGLIO

Sulla base della distinzione introdotta dallo studio congiunto Regione Lombardia – ENI - AGIP, utilizzando tutti i dati di sottosuolo disponibili, è possibile individuare nel territorio di studio le seguenti caratteristiche idrogeologiche.

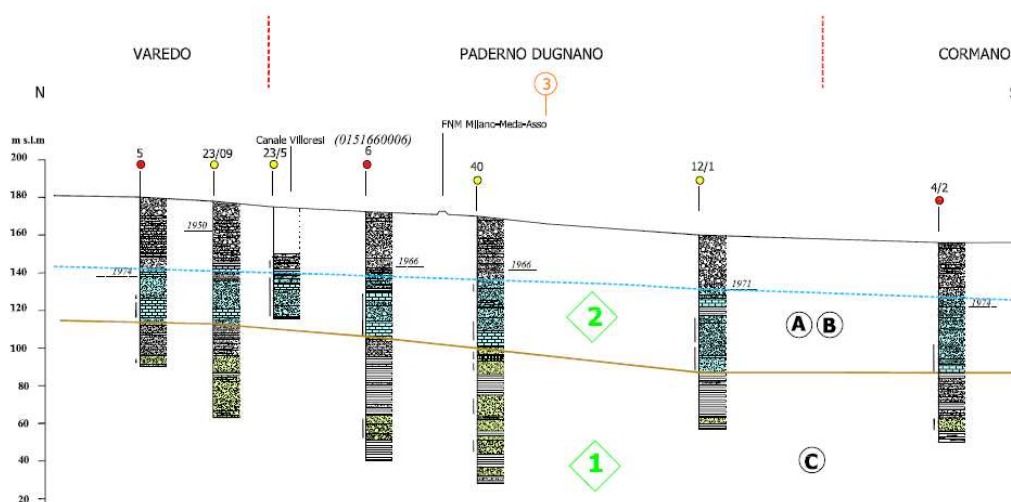
Le valutazioni di seguito riportate si basano prevalentemente sulle fonti ai punti 2, 8, 9 e 10 del par. 1.1.

L'area di intervento è localizzata nella porzione settentrionale della Provincia di Milano, al confine con il territorio di Monza e Brianza.

In questa zona il sottosuolo risulta caratterizzato da una discreta / buona omogeneità litologica e strutturale, con i principali acquiferi descritti al predente paragrafo che sviluppano una buona continuità areale.

Le sezioni idrogeologiche seguenti rappresentano un transetto nord-sud attraverso il territorio di Paderno Dugnano, a partire da Varedo fino a Cusano Milanino.

### SEZIONE 1





PROGETTISTI		SUPPORTO ALLA PROGETTAZIONE					
		A.T.P.:				Consulenti:	
				<i>Studio Associato Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. A. Barbon</i>		<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

La distinzione tra i due gruppi diviene evidente ad ovest, verso il territorio di Senago, dove è possibile individuare dei livelli limoso argillosi a circa 35-40 metri dal p.c. di separazione tra i due gruppi.

Questa unità accorpata è presente in tutto il territorio esaminato e costituisce la porzione più superficiale del sottosuolo, caratterizzata da depositi fluvioglaciali e fluviali.

La stessa è composta da ghiaie e sabbie, con subordinati livelli argillosi, argilloso limosi e/o di ghiaie conglomerati, con differenti livelli di cementazione.

I conglomerati sono molto diffusi soprattutto nella porzione inferiore dell'unità e sono localmente sede di una "seconda falda" semiconfinata (nella zona di intervento i carotaggi per i piezometri hanno individuato conglomerato compatto oltre i 34 metri da p.c.).

La maggior parte dei pozzi presenti nell'area interessano questo gruppo ed il sottostante gruppo C.

Il gruppo, complessivamente, costituisce il sottosuolo fino ad una profondità media di 70-100 metri.

Nella zona di studio lo spessore è di circa 70 metri, con una soggiacenza della falda di circa 25 metri dal p.c..

Gruppo acquifero C: è presente nel territorio esaminato al di sotto del Gruppo B e si sviluppa per uno spessore di almeno 50-60 metri.

Lo spessore è difficile da definire sia per l'incertezza di posizionamento del limite con il sottostante gruppo D, sia per i pochi dati presenti ( 1 unico pozzo che interessa questo gruppo acquifero).

PROGETTISTI		SUPPORTO ALLA PROGETTAZIONE					Consulenti:	
 Agenda Interregionale per il fiume Po	 STUDIO PAOLETTI	A.T.P.:		 WATER AND NATURAL RESOURCES CONSULTANTS	Studio Associato Geologia Spada	Dott. Ing. A. Barbon		Prof. Dott. V. Mezzanotte
		 INGEGNERI ASSOCIATI						

Lo stesso è costituito da depositi sabbiosi, alternati ad argille ed argille limose, indice di un ambiente di deposizione marino e transizionale deltizio.

La porzione più profonda è generalmente caratterizzata da prevalenza di depositi marini argillosi, che indicano il passaggio al sottostante gruppo D.

Questa unità, per la presenza al suo interno di livelli sabbiosi, legati alla deposizione dei sistemi deltizi e litorali, è sede degli acquiferi confinati.

Tali acquiferi, maggiormente protetti e tutelati, sono captati dai pozzi più profondi e più recenti, con utilizzo prevalentemente potabile, alimentare o per produzioni ad elevata tecnologia.

Gruppo acquifero D: è presente nel territorio esaminato al di sotto del Gruppo C ed è caratterizzato da una dominanza di depositi marini argillosi, con locali intercalazioni sabbiose.

Il suo spessore non è definibile, per l'assenza di dati geologici (i pozzi potabili, anche quelli più profondi, non arrivano mai alla base del gruppo).

Anche questo gruppo acquifero è sede di falde multistrato, ben protette e generalmente in pressione, particolarmente interessanti proprio per il livello di protezione nei confronti dei contaminanti.

### **5.3 PIEZOMETRIA E VARIAZIONI DEI LIVELLI DI FALDA**

L'andamento complessivo generale della falda nella zona di interesse è lineare o blandamente convergente, con quote comprese, nel territorio Comunale di Paderno Dugnano tra 140 e 150 m. s.l.m.



PROGETTISTI		SUPPORTO ALLA PROGETTAZIONE					
		A.T.P.:				Consulenti:	
 AIPO <small>Agenda Interregionale per il fiume Po</small>	 ETATEC <small>STUDIO PAOLETTI</small>	 STUDIO PAOLETTI <small>INGEGNERI ASSOCIATI</small>	 BETA <small>studio</small> <small>WATER AND NATURAL RESOURCES CONSULTANTS</small>	Studio Associato Geologia Spada	Dott. Ing. A. Barbon		Prof. Dott. V. Mezzanotte

Le direzioni di deflusso idrico sono mediamente NNE-SSW, con la tendenza a diventare NE-SW.

Il gradiente idraulico è quello classico di questa porzione di pianura, variabile tra 0,5 e 0,3 ‰.



Fig. 11: Carta della piezometria della prima falda al settembre 2013 (fonte: Provincia di Milano - ridisegnata) su CTR, con localizzazione della vasca di progetto

Nella zona di interesse la quota piezometrica al settembre 2013 era di circa 150 m. s.l.m..

Il suolo ha una quota di circa 175 m. s.l.m.: la soggiacenza è quindi di circa 25 metri da p.c.

PROGETTISTI		SUPPORTO ALLA PROGETTAZIONE						Consulenti:	
		A.T.P.:							
 <small>Agenda Interregionale per il fiume Po</small>	 <small>STUDIO PAOLETTI</small>	 <small>INGEGNERI ASSOCIATI</small>	 <small>WATER AND NATURAL RESOURCES CONSULTANTS</small>	<i>Studio Associato</i> <i>Geologia</i> <i>Spada</i>	<i>Dott. Ing.</i> <i>A. Barbon</i>			<i>Prof. Dott.</i> <i>V. Mezzanotte</i>	

La quota di minima soggiacenza della falda nella zona di intervento è un elemento di grande importanza, perché condiziona la quota zero di inizio dell'invaso di laminazione, nonché le eventuali opere in falda.

A tal fine si è ritenuto di procedere ad una serie di valutazioni ed analisi relativamente all'aspetto specifico e con lo scopo di ampliare al massimo il periodo di verifica dei livelli di falda, per avere indicazioni sugli andamenti sia di breve che di lungo periodo, si è effettuata la ricerca sul SIF Provinciale, dei pozzi e dei piezometri con il periodo di controllo più esteso temporalmente.

A tal fine sono stati individuati due pozzi, rispettivamente nel Comune di Bollate e nel Comune di Senago.

I dati resi disponibili sul SIF della Provincia di Milano alla data della stesura della presente relazione sono aggiornati fino al marzo 2014.

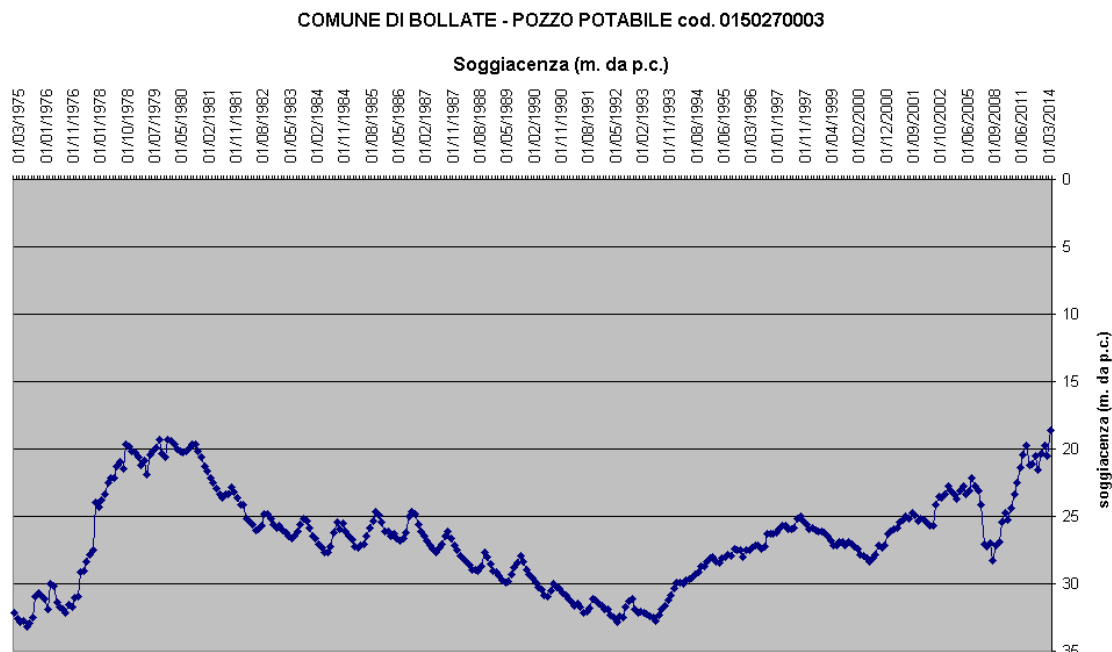


Fig. 12: Andamento della soggiacenza dal 01/01/1975 al 01/03/2014 per il pozzo potabile del Comune di Bollate cod. 0150270003



PROGETTISTI		SUPPORTO ALLA PROGETTAZIONE					Consulenti:		
 AIPO <small>Agente Interregionale per il fiume Po</small>	 ETATEC STUDIO PAOLETTI	A.T.P.:			 BETA studio <small>WATER AND NATURAL RESOURCES CONSULTANTS</small>	Studio Associato Geologia Spada	Dott. Ing. A. Barbon	 LAND	Prof. Dott. V. Mezzanotte
		 STUDIO PAOLETTI INGEGNERI ASSOCIATI							

COMUNE DI SENAGO - POZZO POTABILE cod. 0152060004

Soggiacenza (m) 2000 - 2014

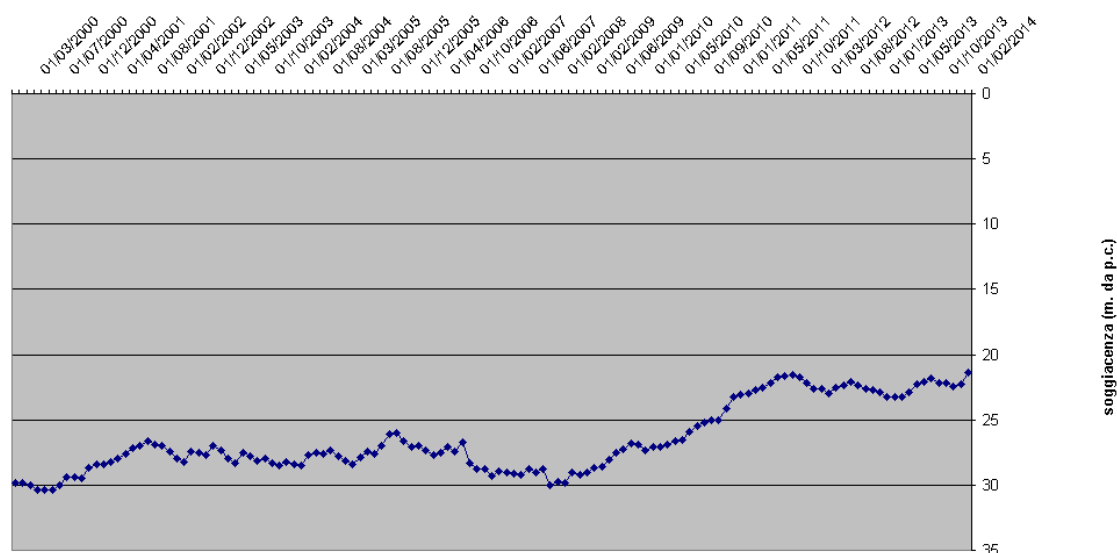


Fig. 13: Andamento della soggiacenza dal 01/01/2000 al 01/02/2014 per il pozzo potabile del Comune di Senago cod. 0152060004

La superficie piezometrica evidenzia variazioni sia a carattere stagionale che con trend di lungo periodo.

Per quanto riguarda le variazioni stagionali, che possono raggiungere anche alcuni metri di escursione, sono generalmente caratterizzate da massimi nel periodo irriguo e da minimi invernali.

Le variazioni di lungo periodo sono connesse prevalentemente alle condizioni meteorologiche, ma anche all'entità dei prelievi per lo sfruttamento della falda, che in quest'ultimo periodo si sono ridotti.

La curva del pozzo di Bollate evidenzia un periodo di minima soggiacenza della falda tra il 1978 ed il 1980, connesso alle abbondanti precipitazioni del periodo 1976-1977.

PROGETTISTI		SUPPORTO ALLA PROGETTAZIONE						Consulenti:	
		A.T.P.:							
						<i>Studio Associato Geologia Spada</i>			
						Dott. Ing. A. Barbon		Prof. Dott. V. Mezzanotte	

Dopo tale periodo si è verificato un progressivo e lungo fenomeno di abbassamento della falda, che ha raggiunto i valori più bassi tra gli anni 1992 e 1993.

A tale periodo ha fatto seguito una lenta e lunga risalita.

A partire circa dal 2008 si è avviato un processo di risalita della falda, con un nuovo brusco innalzamento (soprattutto relativamente al pozzo di Bollate) tra la parte finale del 2010 ed il 2012, in cui la falda si è riportata su valori analoghi ai massimi del periodo 78-80.

Tra il 2011 ed il 2013 la falda ha oscillato, con variazioni stagionali, ma sempre mantenendosi su valori elevati.

Un brusco innalzamento, quantificabile mediamente in un paio di metri, si è verificato tra la fine del 2013 e l'inizio del 2014 nei due i pozzi: questa situazione ha fatto sì che la falda raggiungesse i valori di soggiacenza più bassi mai registrati nel periodo storico monitorato.

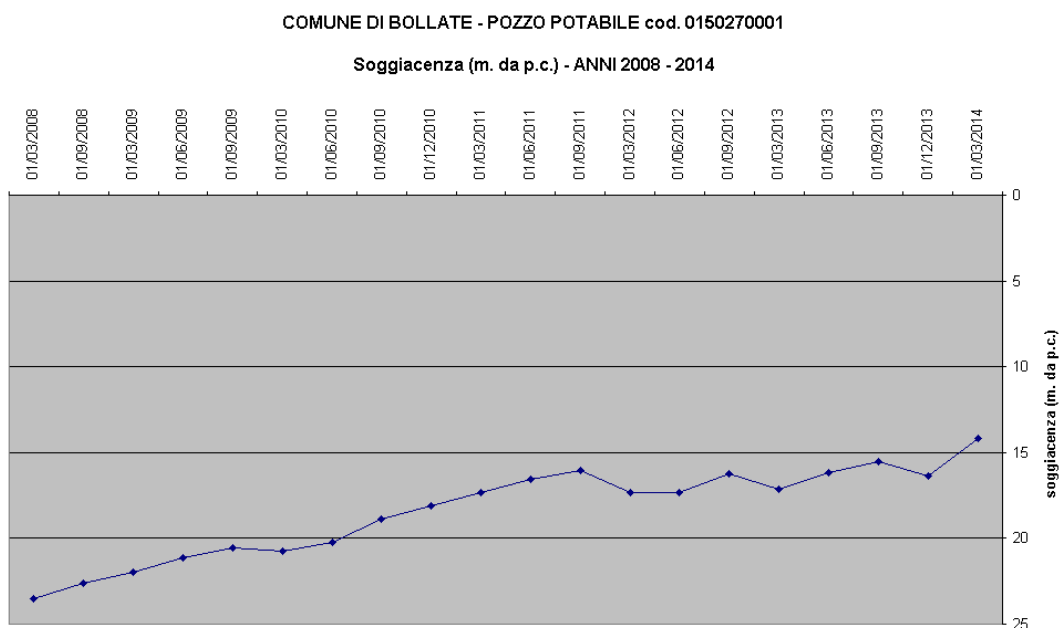


Fig. 14: Andamento della soggiacenza dal 01/03/2008 al 01/03/2014 per il pozzo potabile del Comune di Bollate cod. 0150270003

PROGETTISTI		SUPPORTO ALLA PROGETTAZIONE					Consulenti:	
 Agenzia Interregionale per il fiume Po		 STUDIO PAOLETTI	 INGEGNERI ASSOCIATI	 WATER AND NATURAL RESOURCES CONSULTANTS	 Studio Associato Geologia Spada	 Dott. Ing. A. Barbon	 LAND	 Prof. Dott. V. Mezzanotte

E' inoltre possibile analizzare ulteriori variazioni, fino all'ottobre 2014, valutando le misura effettuate dai Consulenti presso il piezometro realizzato nell'ambito della progettazione della vasca di Senago.

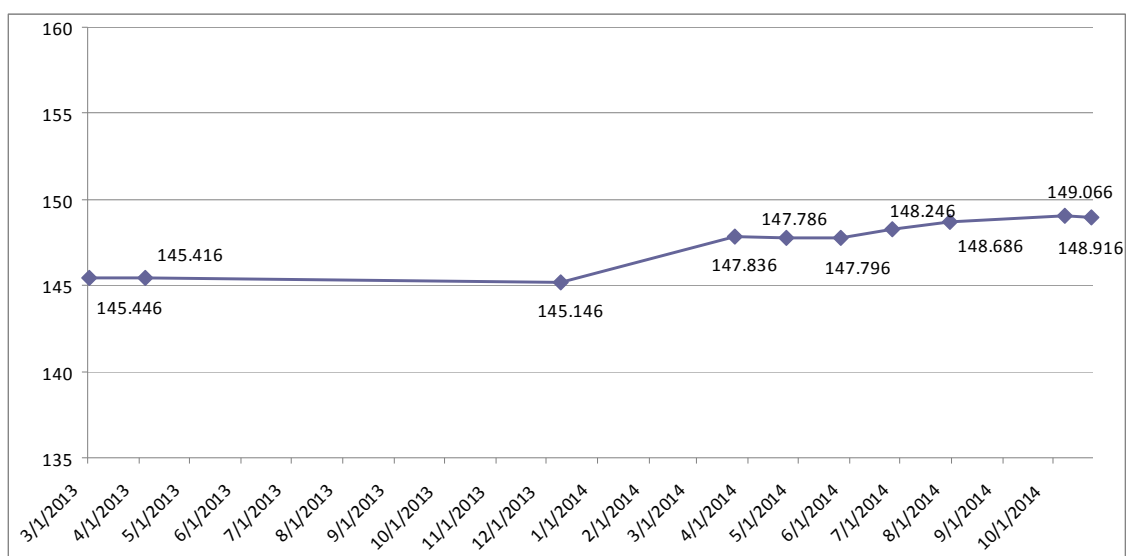


Fig. 15: Andamento dei livelli piezometrici dal 01/03/2013 al 24/10/2014 per il piezometro realizzato presso l'area in cui sono previste le vasche di laminazione di Senago.

Il grafico mostra chiaramente la risalita della falda, già evidenziata nei grafici precedenti, tra la fine del 2013 e l'inizio del 2014, con un dislivello superiore a 2 metri, cui si somma un'ulteriore risalita tra il marzo e l'ottobre del 2014, che porta il livello complessivo a circa + 4 metri rispetto ai dati elaborati del settembre 2013.

In relazione alla problematica della realizzazione della vasca va quindi considerato che:

- i dati al settembre 2013 indicano una piezometrica nella zona della vasca circa a quota 150 m. s.l.m;
- i dati successivi, fino all'ottobre 2014, mostrano una ulteriore risalita della falda di circa 4 metri;

PROGETTISTI		SUPPORTO ALLA PROGETTAZIONE					
		A.T.P.:				Consulenti:	
							

La quota attuale della falda è stimabile in circa 154 m. s.l.

I fondo vasca finito è a quota 151 m. s.l.m.

Allo stato attuale la vasca sarebbe interessata da un battente idraulico di 3 metri di falda sopra il fondo finito.

Inoltre per quanto riguarda l'andamento futuro non è possibile fare previsioni, ma non è possibile escludere ulteriori fenomeni di risalita della falda e diviene quindi necessario garantire la sicurezza e la stabilità delle opere di progetto anche nel caso di ulteriori risalite della falda.

*Questa situazione implica la necessità di una serie di interventi, sia per la fase realizzativa delle opere che per il funzionamento a regime.*

*L' interferenza deve esser gestita sia dal punto di vista della qualità delle acque (impermeabilizzazione della vasca per una separazione totale delle acque invase da quelle del sottosuolo) che da quello quantitativo (abbassamento per i lavori, metodi per garantire la stabilità dell'impermeabilizzazione in base alla quota della falda).*

*Si è ritenuto di prevedere a progetto l'impermeabilizzazione delle vasche per impedire la percolazione, e più in generale il contatto, tra acque invase del fiume Seveso (che presentano caratteristiche qualitative scadenti), con quelle della prima falda.*

*Contestualmente il progetto prevede la realizzazione di un sistema che consente l'afflusso dell'acqua di falda nella vasca per gravità, in caso di innalzamento della stessa, onde evitare problemi di sottospinte sulle opere di impermeabilizzazione.*

*Il sistema è però monodirezionale e consente l'afflusso in vasca delle acque di falda, ma non l'immissione nel suolo di quelle invase, a tutela delle acque sotterranee.*

PROGETTISTI		SUPPORTO ALLA PROGETTAZIONE					
		A.T.P.:				Consulenti:	
				<i>Studio Associato Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. A. Barbon</i>		<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

#### 5.4 QUALITA' DELLE ACQUE SOTTERRANEE

Per un inquadramento complessivo, sia a scala Provinciale che a livello Comunale, della qualità delle acque nell'acquifero superficiale (acquifero A) e nell'acquifero tradizionale (A+B insieme) è possibile fare riferimento agli studi condotti da IRSA – CNR per conto della Provincia di Milano nel 2007 “Progetto Qualfalda II - Lo stato quantitativo dei corpi idrici sotterranei in Provincia di Milano: Rapporto Finale”.

Lo studio ha raccolto, analizzato ed elaborato i dati di qualità delle acque, come derivanti dalle analisi eseguite tra il 2000 ed il 2006, su 667 pozzi e piezometri, distinti tra Prima Falda (398) ed Acquifero Tradizionale (269).

La classificazione dello stato delle acque sotterranee è stato infine valutato in base alla seguente tabella (D. Lgs. 152/06):

Classe 1	Impatto antropico nullo o trascurabile, con pregiate caratteristiche idrochimiche
Classe 2	Impatto antropico ridotto e sostenibile sul lungo periodo, con buone caratteristiche idrochimiche
Classe 3	Impatto antropico significativo, con caratteristiche idrochimiche generalmente buone, ma con alcuni segnali di compromissione
Classe 4	Impatto antropico rilevante, con caratteristiche idrochimiche scadenti

L'eventuale presenza di inquinanti organici od inorganici con concentrazioni superiori ai limiti di legge determina una classificazione automatica in classe 4.

Le verifiche hanno riguardato sia i parametri chimici di base del D. Lgs. 152/99 (conducibilità, cloruri, solfati, nitrati, ammoniaca, ferro e manganese) che i parametri addizionali di cui al D. Lgs. 152/2006.

I parametri inorganici scelti sono: arsenico, cadmio, cromo esavalente, cromo totale, nichel, piombo, rame, zinco.

PROGETTISTI		SUPPORTO ALLA PROGETTAZIONE					
		A.T.P.:				Consulenti:	
				<i>Studio Associato Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. A. Barbon</i>		<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

Per i parametri organici sono stati scelti i solventi clorurati: 1,2 dicloropropano, 1,1,1 tricloroetano, tetracloroetilene, tricloroetilene, triclorofluorometano e, infine, il totale dei composti organo-alogenati; i solventi aromatici: benzene, etilbenzene, toluene, (o+p+m) xileni ed i fitofarmaci: alaclor, ametrina, atrazina, metolacolor, terbutilazina e il totale degli antiparassitari.

Per ogni tipologia sono state prodotte, ove significative, delle carte dei valori rinvenuti, suddivisi in range, e delle carte con la classe di qualità relativamente al singolo parametro.

La sintesi è costituita da quattro carte che rappresentano, per tutto il territorio provinciale (con possibilità di individuare i singoli Comuni interessati):

- classi di qualità chimica SCAS in Prima Falda per tutti i parametri di base;
- classi di qualità chimica in Prima Falda per tutti i parametri di base ed addizionali;
- classi di qualità chimica SCAS in Prima e Seconda Falda per tutti i parametri di base;
- classi di qualità chimica in Prima e Seconda Falda per tutti i parametri di base ed addizionali;

Le immagini seguenti, tratte dalla pubblicazione sopra citata, visualizzano la situazione.

Sulle carte è stata evidenziata la zona di intervento, al confine tra i comuni di Paderno Dugnano e Varedo.



<p>PROGETTISTI</p> <div data-bbox="98 203 300 264">  <b>AIPO</b>  <small>Agenzia Interregionale per il fiume Po</small> </div>	<p>SUPPORTO ALLA PROGETTAZIONE</p> <p>A.T.P.:</p> <div data-bbox="311 203 507 264">  <b>ETATEC</b>  <small>STUDIO PAOLETTI</small> </div> <div data-bbox="523 203 746 264"> <b>STUDIO PAOLETTI</b>  <small>INGEGNERI ASSOCIATI</small> </div> <div data-bbox="778 174 874 295">  <b>BETA</b>  <small>studio</small>  <small>WATER AND NATURAL RESOURCES CONSULTANTS</small> </div> <div data-bbox="906 181 1018 295"> <i>Studio Associato</i>  <i>Geologia</i>  <i>Spada</i> </div> <div data-bbox="1038 203 1145 264"> <i>Dott. Ing.</i>  <i>A. Barbon</i> </div>
--	--

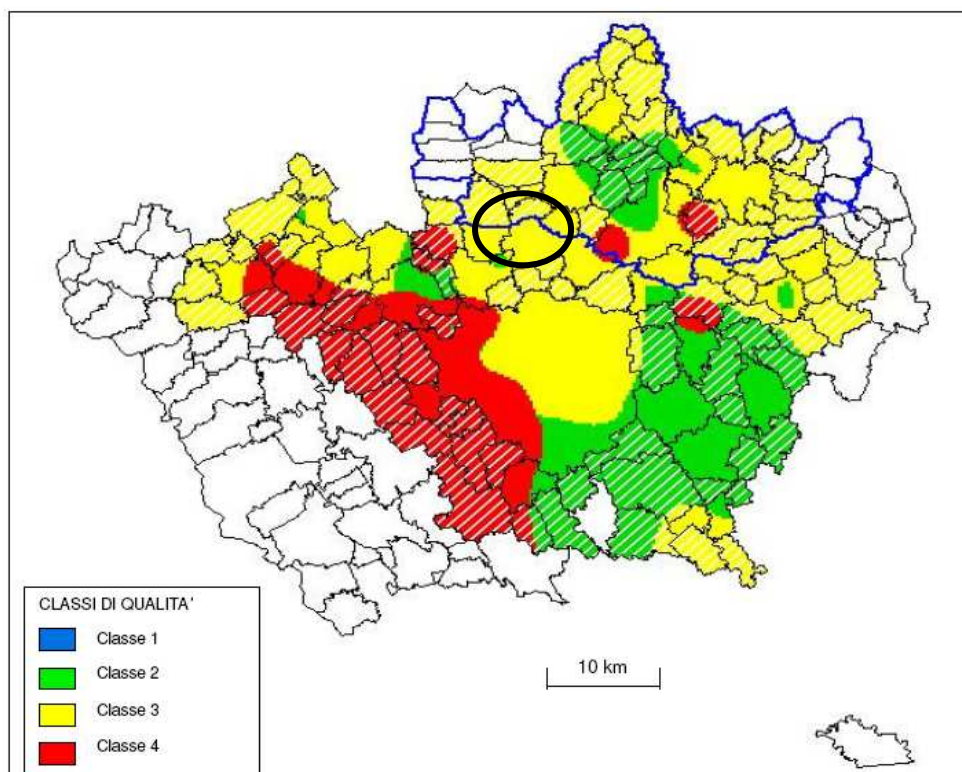


Fig. 16: Classi di qualità chimica SCAS in Prima Falda per tutti i parametri di base

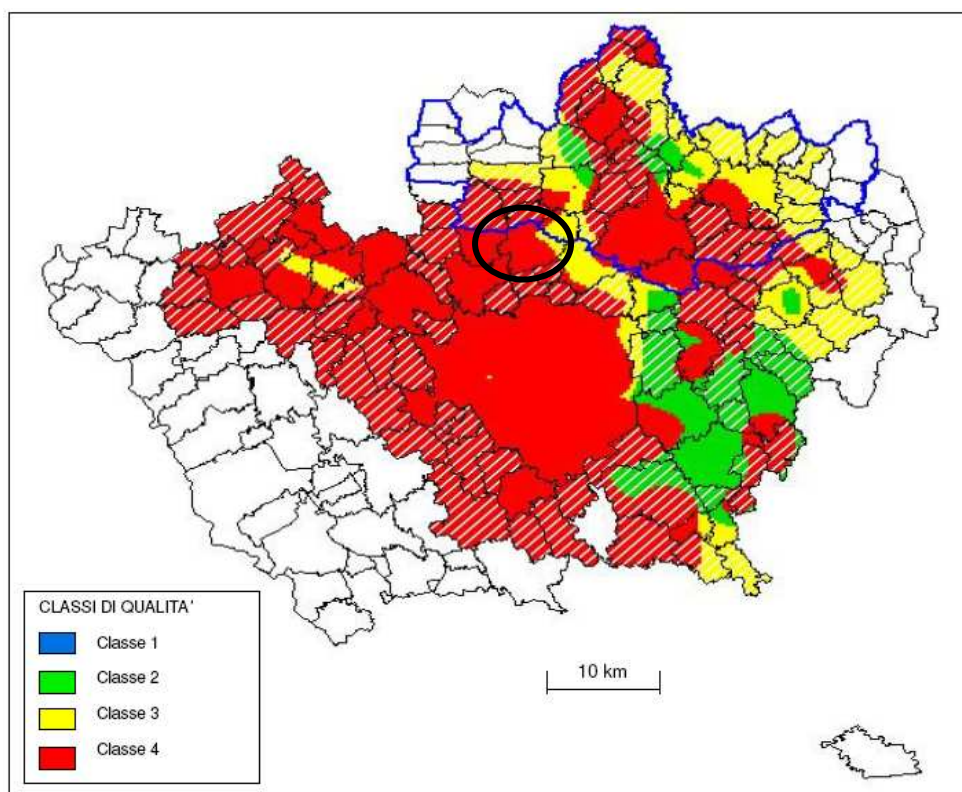


Fig. 17: Classi di qualità chimica in Prima Falda per tutti i parametri di base ed addizionali



<p>PROGETTISTI</p> <div data-bbox="98 203 300 264">  <b>AIPO</b>  <small>Agenzia Interregionale per il fiume Po</small> </div>	<p>SUPPORTO ALLA PROGETTAZIONE</p> <p>A.T.P.:</p> <div data-bbox="311 203 507 264">  <b>ETATEC</b>  <small>STUDIO PAOLETTI</small> </div> <div data-bbox="523 203 746 264"> <b>STUDIO PAOLETTI</b>  <small>INGEGNERI ASSOCIATI</small> </div> <div data-bbox="778 174 874 295">  <b>BETA</b>  <small>studio</small>  <small>WATER AND NATURAL RESOURCES CONSULTANTS</small> </div> <div data-bbox="906 174 1018 295"> <i>Studio</i>  <i>Associato</i>  <i>Geologia</i>  <i>Spada</i> </div> <div data-bbox="1034 203 1145 264"> <i>Dott. Ing.</i>  <i>A. Barbon</i> </div>
--	--

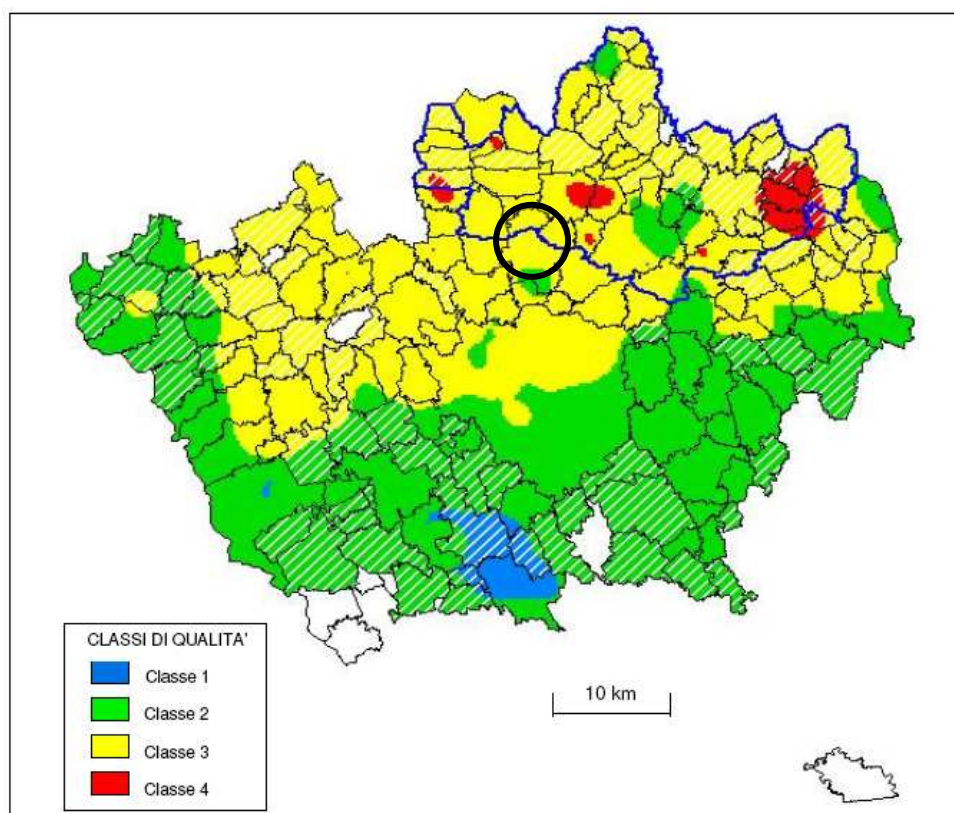


Fig. 18: Classi di qualità chimica SCAS in Prima e Seconda Falda per tutti i parametri di base

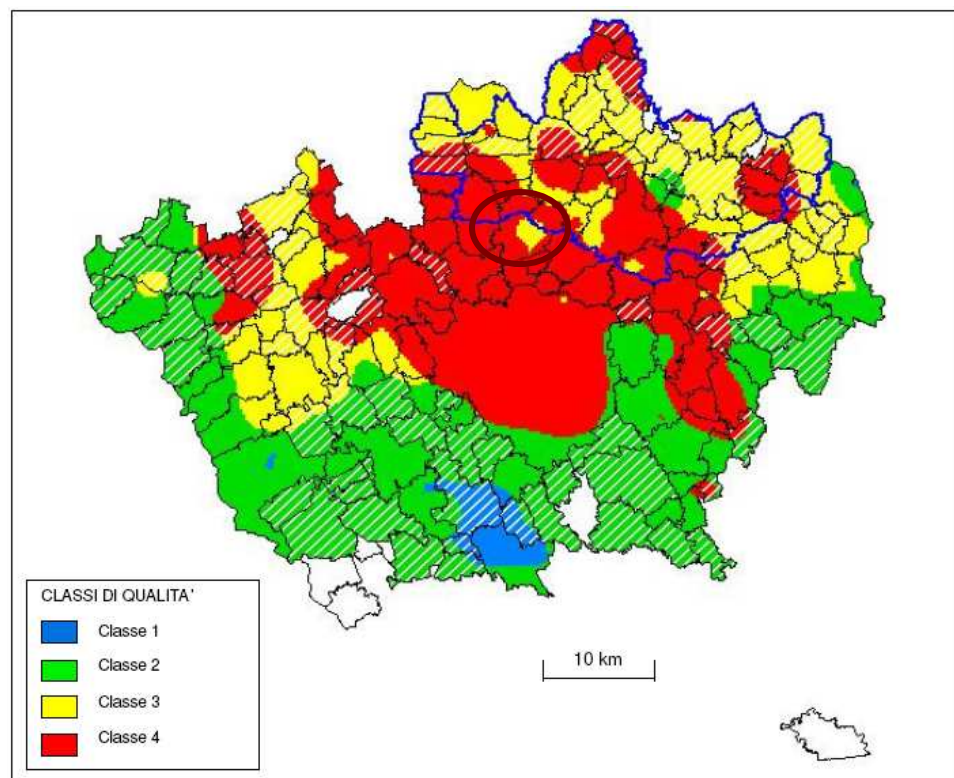


Fig. 19: Classi di qualità chimica in Prima e Seconda Falda per tutti i parametri di base ed addizionali

PROGETTISTI		SUPPORTO ALLA PROGETTAZIONE					
		A.T.P.:			Consulenti:		
							

PROGETTISTI		SUPPORTO ALLA PROGETTAZIONE					
		A.T.P.:			Consulenti:		
							
					Prof. Dott. V. Mezzanotte		

- la zona di intervento è esterna alle fasce di rispetto dei pozzi utilizzati a scopo idropotabile (fascia di rispetto disegnata come indicata negli studio geologici di supporto alla pianificazione comunale, con criterio geometrico o con criterio temporale);
- i pozzi del Comune di Varedo sono tutti localizzati a monte dell'area di intervento rispetto alla direzione di deflusso della falda. Il pozzo più vicino è il cod. 9-Va, che è ubicato a circa 800 metri verso nord;
- i pozzi del Comune di senago risultano localizzati ad ovest rispetto all'area i intervento e quindi laterali rispetto alla direzione di flusso. Il pozzo più vicino di Senago è il cod 2-Se, posto ad oltre 700 metri;
- *i pozzi utilizzati a scopo potabile più vicini alla zona di intervento, lungo la direzione di deflusso della falda, sono i pozzi cod. 4-PD e 6-PD del Comune di Paderno Dugnano posti a circa 450 metri a sud ed il pozzo 14-PD posto ad oltre 800 metri;*
- nella cartografia sono state individuate, con apposto resinatura, alcune aree ritenute critiche e/o comunque delicate per le acque sotterranee. Si tratta in primis della vastissima area industriale dismessa, localizzata tra Varedo e Paderno Dugnano, della SNIA-Viscosa, attualmente oggetto di interventi di caratterizzazione e bonifica ambientale di cui si è detto al par. 4.0, che include l'area delle vasche e si estende a nord. Nella carta sono anche state evidenziate alcune aree di cava, sia attiva che dismessa, che rappresentano sempre zone di grande vulnerabilità per la falda, a causa degli ampi scavi. Tali attività nel contesto specifico hanno portato la falda in affioramento diretto.

PROGETTISTI		SUPPORTO ALLA PROGETTAZIONE					Consulenti:	
		A.T.P.:						
								
						Dott. Ing. A. Barbon		Prof. Dott. V. Mezzanotte

La tabella seguente evidenzia per i diversi pozzi dei Comuni di Varedo, Senago e Paderno Dugnano lo stato di attività, la profondità massima, la quota dei filtri e gli eventuali trattamenti necessari alla messa in rete.

<b>COMUNE DI VAREDO</b>						
1	0152310001	P.zza Braghi	1965	63.00	---	Cementato Nessuna area di salvaguardia
2	0152310002	Via Desio	1964	62.95	da 45.50 a 53.00	In esercizio Area di salvaguardia geometrica R=200 m
3	0152310003	Via Tommaseo	1962	73.00	da 44.00 a 59.40 da 64.50 a 68.00	In esercizio Area di salvaguardia criterio temporale
4	0152320004	Via Tommaseo	1970	75.00	da 45.00 a 58.50 da 62.50 a 68.50	In esercizio Area di salvaguardia criterio temporale
9	0152320009	Via Diaz	1974	90.00	da 52.00 a 55.00 da 57.00 a 64.00 da 85.00 a 86.00	In esercizio Area di salvaguardia geometrica R=200 m
<b>COMUNE DI SENAGO</b>						
1	0152060001	Via Piave	1951	60.00	da 38.23 a 42.28 da 47.70 a 53.70 da 56.00 a 58.00	Cementato
2	0152060002	Via Verdi	1959	68.00	da 30.00 a 34.00 da 41.00 a 43.00 da 44.00 a 57.00 da 58.00 a 66.00	In rete, impianto trattamento carboni attivi
3	0152060003	Via Repubblica	1964	80.00	da 50.10 a 67.50	Pozzo fermo
4	0152060004	Via Adda	1971	104.00	da 41.29 a 42.28 da 54.92 a 64.11	In rete, impianto trattamento carboni attivi
6	0152060006	Via 25 Aprile – P.za Moro	1981	103.20	da 52.50 a 57.60 da 61.00 a 64.00 da 78.85 a 81.87 da 82.70 a 87.26 da 88.09 a 92.65 da 93.48 a 95.00	In rete, impianto trattamento carboni attivi
8/1	0152060036	Via Benedetto croce	1999	190.00	da 123.7 a 129.7	In rete
8/2	0152060037	Via Benedetto Croce	1999	190.00	da 155.0 a 155.6 da 173.2 a 177.7	In rete previo trattamento con carboni attivi
9/1	0152060044	Via Repubblica – via Treves – via Madrid	2012	138	Da 45 a 57	In rete
9/2	0152060045	Via Repubblica – via Treves – via	2012	138	Da 85.5 a 91.5 Da 115.5 a 124.5	In rete

PROGETTISTI		SUPPORTO ALLA PROGETTAZIONE						Consulenti:		
							<i>Studio Associato Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. A. Barbon</i>		<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

		Madrid				
1	0152060001	Via Piave	1951	60.00	da 38.23 a 42.28 da 47.70 a 53.70 da 56.00 a 58.00	Cementato
<b>COMUNE DI PADERNO DUGNANO</b>						
1	0151660001	Via San Michele del Carso – Incirano I	1928	63.50	Da 39 a 63	In rete previo trattamento con carboni attivi
3	0151660003	Via San Michele del Carso – Incirano III	1950	70.38	Da 42.8 a 49.11 Da 55.22 a 68.38	In rete previo trattamento con carboni attivi
5	0151660005	Via San Michele del Carso – Incirano IV	1963	70.20	Da 41.7 a 68.7	In rete previo trattamento con carboni attivi
8	0151660008	Via San Michele del Carso – Incirano V	1969	100.00	Da 42.2 a 43.4 Da 55.7 a 59.7 Da 92 a 94	In rete previo trattamento con carboni attivi
4	0151660004	Via Diaz Palazzolo I	1960	64.00	Da 32 a 40.5 Da 42 a 62.5	In rete previo trattamento con carboni attivi
6	0151660006	Via Diaz Palazzolo II	1966	126.55	Da 43.63 a 64.73 Da 110 a 120.35	In rete previo trattamento con carboni attivi
14	0151660014	Via Magenta Palazzolo	1981	132	Da 57 a 62 Da 66.2 a 67.7 Da 100 a 103 Da 112.5 a 120	In rete previo trattamento con carboni attivi
7	0151660007	Via Toscanini Calderaia I	1966	95	Da 44.6 a 80	In rete nessun trattamento
9	0151660009	Via Toscanini Calderaia II	1972	90	Da 50 a 60 Da 65 a 76	In rete nessun trattamento
49	0151660049	Via Mazzini Cimitero	1974	126.4	Da 63 a 68 Da 117.5 a 122.5	In rete nessun trattamento
50/1	0151660016	Via Galli Colonna A	1993	80.10	Da 59.6 a 72.2	In rete nessun trattamento
50/2	0151660019	Via Galli Colonna B	1993	145	Da 119 a 124.5 Da 136 a 138	In rete nessun trattamento
50/3	0151660020	Via Galli Colonna C	1993	190	Da 177.5 a 183.5	In rete nessun trattamento
50/4	0151660022	Via Galli Colonna D	1993	230	Da 204.4 a 207.4 Da 210.5 a 221.63	In rete - Trattamento di ossidazione filtrazione

I pozzi che risultano maggiormente protetti sono 8/1 – 8/2 - 9/1 - 9/2 di Senago ed il 50/2 – 50/3 e 50/4 di Paderno, che captano solamente dal gruppo acquifero C (e probabilmente anche dal gruppo D il 50/4).



PROGETTISTI		SUPPORTO ALLA PROGETTAZIONE					Consulenti:	
		A.T.P.:						
						Studio Associato Geologia Spada	Dott. Ing. A. Barbon	
							Prof. Dott. V. Mezzanotte	

Tutti gli altri pozzi captano le acque dall'acquifero superiore (gruppo acquifero A + B) ad una quota minima 32 metri da p.c (pozzo di via Diaz – Palazzolo I) ed, in generale, tra 40 ed 80 metri dal p.c. stesso.

I pozzi più vicini verso valle, lungo la direzione di flusso della falda, sono i pozzi di via Diaz – Palazzolo I e II, che sono posti a circa 450 metri.

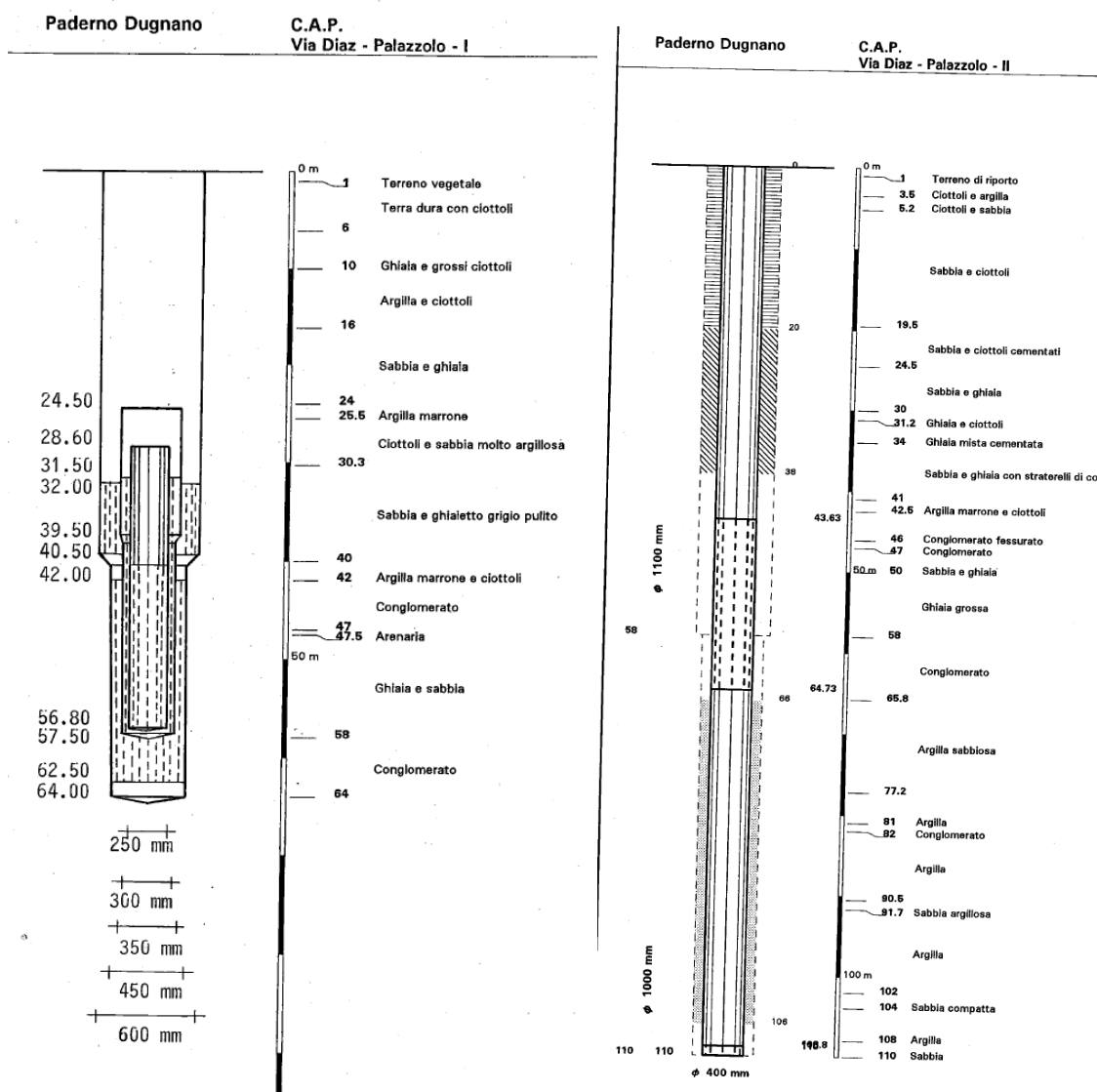


Fig. 21: Stratigrafie e caratteristiche tecniche costruttive dei pozzi potabile di Paderno PD-4 e PD-6



PROGETTISTI		SUPPORTO ALLA PROGETTAZIONE					
		A.T.P.:				Consulenti:	
				<i>Studio Associato Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. A. Barbon</i>		<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

I due pozzi sono caratterizzati dalla presenza di alternanze di ghiaie, sabbie, arenarie e conglomerati fino alla profondità di 65 metri, profondità entro cui le argille si limitano a sottili livelli di 1,5 metri di spessore.

Al di sotto, nel solo pozzo II compaiono livelli di argille più potenti e diffuse.

La porzione superiore è quindi sicuramente ad elevata vulnerabilità, stante l'assenza di livelli di protezione e soprattutto il pozzo è particolarmente vulnerabile per la presenza di fenestature già a soli 32 metri da p.c.

Entrambi i pozzi utilizzano un trattamento delle acque con carboni attivi, per la potabilizzazione delle stesse, stante il livello di compromissione qualitativa dell'acquifero freatico superiore, già discusso al precedente paragrafo.

*La vasche di progetto verranno completamente impermeabilizzate, al fine di separare, nell'utilizzo a regime, i due sistemi idrogeologici: acque invase ed acque sotterranee.*

*Particolari valutazioni e attenzioni dovranno invece essere attuate per la fase realizzativa, perché a causa della piezometria attuale vi è interazione diretta tra le operazioni di scavo e l'acquifero superiore.*

PROGETTISTI		SUPPORTO ALLA PROGETTAZIONE					
		A.T.P.:				Consulenti:	
				<i>Studio Associato Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. A. Barbon</i>		<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

## 6.0 INTERFERENZE TRA LE OPERE DI PROGETTO E L'ASSETTO IDROGEOLOGICO

Nel paragrafo 5.3 sono stati illustrati i dati relativi alle oscillazioni della prima falda nella zona interessata dalla realizzazione della vasca e precisamente:

- i dati al settembre 2013 indicano una piezometrica nella zona della vasca circa a quota 150 m. s.l.m;
- i dati successivi, disponibili fino all'ottobre 2014, mostrano una ulteriore risalita della falda di circa 4 metri;

La quota attuale della falda nell'area di intervento è stimabile in circa 154 m. s.l.m.

I fondo vasca finito è a quota 151 m. s.l.m.

Allo stato attuale la vasca sarebbe interessata da un battente idraulico di 3 metri di falda sopra il fondo finito.

Inoltre per quanto riguarda l'andamento futuro non è possibile fare previsioni, ma sono da ipotizzare ulteriori fenomeni di risalita della falda e diviene quindi necessario garantire la sicurezza e la stabilità delle opere di progetto anche nel caso in cui avvengano queste risalite.

Questa situazione implica la necessità di una serie di interventi, sia per la fase di realizzazione delle opere che per il funzionamento a regime.

Gli interventi devono essere in grado di gestire questa interferenza, dal punto di vista qualitativo (impermeabilizzazione delle vasche per una separazione totale delle acque invase rispetto a quelle del sottosuolo) e da quello quantitativo (abbassamento per i lavori, metodi per garantire la stabilità dell'impermeabilizzazione in relazione all'altezza della falda, ecc.).

PROGETTISTI		SUPPORTO ALLA PROGETTAZIONE					
		A.T.P.:				Consulenti:	
					<i>Studio Associato Geologia Spada</i>		<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

Di seguito si illustrano tali elementi.

### **6.1 IMPERMEABILIZZAZIONE DELLE VASCHE**

Per il funzionamento a regime si pongono due elementi fondamentali:

- interferenze qualitative (qualità delle acque),
- interferenze quantitative – idrogeologiche.

Fatte salve le valutazioni sulla qualità delle acque della prima falda in precedenza discusse, nonché le analisi sulla qualità delle acque di piena del fiume Seveso, si è ritenuto progettualmente, fin dalle analisi dello studio di fattibilità, quando la falda era più profonda, di mantenere completamente separati i due sistemi.

Nello specifico è stato ritenuto fondamentale impedire l'infiltrazione nel sottosuolo e nella falda delle acque di piena del fiume Seveso.

La scelta progettuale è quella di impermeabilizzare completamente tutti i settori delle vasche fino alla quota di massimo invaso.

La soluzione tecnica individuata è quella della messa in opera di un materassino bentonitico, ricoperto da circa 0,8 metri, in grado di garantire una permeabilità inferiore a  $1 \cdot 10^{-8}$  cm/sec.

Allo stato attuale il telo sarebbe assoggettato ad una sottospinta idraulica per il livello della falda.

E' stato quindi progettato un sistema in grado di garantire l'equiparazione tra i livelli della falda all'esterno ed all'interno dalla vasche.

Il sistema è costituito da una serie di tubazioni drenanti, poste alla base delle scarpate, che intercettano l'acqua di falda e la riversano all'interno del laghetto, al fine di omogeneizzare i livelli dell'acqua.

PROGETTISTI		SUPPORTO ALLA PROGETTAZIONE					
		A.T.P.:			Consulenti:		
				<i>Studio Associato Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. A. Barbon</i>		<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

Tali tubazioni sono dotate di una valvola a clapet che consente l'ingresso in vasca dell'acqua di falda, ma non consente l'uscita delle acque delle vasche verso la falda.

Si tratta quindi di un sistema monodirezionale, studiato proprio per tutelare al massimo la falda stessa.

Questa soluzione di impermeabilizzazione e bilanciamento delle spinte dell'acqua rende le vasche sostanzialmente neutre rispetto all'assetto idrogeologico, anche a regime, sia in presenza che in assenza di riempimento.

Le acque invase non possono infiltrarsi in falda e quindi non ne alterano il flusso e l'alimentazione.

Viceversa la vasca si livella come la falda circostante e quindi non costituisce ostacolo al normale deflusso della stessa.

## **6.2 ABBASSAMENTO DELLA FALDA PER I LAVORI – IMPATTI IDROGEOLOGICI**

La prima fase di interferenza con la falda si porrà però, stante l'attuale livello piezometrico, durante la realizzazione della vasca di progetto.

Il fondo della vasca è previsto a quota 151 m. s.l.m., ma per poter realizzare tutte le opere necessarie all'impermeabilizzazione del fondo ed alla sua stabilizzazione, sarà necessario scavare fino a quota 150 m. s.l.m. circa.

La massima quota di falda presunta ad oggi, come sopra dettagliato, è pari a 154 m. s.l.m.

Per le valutazioni ed analisi del presente progetto si è ritenuto di considerare come falda di riferimento il massimo valore registrato + 1 metro di franco, quindi una quota di circa 155 m. s.l.m. presso il piezometro delle vasche di Senago.

PROGETTISTI		SUPPORTO ALLA PROGETTAZIONE					
		A.T.P.:				Consulenti:	
				<i>Studio Associato Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. A. Barbon</i>		<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

In queste condizioni di progetto, la parte finale dello scavo per la realizzazione della vasca avverrà in falda, con un battente massimo di circa 5 metri.

Sarà quindi necessario, durante il cantiere, operare un abbassamento della falda stessa per poter operare correttamente ed in sicurezza.

In aggiunta a ciò la posa del telo bentonitico presuppone l'assenza di falda affiorante sulla superficie ed è quindi necessario operare una sua depressione al di sotto del piano di lavoro.

Nelle successive fasi sarà quindi fondamentale effettuare una progettazione puntuale del sistema di “dewaterig” delle aree di cantiere al fine di intervenire correttamente, per es. con pozzi perforati e relativo sistema di emungimento.

Il primo passo sarà quello di investigare puntualmente l'assetto idrogeologico specifico, prevedendo almeno:

- 1 piezometri nell'area per poter monitorare costantemente le variazioni dei livelli della falda;
- prove di pompaggio, al fine di verificare la risposta del sistema e definire i principali parametri idrogeologici.

Il progetto dovrà essere in grado di garantire gli emungimenti e gli abbassamenti necessari a garantire le lavorazioni in asciutta ed in totale sicurezza.

Contestualmente andranno analizzati e valutati gli aspetti maggiormente critici, quali:

- verifica dell'impatto del sistema di pompaggio delle acque sull'idrogeologia locale, con affetti di alterazione del flusso ed impatti sui pozzi esistenti ed in particolare su quelli potabili;

PROGETTISTI		SUPPORTO ALLA PROGETTAZIONE					Consulenti:	
		A.T.P.:						
					<i>Studio Associato Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. A. Barbon</i>		<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

- verifica della compatibilità dei cedimenti attesi a seguito dell'abbassamento dell'acqua.

Si tratta sicuramente di effetti transitori, che però sarà fondamentale analizzare con la massima attenzione, al fine di adottare tutte le necessarie soluzioni onde contenere gli impatti su livelli corretti (tipologia, profondità e distribuzione dei pozzi, quantità emunte dai singoli pozzi, controlli e verifiche sugli edifici e sul suolo, eventuali opere di compartimentazione dei settori di scavo, ecc.).

Altro aspetto fondamentale sarà il monitoraggio idrogeologico, prima, durante e dopo, sfruttando il sistema piezometrico da realizzare con i lavori e meglio descritto al successivo paragrafo.



PROGETTISTI		SUPPORTO ALLA PROGETTAZIONE					
		A.T.P.:				Consulenti:	
				<i>Studio Associato Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. A. Barbon</i>		<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

## 7.0 SISTEMA DI MONITORAGGIO DELLA FALDA NEL TEMPO

La vasca sarà impermeabilizzata, come sopra illustrato, per garantire una separazione totale tra le acque invase e quelle della falda.

Resta comunque fondamentale garantire al massimo la tutela delle acque sotterranee ed a tal fine è stato progettato un apposito sistema di controllo e monitoraggio della falda, da realizzare con i lavori delle vasche.

Per il controllo quali – quantitativo della falda è stato previsto un sistema di piezometri di controllo, disposti monte - valle (secondo la direzione di deflusso della falda) rispetto alla vasca.

Nel caso specifico, considerando le interferenze con la falda anche in fase di cantieristica, il sistema verrà utilizzato anche per monitorare gli effetti delle attività di dewatering del cantiere.

Nello specifico sono stati previsti quattro piezometri: due a monte e due a valle.

Si è ritenuto di realizzare due piezometri a monte e due a valle al fine di garantire il monitoraggio sia dell'acquifero superiore (gruppo A + B) che di quello profondo (gruppo C).

Nella zona di intervento la separazione tra i due acquiferi è netta, ma come massima tutela si è ritenuto di prevedere il controllo di entrambi.

Per un livello massimo di controlli, stante l'importanza delle acque sotterranee, si è deciso di monitorare entrambi gli acquiferi separatamente:

- il primo piezometro ha una profondità indicativa di 50 metri ed interessa l'acquifero superiore libero. Sarà fenestrato da – 30 m fino a fondo foro;

PROGETTISTI		SUPPORTO ALLA PROGETTAZIONE					
		A.T.P.:				Consulenti:	
				<i>Studio Associato Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. A. Barbon</i>		<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

- il secondo piezometro ha una profondità indicativa di 90-100 metri da p.c. Sarà interamente cementato ed isolato fino a circa 60-70 metri da p.c. (e comunque fino al massimo spessore del livello di argilla). Al di sotto sarà interamente fenestrato per poter monitorare l'acqua dell'acquifero confinato.

Tutti i piezometri avranno un diametro minimo di 4", per consentire i campionamenti ambientali, saranno quotati, dotati di specifica targhetta e sigillati con appositi pozzetti con boccapozzi, dotati di lucchetto e chiave.

Il sistema di piezometri verrà utilizzato per il monitoraggio cadenzato dei livelli della falda e dei principali parametri chimico fisici, sia naturali che di eventuale contaminazione.

Per le attività di monitoraggio da porre in essere è possibile utilizzare come riferimento iniziale le Linee Guida della Provincia di Milano per il Monitoraggio della falda per le attività di cava.

Tali linee guida prevedono le seguenti attività:

- misure piezometriche con cadenza almeno mensile
- n° 3 campionamenti per ogni piezometro all'anno, in concomitanza con le principali oscillazioni, di cui: 1 analisi tipo C3 (ex DPR 236/88) e 2 analisi tipo C2. Tali analisi sono integrate da: composti organoalogenati, idrocarburi aromatici, cromo, fenoli, antiparassitari.

Eventuali inquinanti specifici potranno essere aggiunti in base ai risultati delle analisi sulle acque superficiali del fiume Seveso.

Questo standard di analisi potrebbe essere utilizzato per lo stato di fatto e per le fasi iniziali di funzionamento della vasca.

PROGETTISTI		SUPPORTO ALLA PROGETTAZIONE					
		A.T.P.:			Consulenti:		
					<i>Studio Associato Geologia Spada</i>		<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

Lo stesso potrà essere modificato, aggiornato ed integrato in base ai risultati dei monitoraggi stessi (diversa distribuzione dei campionamenti, analisi da eseguire, ecc.).

Nelle fasi di cantiere, per le lavorazioni con impatti sulla falda, i monitoraggi andranno infittiti, sia per le oscillazioni della falda che per le caratteristiche della stessa.

Il piano dei controlli e dei monitoraggi andrà comunque discusso e concordato con gli Enti preposti a questo tipo di verifiche e controlli.

Anche il posizionamento di eventuali sonde di misura in continuo potrà essere definito con gli Enti, a seguito dei primi riscontri analitici, per individuare i parametri di maggiore sensibilità (sia nelle acque sotterranee che in quelle potenzialmente accumulate all'interno della vasca).

Le opere di monitoraggio previste devono comunque essere realizzate nelle fasi iniziali dell'intervento, al fine di consentire una verifica dello stato dei luoghi pre-intervento (che costituisce una sorta di “bianco” della situazione in essere), i controlli durante lo sviluppo del cantiere ed infine un monitoraggio del funzionamento delle opere nel tempo.

Milano, novembre 2014

#### I PROGETTISTI:

Ing. Gaetano La Montagna

Ing. Sara Melone

#### IL GEOLOGO:

Dr. Cristian Morganti