

AREA DI LAMINAZIONE DEL TORRENTE SEVESO nei Comuni di Varedo e Bovisio Masciago (MB) - 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
 Studiopaolotti@etatec.it - Studiopaolotti@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> <p>A.T.P.:</p> <div>    </div> <div> <p><i>Studio Associato</i> <i>Geologia Spada</i></p> <p><i>Dott. Ing. A. Barbon</i></p> </div> <div> <p>Consulenti:</p>  <p><i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i></p> </div>					
--	---	--	--	--	--	--

INDICE

1.0 PREMESSE	3
1.1 PROGRAMMA DI LAVORO E FONTI CONSULTATE	4
2.0 ASSETTO GEOMORFOLOGICO	7
3.0 ASSETTO GEOLOGICO	10
3.1 QUADRO GEOLOGICO COMPLESSIVO	10
3.2 SONDAGGIO GEOGNOSTICO	13
4.0 ASSETTO IDROGEOLOGICO	17
4.1 QUADRO IDROGEOLOGICO COMPLESSIVO	17
4.2 STRUTTURA IDROGEOLOGICA DI DETTAGLIO	20
4.3 PIEZOMETRIA E VARIAZIONI DEI LIVELLI DI FALDA	24
4.4 QUALITA' DELLE ACQUE SOTTERRANEE	29
4.5 PRESENZA DI POZZI AD USO POTABILE	33
5.0 POSSIBILI INTERFERENZE CON LA FALDA	38
6.0 SISTEMA DI MONITORAGGIO DELLA FALDA NEL TEMPO	40

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		 Prof. Dott. V. Mezzanotte	

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 Varedo (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 Varedo 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 1,5 Mmc, da realizzarsi in scavo rispetto al piano campagna, ad una profondità massima di circa 23-25 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:	
 Agenda Interregionale per il fiume Po	 STUDIO PAOLETTI	A.T.P.:						Prof. Dott. V. Mezzanotte
		 INGEGNERI ASSOCIATI	 WATER AND NATURAL RESOURCES CONSULTANTS	<i>Studio Associato Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. A. Barbon</i>			

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; la stessa è stata integrata dai dati puntuali di un sondaggio a carotaggio continuo, spinto fino al di sotto della profondità massima di intervento, con prove in foro.

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

1.1 PROGRAMMA DI LAVORO E 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 096 SEREGNO: note illustrative – carta geologica”* – ISPRA Servizio Geologico d'Italia – a cura di Bini A., Sciunnach D. et al. (bozza di lavoro al febbraio 2011 disponibile sul sito internet della Regione Lombardia);
2. *“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);
3. *“Geologia degli acquiferi Padani della Regione Lombardia”* – Regione Lombardia – ENI Divisione AGIP – a cura di: Carcano e Piccin – 2002;

PROGETTISTI		SUPPORTO ALLA PROGETTAZIONE						Consulenti:	
 <small>Agenzia Interregionale per il fiume Po</small>		 <small>STUDIO PAOLETTI</small>	 <small>INGEGNERI ASSOCIATI</small>	 <small>WATER AND NATURAL RESOURCES CONSULTANTS</small>					

4. *“Carta Pedologica: I suoli della Pianura Milanese Settentrionale”* ERSAL – 1999;
5. *“Influenza delle vasche di laminazione delle piene sugli acquiferi superficiali: problemi di infiltrazione, trasmissività, inquinamento”* – IRER – Rapporto Finale – aprile 2009;
6. *“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;
7. *“Stato delle acque sotterranee della Provincia di Monza e Brianza – Rapporto annuale 2012”* – ARPA Lombardia – Dip. Monza e Brianza – sett. 2013;
8. *“Progetto Qualfalda II - Lo stato quantitativo dei corpi idrici sotterranei in Provincia di Milano: Rapporto Finale”* – IRSA – CNR – anno 2007;
9. *“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 sull’area specifica fino al marzo 2010);
10. *“Provincia di Monza e Brianza – sistema informativo falda (SIF) e sistema informativo ambiente (SIA): stratigrafie e dati di sottosuolo”* (dati disponibili sull’area specifica fino al novembre 2014);
11. *“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;
12. *“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;

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

13. *“Comune di Bovisio Masciago – studio geologico del territorio Comunale secondo i criteri della D.g.r. 22/12/2005 n° 8/1566: relazione – tavole grafiche” – a cura di dr. geol. S. Frati – maggio 2006*

14. *“Comune di Cesano Maderno – Componente geologica, idrogeologica e sismica del PTG: tavole grafiche” – a cura di dr. geol. E. Ghezzi.*

I dati sopra citati sono stati integrati da verifiche e rilievi in sito ed in particolare, come già precisato, con la realizzazione di un sondaggio geognostico a carotaggio, fino alla profondità di 27 metri da p.c., con prove SPT lungo la verticale, con passo di 3 metri.

L'indagine era stata commissionata dall'ATP di supporto alla presente progettazione alla Ditta Eurogeo di Paderno Dugnano nel mese di ottobre 2014, a supporto e sostegno delle analisi eseguite per la partecipazione al bando di gara.

Stante i tempi estremamente ridotti non è stato possibile procedere ad ulteriori indagini geologiche, idrogeologiche, 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.

I principali elementi emersi dai documenti e dalle indagini sopra citate, sono sintetizzati nelle tavole grafiche specialistiche che costituiscono parte integrante del presente progetto.

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>	

2.0 ASSETTO GEOMORFOLOGICO

Le opere di progetto sono localizzate nella porzione settentrionale del Comune di Varedo (MB), nei pressi del confine con Bovisio Masciago, in sponda idrografica sinistra del torrente Seveso.

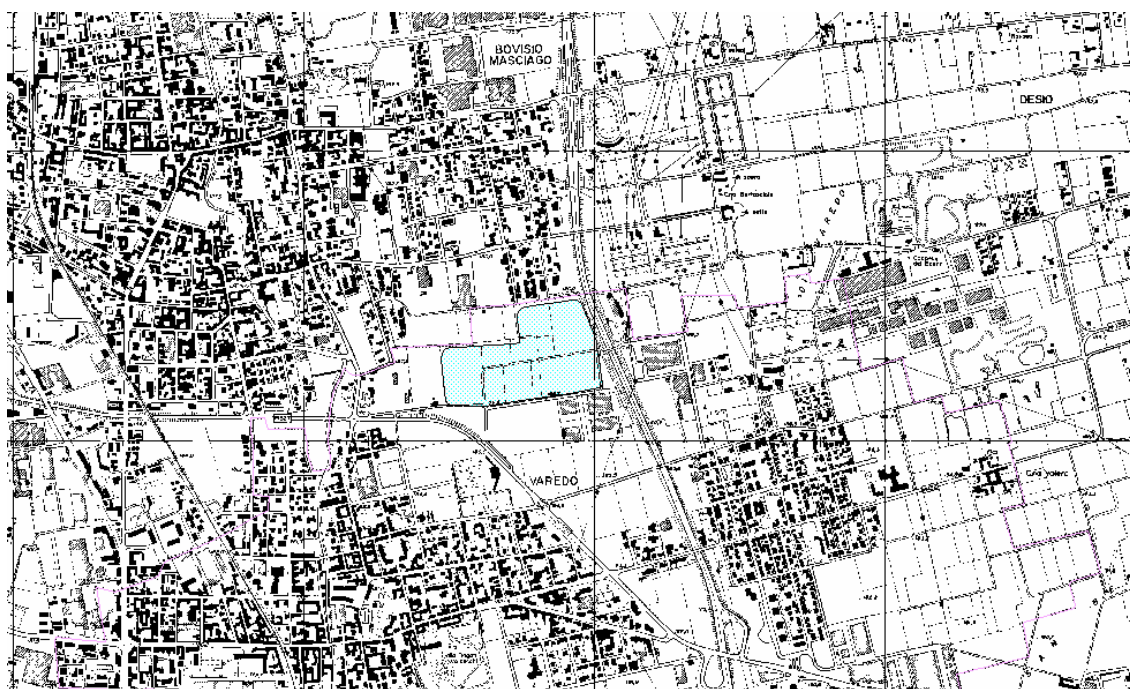


Fig. 1: Localizzazione delle vasche di progetto (in azzurro) sulla CTR. (in viola il confine comunale)

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

Dal punto di vista idrologico - idrografico, l'elemento caratterizzante è rappresentato dal torrente Seveso, che attraversa il territorio comunale in direzione N-S.

Il torrente ormai è pressoché ovunque incanalato artificialmente tra aree fortemente urbanizzate ed a perso i caratteri di naturalità che caratterizzavano il suo fondovalle, inciso e terrazzato. Nella parte alta della Provincia lo stesso scorre all'interno di una

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		

valle ben incisa ed evidente, circondata, lateralmente da una serie di terrazzamenti che progressivamente rialzano la quota del terreno.

La valle attuale, ormai non più riconoscibile nel tratto in oggetto se non per evidenze geologiche di sottosuolo; la stessa è un'eredità di quella attraversata dagli scaricatori fluviali e fluvioglaciali, connessi alle variazioni climatiche che hanno interessato il territorio e generato nel tempo una serie di successivi fenomeni di erosione e riempimento alluvionale, che sono stati progressivamente meno intensi.

Nel territorio di Varedo 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.

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.

Il torrente Seveso, come detto, è l'elemento idrologico principale, ma il suo corso è, come detto, ormai quasi totalmente artificiale per l'intensa urbanizzazione delle aree.

Le aree laterali pianeggianti non hanno sviluppato alcun sistema di drenaggio consolidato, anche per la forte urbanizzazione, ed il reticolo idrografico minore è praticamente assente.

Le quote dell'area di intervento variano tra 186 m. s.l.m. e 190 m. s.l.m., con un trend di decremento regolare verso sud.

L'area interessata dal presente intervento è attualmente caratterizzata, negli strumenti di pianificazione, da una destinazione ad uso agricolo.

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>	



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

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						

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 materiali depositati prevalentemente da scaricatori fluvioglaciali del Wurm o localmente più antichi (Riss).

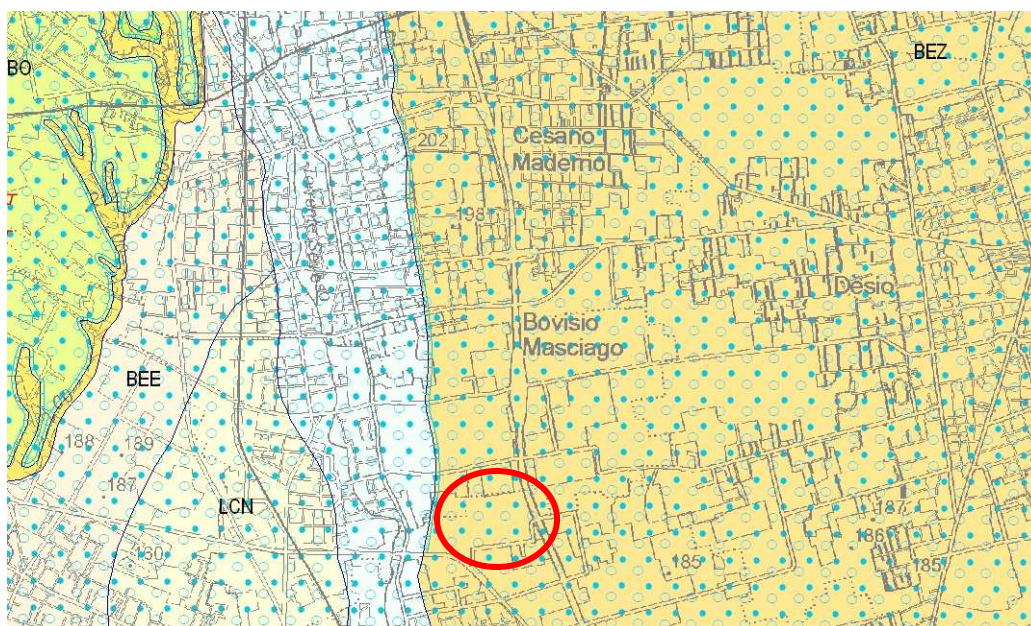
I terrazzi rialzati, visibile al margine nord-ovest dell'allegata carta geologica, sono più antichi: gli stessi sono stati attribuiti al Mindel e sono caratterizzati da una superficie superiore fortemente alterata e pedogenizzata (Ferretto).

I nuovi rilievi effettuati nell'ambito del progetto CARG hanno rivisto questa metodologia di rilevamento e distinzione dei corpi geologici, adottando 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 096 Seregno", a cura di Bini et al., attualmente disponibile nella versione in bozza.

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.

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>



SUCCESSIONE CONTINENTALE NEOGENICO-QUATERNARIA

UNITA' NON DISTINTE IN BASE AL BACINO DI APPARTENENZA



	SINTEMA DEL PO Da sabbie a supporto di matrice a ghiaie fini con sabbia grossolana a supporto di clasti, ma con matrice abbondante costituita da sabbie grossolane: depositi fluviali e di conoide dominati da debris flow. Argille e torbe: depositi lacustri. Alterazione assente. Morfologia ben espressa nelle piane fluviali dei principali corsi d'acqua. PLEISTOCENE SUPERIORE - OLOCENE
	SUPERSINTEMA DI BESNATE BE Diamicton massivi a supporto di matrice: depositi glaciali. Ghiaie stratificate a supporto di clasti o a supporto di matrice: depositi fluvio-glaciali. Profilo di alterazione poco evoluto su spessori di circa 4 metri, con mediamente il 50% dei clasti alterati. Morfologie conservate. BXE UNITA' DI BULGAROGGRASSO (BXE): diamicton massivi a supporto di matrice e clastico: <i>till</i> di ablazione. Diamicton massivi a supporto di matrice, sovraconsolidati: <i>till</i> di alloggiamento. BMI Ghiaie a supporto di matrice e localmente a supporto clastico, ghiaie a supporto di matrice, debolmente stratificate e gradate: depositi fluvio-glaciali. Colore della matrice 10YR, 2.5Y e 5Y. BEE Profilo di alterazione poco evoluto su spessori di circa 2 metri, con mediamente il 40% dei clasti alterati. Morfologie poco conservate e frammentate da successivo 'evento glaciale'. SUM UNITA' DI MINOPRIO (BMI): diamicton massivi a supporto di matrice, debolmente compatti; ghiaie massive a supporto clastico e localmente a supporto di matrice: <i>till</i> di ablazione. Diamicton massivi a supporto di matrice, sovraconsolidati, diamicton massivi a supporto clastico: sovraconsolidati, ghiaie massive a supporto di matrice, addensate: <i>till</i> di alloggiamento. Limi massivi debolmente compatti con clasti mediamente millimetrici: <i>till</i> di colata. Limi argillosi laminati, sabbie fini limose e limi sabbiosi laminati, con clasti annegati pluricentrici: depositi glaciolacustri. Ghiaie massive a supporto di matrice sabbiosa debolmente limosa; ghiaie e ghiaie sabbiose massive a supporto clastico; diamicton massivi a supporto clastico con matrice interstiziale; sabbie fini limose con clasti centimetrici: depositi fluvio-glaciali. Colore della matrice 10YR e 2.5Y. Profilo di alterazione poco evoluto su spessori di 1 metro, con mediamente il 30-40% dei clasti alterati. Morfologie poco conservate. BEZ UNITA' DI CADORAGO (BEE): diamicton massivi a supporto di matrice: <i>till</i> di ablazione. Diamicton massivi a supporto di matrice, sovraconsolidati: <i>till</i> di alloggiamento. Ghiaie medio fini a supporto di matrice, diamicton massivi a supporto di matrice: depositi di contatto glaciale. Ghiaie medio grossolane massive, debolmente stratificate a supporto sia di matrice sia clastico, sabbie medio fini massive con clasti: depositi fluvio-glaciali. Limi argillosi laminati: depositi glaciolacustri. Colore della matrice generalmente 10YR, localmente 7.5YR 2.5Y. Profilo di alterazione poco evoluto su spessori di circa 2 metri, con mediamente il 40% dei clasti alterati. Morene a morfologie ben conservate e ampie piane fluvio-glaciali. UNITA' DI SUMIRAGO (SUM): ghiaie a stratificazione orizzontale, gradate; sabbie limose massive: depositi fluvio-glaciali. Colore della matrice 2.5Y e 10YR. Profilo di alterazione spesso circa 4 metri con più del 50% dei clasti alterati. Morfologie conservate con ampie piane fluvio-glaciali. UNITA' DI GUANZATE (BEZ): diamicton massivi a supporto di matrice: depositi glaciali. Ghiaie massive e localmente isorientate a supporto di matrice: depositi fluvio-glaciali. Colore della matrice 10YR localmente 2.5YR e 7.5YR verso la sommità del profilo. L'alterazione interessa mediamente il 50% dei clasti. Massima avanzata dei ghiacciai 'Besnate' con morene a morfologie conservate e ampie piane fluvio-glaciali. PLEISTOCENE MEDIO - SUPERIORE

Fig. 3: Estratto della bozza della "Carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000 – foglio 096 Seregno". Il contorno rosso individua l'area in oggetto. In legenda sono riportate le Unità geologiche interessate dalle opere. Il sovrasimbolo a pallini azzurri indica per la totalità dell'area "depositi alluvionali a ghiaie prevalenti"

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

L'area di intervento, in cui verrà realizzata la vasca interessa interamente il Supersintema di Besnate – Unità di Guanzate.

SuperSintema di Besnate – Unità di Guanzate - (BEZ - Pleistocene medio - sup.)

L'Unità è costituita da ghiaie da medie a grossolane, massive, a supporto di matrice sabbiosa o di clasti.

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

I clasti sono di natura poligenica, arrotondati, con dimensione variabile.

Si tratta dei depositi alluvionali che costituiscono tutta la sponda idrografica sinistra del torrente Seveso, oltre la fascia centrale valliva.

Tali depositi rappresentano la massima avanzata dei ghiacciai di Besnate, con morene nelle porzioni settentrionali ed ampie piane fluvioglaciali nella zona in esame.

Sintema 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 ovest dell'area interessata dalle opere.

Tutto l'ambito di intervento è quindi caratterizzato dalla presenza di depositi a prevalente natura ghiaiosa e ghiaioso sabbiosa, di origine fluviale e fluvioglaciale, con limitato spessore di alterazione superficiale.

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>	

3.2 SONDAGGIO GEOGNOSTICO

Al fine di definire in maniera puntuale le caratteristiche del sottosuolo, nella zona di intervento è possibile fare riferimento al sondaggio geognostico effettuato dalla Ditta Eurogeo di Paderno Dugnano nel mese di ottobre 2014, su commissione dall'A.T.P. che supporta la Scrivente.

Si reputa importante ribadire che, stante i tempi estremamente ridotti disponibili per predisporre la presente progettazione, non è stato possibile procedere ad ulteriori indagini geologiche – geognostiche.

Nelle successive fasi sarà certamente fondamentale procedere ad una serie di approfondimenti specifici (sondaggi, prove geotecniche, misure piezometriche, analisi di laboratorio, ecc.) per valutare, in maniera puntuale, tutte le situazioni.

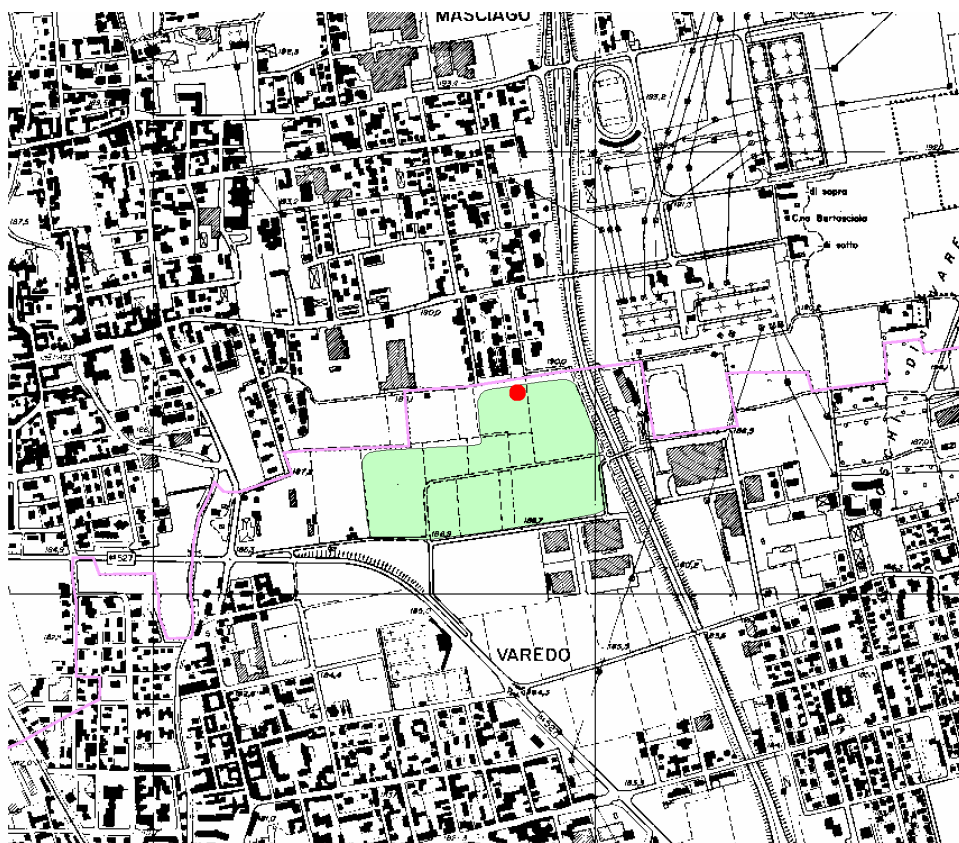


Fig. 4: Ubicazione del sondaggio geognostico

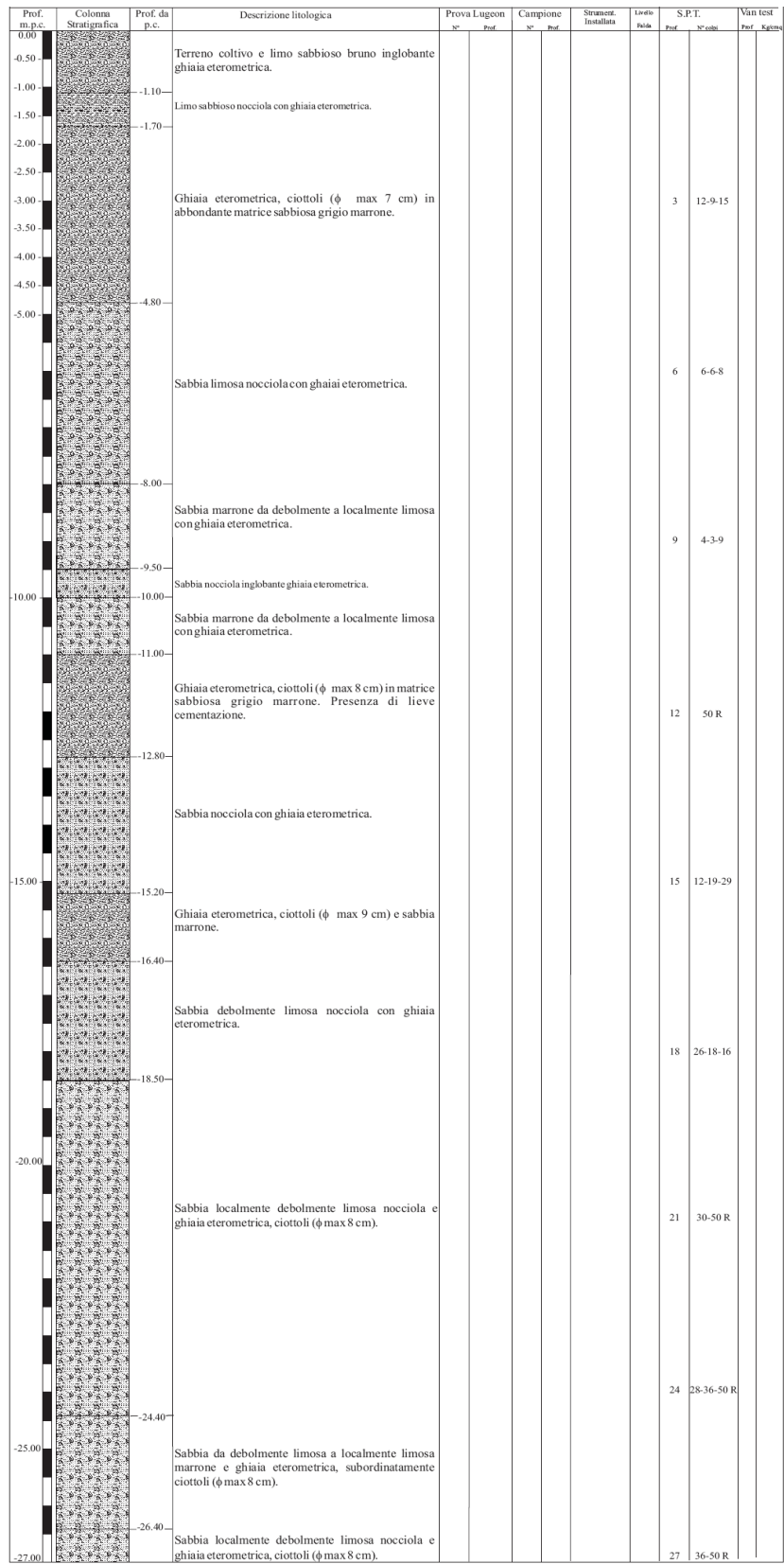


Fig. 5: Stratigrafia del sondaggio geognostico

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

Il sondaggio ha raggiunto la profondità di 27 metri dal p.c. ed è stato utilizzato per una serie di prove SPT in avanzamento.

Il terreno superficiale coltivo è un limo sabbioso, inglobante ghiaia eterometrica e presenta uno spessore di circa 1,1 metri.

Al di sotto e fino alla massima profondità investigata, la situazione risulta sufficientemente omogenea, con netta dominanza di sabbie limose e/o debolmente limose, di colore nocciola, con ghiaia eterometrica e ciottoli, da arrotondati a subarrotondati e dimensione massima di 6-8 cm.

Localmente le ghiaie divengono dominanti rispetto alle sabbie e presentano anche deboli segni di cementazione



S2 cassa 1 da 0.00 a 5.00 m



S2 cassa 2 da 5.00 a 10.00 m



S2 cassa 3 da 10.00 a 15.00 m



S2 cassa 4 da 15.00 a 20.00 m

Fig. 6: Cassette del sondaggio per le profondità comprese tra 0 e 20 metri da p.c.

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



S2 cassa 5 da 20.00 a 25.00 m



S2 cassa 6 da 25.00 a 27.00 m

Fig. 7: Cassette del sondaggio per le profondità comprese tra 20 e 27 metri da p.c.

Nel foro di sondaggio, fino alla massima profondità investigata, non è stata rinvenuta la falda.

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>

4.0 ASSETTO IDROGEOLOGICO

In relazione alle peculiarità dell'area in esame ed alla tipologia delle opere di progetto, che comportano importanti scavi nel suolo fino ad oltre 20 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'area di intervento, al fine di poter avere dei dati puntuali sui livelli della falda e sulle loro evoluzione nel tempo.

4.1 QUADRO IDROGEOLOGICO COMPLESSIVO

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

- 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.
- 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).

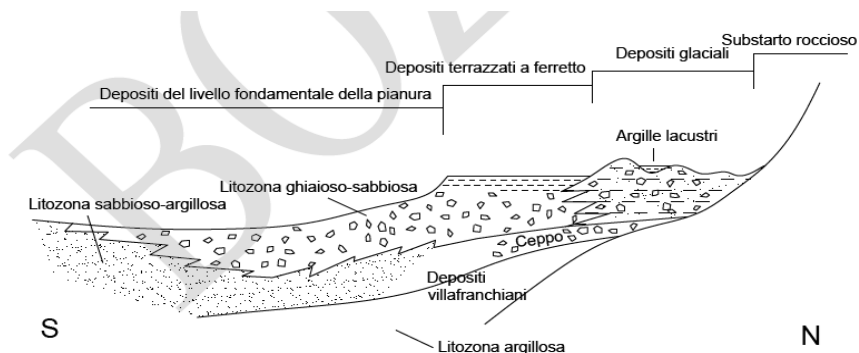


Fig. 8: Schema delle principali unità idrogeologiche (tratto da "CARG – note illustrative al foglio 118")

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>

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-continantale. 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”. Nei depositi argillosi sono intercalati livelli di sabbia fine e finissima, sabbia media bioturbata, fino a ghiaie e sabbie. 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, a cui si riferisce la classificazione idrogeologica classica sopra descritta.

La suddivisione ricalca il seguente schema complessivo:

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

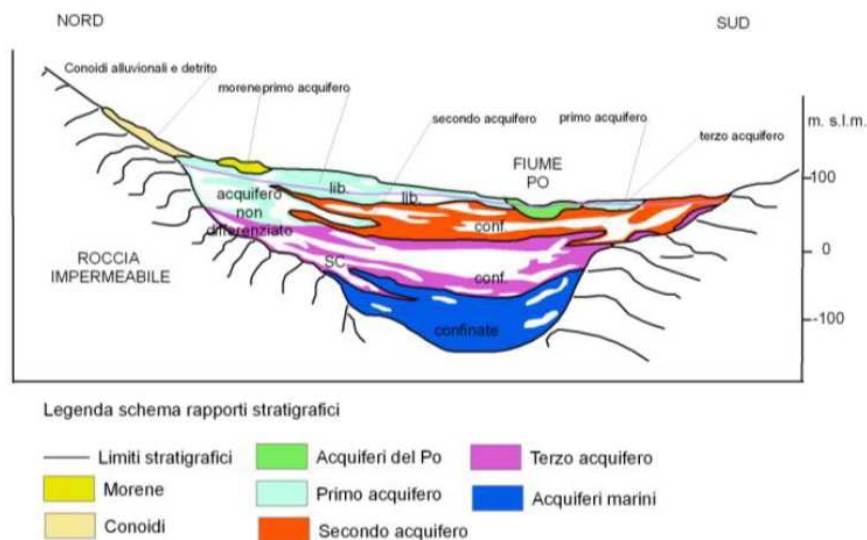


Fig. 9: Schema idrogeologico della Pianura Padana (tratto da "CARG – note illustrative al foglio 118")

Per quanto riguarda l'andamento complessivo della superficie della falda freatica, è possibile fare riferimento alle analisi ed ai dati della Provincia di Milano riferiti al marzo 2010 (fino a tale periodo il SIT della Provincia di Milano elaborava anche i dati dei Comuni di Monza e Brianza).

L'andamento complessivo generale della falda nella zona di interesse è di tipo radiale, debolmente convergente, con quote comprese, nel territorio Comunale di Varedo tra 145 e 155 m. s.l.m.

Le direzioni di deflusso idrico sono mediamente NNE-SSW, con la tendenza a diventare quasi N-S nella porzione orientale ed invece a portarsi, nelle zone occidentali, 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 marzo 2010 è compresa tra 150 e 155 m. s.l.m.

L'immagine seguente visualizza, a grande scala, la situazione descritta.

PROGETTISTI 	SUPPORTO ALLA PROGETTAZIONE A.T.P.: <div>      </div>					Consulenti:  
---	--	--	--	--	--	--

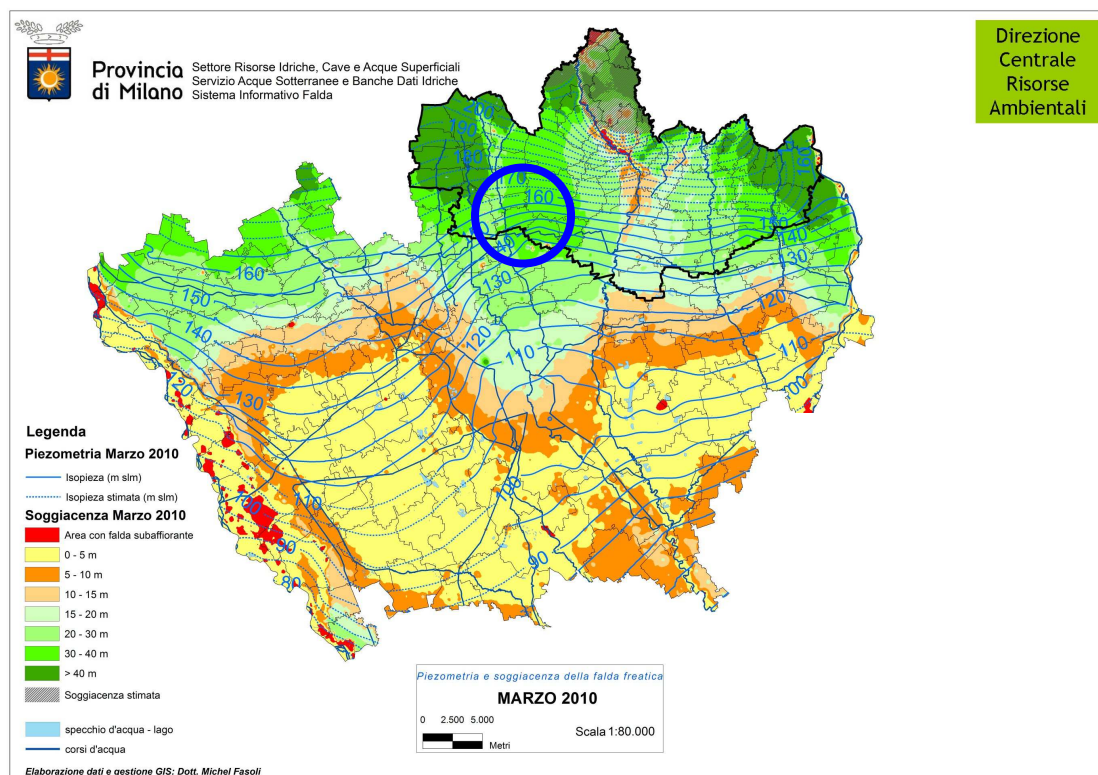


Fig. 10: Carta delle piezometrie e delle soggiacenze medie per il marzo 2010 (fonte: Provincia di Milano)

4.2 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 3, 7, 11, 12, 13 e 14 del par. 1.1.

L'area di intervento è localizzata nella porzione occidentale del territorio di Monza e Brianza, in cui 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.

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

Le sezioni idrogeologiche seguenti rappresentano un transetto nord-sud attraverso il territorio di Varedo, partendo da Seveso per arrivare fino a Cusano Milanino

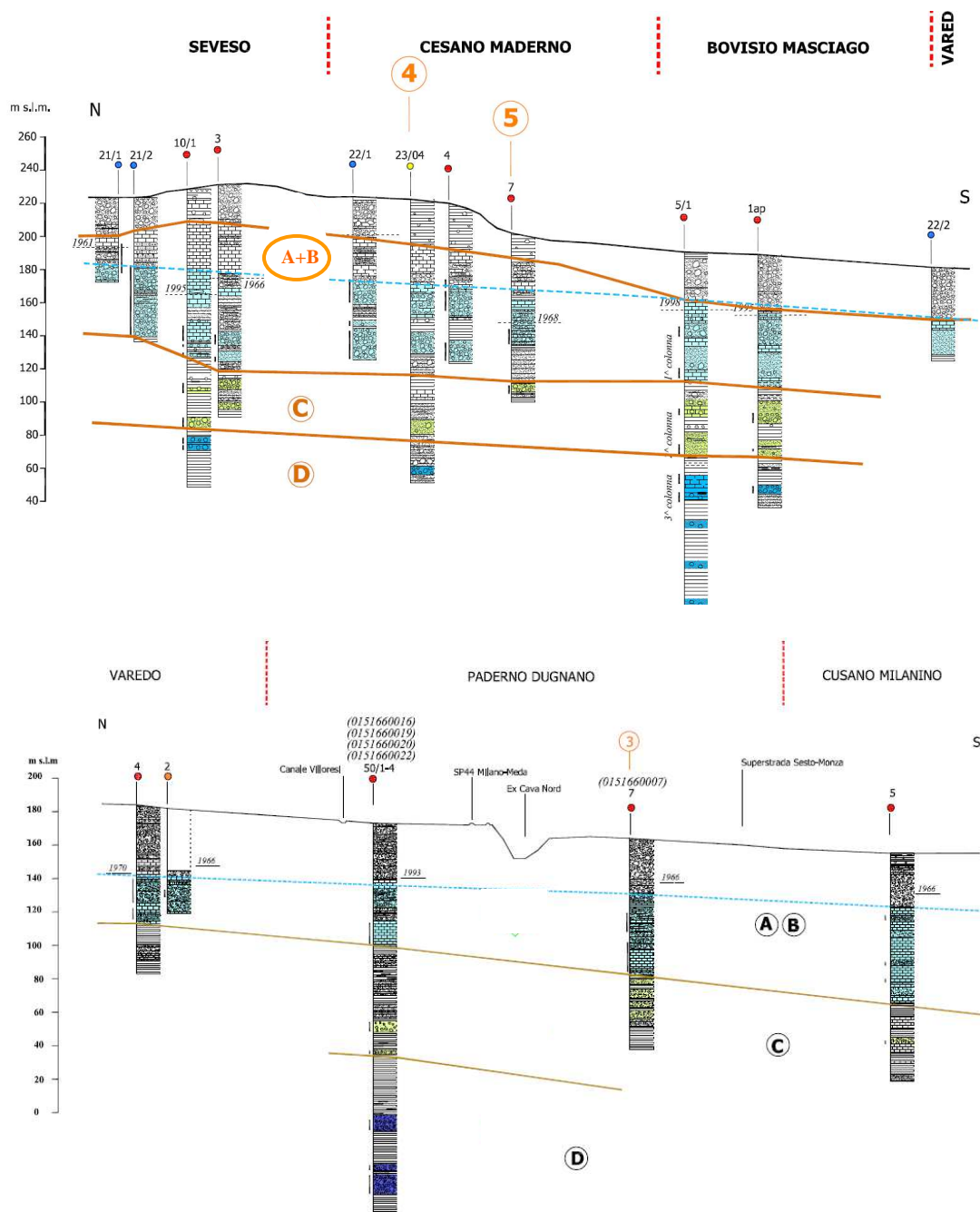


Fig. 11: Sezione idrogeologica W-E attraverso il territorio di Varedo, con individuazione delle principali unità idrogeologiche (la sezione nord è tratta da: "Studio geologico di supporto al PGT" – Studio idrogeotecnico associato – tavola DP_d1.4 del Comune di Cesano Maderno ed è stata modificata/ la sezione sud è tratta da: "Studio geologico di supporto al PGT" – Studio idrogeotecnico associato – tavola 3 del Comune di Padano Dugnano)

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>	

Gruppo acquifero A+B: In questa zona dell’alta pianura i due gruppi acquiferi A e B sono indistinti e coincidono, a tutti gli effetti, con l’”acquifero tradizionale”.

Nel dettaglio la porzione superiore di questa unità sabbioso ghiaiosa (acquifero A) potrebbe essere individuata fino a circa 25-30 metri da p.c. (vedi linea arancione indicata nella sezione nord), ma si tratta di una distinzione quasi fittizia, perché la zona è generalmente insatura e comunque il limite sarebbe difficile da individuare con continuità.

Si è quindi ritenuto di considerare tutta la zona superiore sabbioso ghiaiosa con l’accorpamento dei due gruppi, anche per continuità ed omogeneità con le distinzioni normalmente attuate nella pianura a sud dell’area.

Questa unità 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.

La maggior parte dei pozzi presenti nell’area interessano questo gruppo e subordinatamente il sottostante gruppo C.

Il gruppo, complessivamente, costituisce il sottosuolo fino ad una profondità media di 80-100 metri.

Nella zona di studio lo spessore è di circa 80 metri, con una soggiacenza della falda di circa 35 metri dal p.c..

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>

Gruppo acquifero C: è presente nel territorio esaminato al di sotto del Gruppo B e si sviluppa per uno spessore di almeno 40-50 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 soprattutto nella zona a sud

E' 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.

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

4.3 PIEZOMETRIA E VARIAZIONI DEI LIVELLI DI FALDA

L'andamento complessivo generale della falda nella zona di interesse è di tipo radiale, debolmente convergente, con quote comprese, nel territorio Comunale di Varedo tra 145 e 155 m. s.l.m.

Le direzioni di deflusso idrico sono mediamente NNE-SSW, con la tendenza a diventare quasi N-S nella porzione orientale ed invece a portarsi, nelle zone occidentali, NE-SW.

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

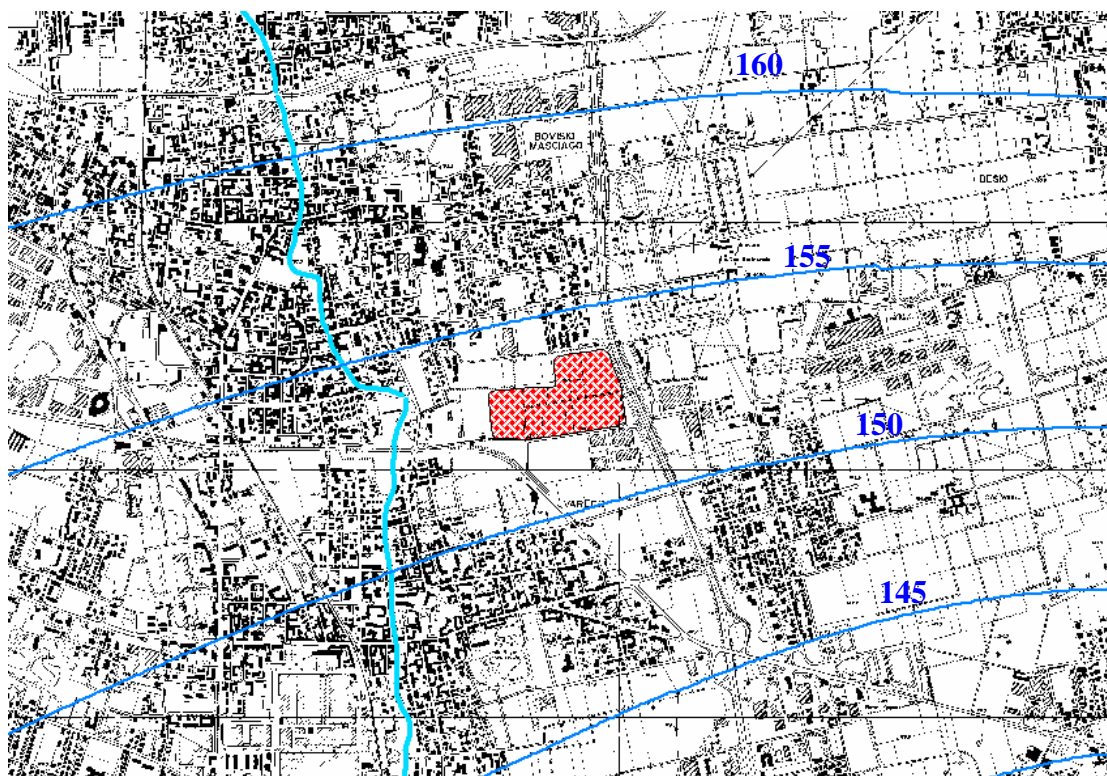


Fig. 12: Carta della piezometria della prima falda al marzo 2010 (fonte: Provincia di Milano - ridisegnata) su CTR, con localizzazione della vasca di progetto

Nella zona di interesse la quota piezometrica al marzo 2010 era compresa tra 150 e 155 m. s.l.m. Il suolo ha una quota variabile da 185-186 m. s.l.m. verso sud a circa 190 m. s.l.m. a nord: la soggiacenza è quindi di circa 35 metri da p.c.

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

L'immagine seguente, ricavata dai dati del SIF della Provincia di Milano, visualizza la piezometria della I falda e la soggiacenza nell'area della vasca, alla data del marzo 2010 (come la figura 12), e riporta anche, come raffronto, gli anni 2009 e 2007.

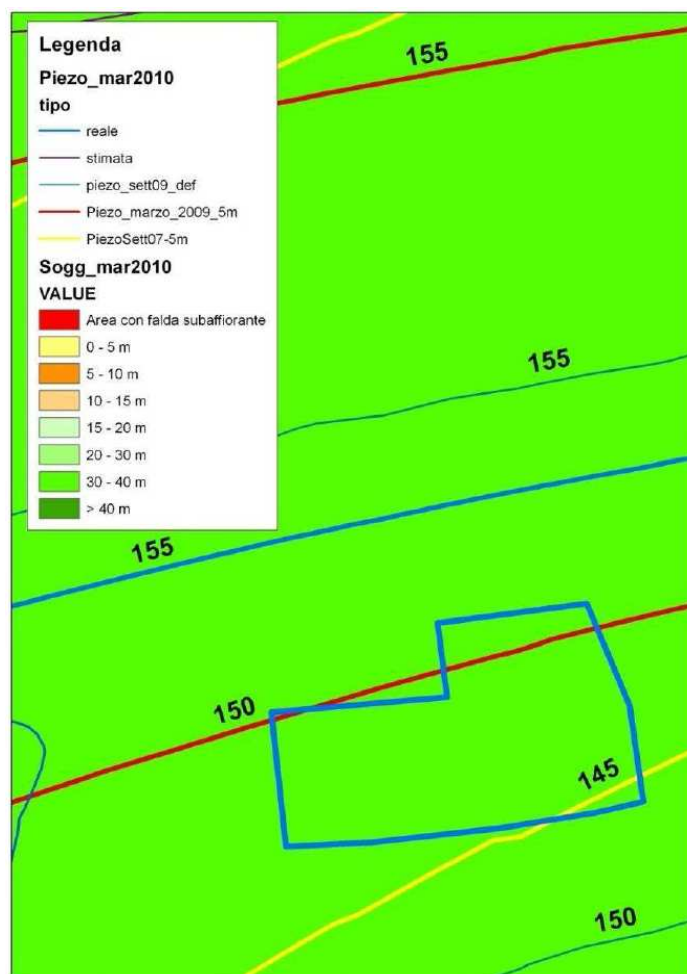


Fig. 13: Dettaglio della carta delle piezometrie e delle soggiacenze medie per il marzo 2010, in raffronto al settembre 2007 ed al marzo 2009 (fonte: Provincia di Milano)

Dalla carta emerge un dato molto interessante: si osserva che la piezometrica del settembre 2007 (in giallo) è di circa 6-7 metri più bassa (145 m. s.l.m. a fronte di una quota al marzo 2010 di 150-155 m. s.l.m.).

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

Le oscillazioni della superficie piezometrica possono quindi subire variazioni molto importanti nel tempo ed è quindi necessario fare alcune considerazioni su questo aspetto specifico, che riveste grande importanza per il progetto.

Le valutazioni seguenti si riferiscono ad una serie di analisi condotte dai Consulenti in aree vicine ed ai dati disponibili su una serie di documenti pubblici, relativi a tutta l'alta pianura Milanese – Brianzola (analisi basate su monitoraggi di lunga e lunghissima data, su pozzi e piezometri).

Il grafico di seguito riportato è relativo ad un pozzo del Comune di Bollate, che ha consentito le verifiche per un periodo lungo, e che è significativo delle variazioni e delle oscillazioni della falda nel tempo nell'alta pianura tra le Province di Milano e Monza.

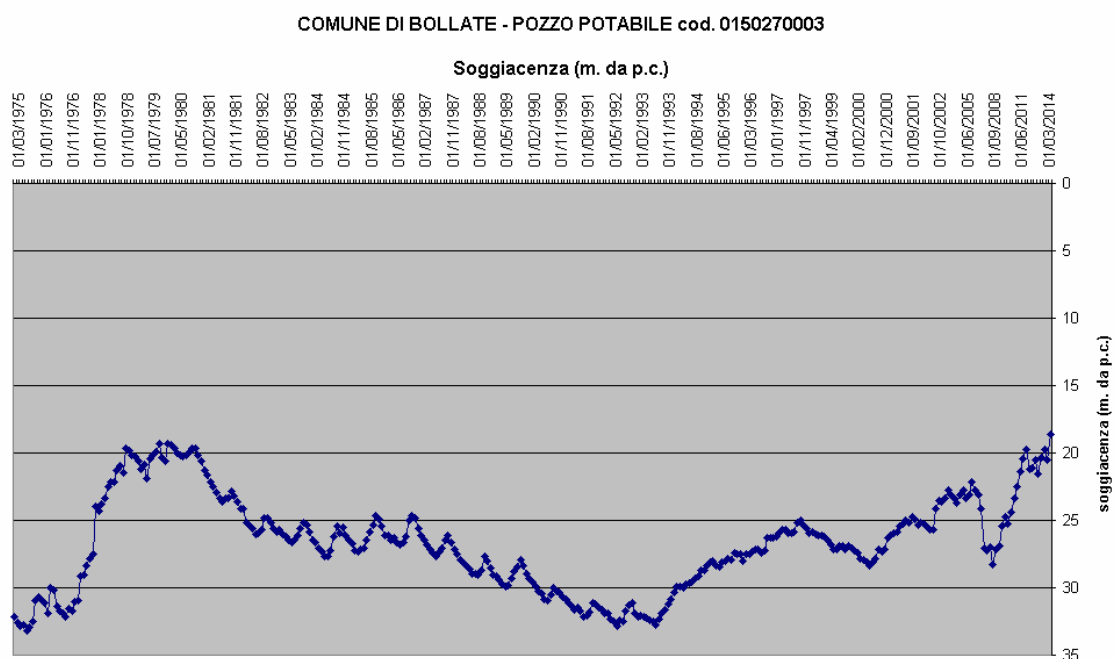


Fig. 14: Andamento della soggiacenza dal 01/01/1975 al 01/03/2014 per il pozzo potabile del Comune di Bollate cod. 0150270002

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

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.

Le curve dei pozzi dell'alta pianura evidenziano, generalmente, un periodo di minima soggiacenza della falda tra il 1978 ed il 1980, connesso alle abbondanti precipitazioni del periodo 1976-1977.

A questo periodo sono seguite fasi di abbassamento importante, come all'inizio degli anni '90 in cui si raggiunsero i livelli del 1975 e nel 2000, in cui si ha un picco negativo dopo molti anni di risalita della falda.

Un importante periodo di abbassamento si è registrato tra il 2006 ed il 2007, seguito poi da una importante fase di risalita fino al 2011, in cui la falda si è riportata sui valori massimi del 1978-1980.

Dopo un periodo di sostanziale stabilità (2011 – 2013), tra la fine del 2013 e la metà del 2014 il livello si è ulteriormente rialzato, portando la falda a raggiungere valori di massima risalita mai registrati.

In relazione alla problematica della realizzazione della vasca, sulla scorta dei dati al 2010, che indicano una piezometrica nella zona della vasca circa a quota 153 m. s.l.m., vi sarebbe un franco di circa 11,50 metri dal fondo della vasca stessa (considerando che la quota progettuale del fondo vasca è a quota 164,50 m. s.l.m.).

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

E' però da considerare che la falda, dopo tale data, ha subito ulteriori innalzamenti anche significativi nell'alta pianura e precisamente:

- mediamente tra il marzo 2010 ed il settembre 2013 si è riscontrato nella zona immediatamente a sud-ovest (dati SIF della Provincia di Milano per i Comuni di Paderno Dugnano, Bollate e Senago) un innalzamento di circa 5 metri;
- nella zona di Senago, in base ai monitoraggi idrogeologici per il progetto della vasca di laminazione del Seveso è stato riscontrato un ulteriore innalzamento, tra la fine del 2010 e l'ottobre 2014 di ulteriori 3-4 metri.

Integrando tali dati è possibile stimare una quota piezometrica superiore a 160 m. s.l.m. (circa 162 m. s.l.m.), quindi circa 2,5 metri al di sotto del fondo vasca finito.

Per quanto riguarda l'andamento futuro non è possibile fare previsioni e diviene quindi necessario garantire la sicurezza e la stabilità delle opere di progetto anche nel caso di una imponente risalita della falda.

Si è quindi ritenuto, progettualmente, di prevedere 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, quale massima garanzia 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>

4.4 QUALITA' DELLE ACQUE SOTTERRANEE

Per un inquadramento complessivo, sia a scala Provinciale che a livello Comunale, della qualità delle acque 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” (il rapporto contiene dei dati anche per il territorio di Monza e Brianza più vicino al confine della Provincia, proprio come il comune di Varedo);
- ARPA – Dipartimento di Monza e Brianza nel 2012 per la valutazione dello Stato di Qualità della acque sotterranee.

Come inquadramento complessivo verrà, di seguito, utilizzato il primo documento, relativo ad un territorio e con un corposo numero di punti di controllo e verifica; il secondo documento verrà utilizzato nella parte finale del paragrafo per una verifica incrociata dei dati disponibili.

Lo studio Qualfalda 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):

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>

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.

Per i parametri organici sono 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, metolaclor, 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;

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							

- 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 Varedo e Bovisio Masciago.

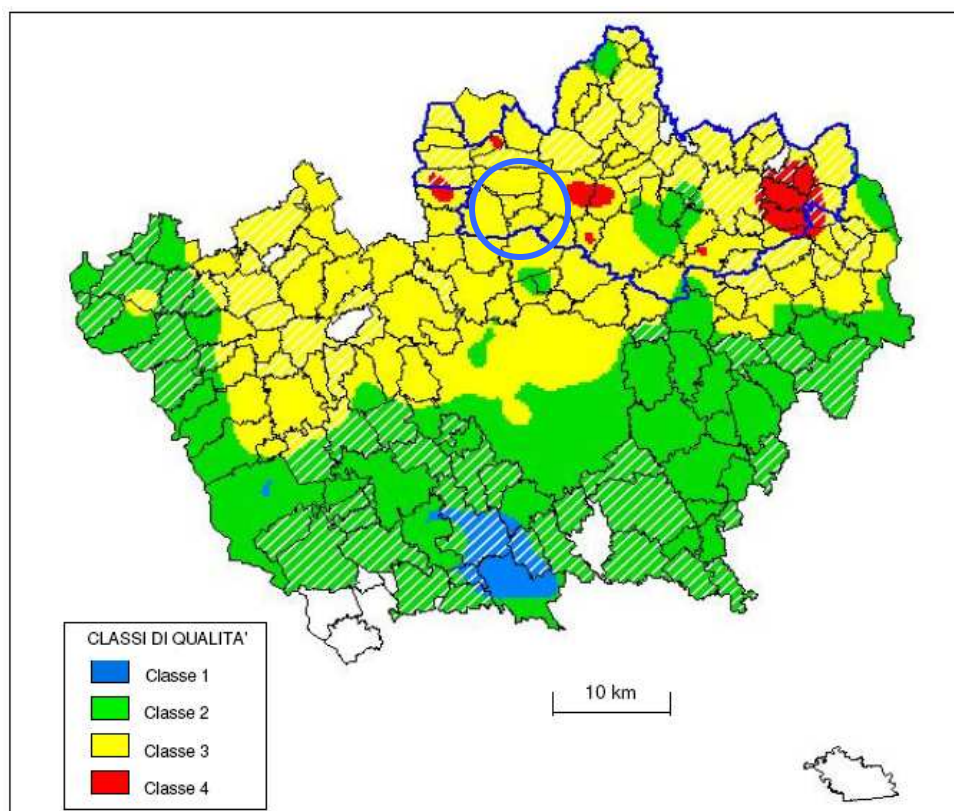


Fig. 15: Classi di qualità chimica SCAS in Prima e Seconda Falda per tutti i parametri di base

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

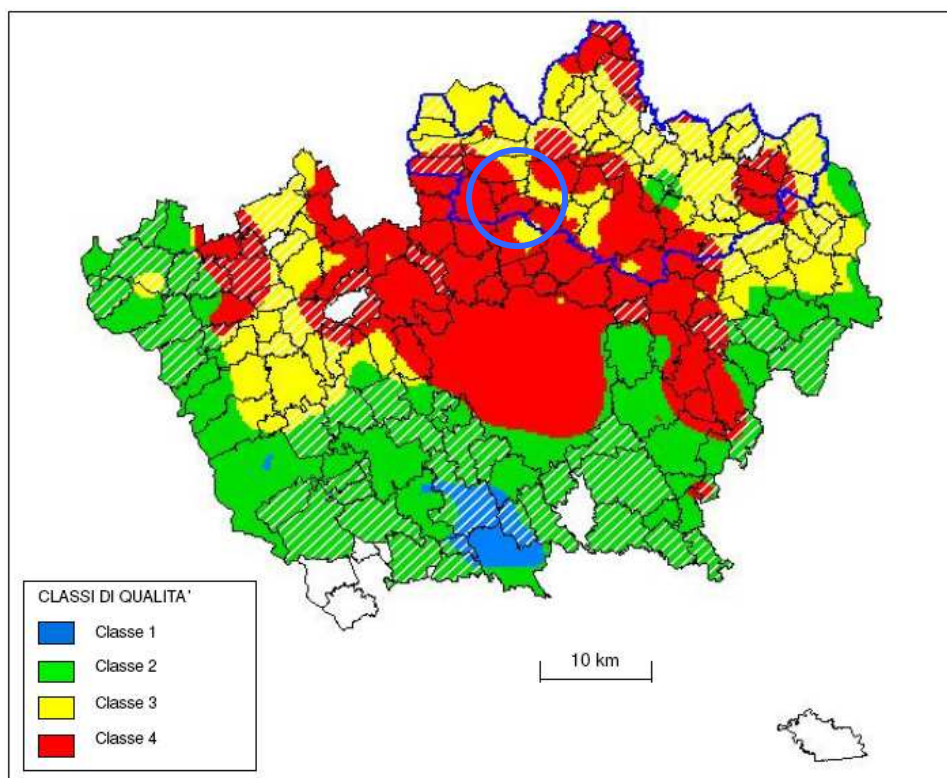


Fig. 16: Classi di qualità chimica in Prima e Seconda Falda per tutti i parametri di base ed addizionali
I territori di Varedo e Bovisio Masciago presentano le seguenti caratteristiche di qualità:

CLASSE 3 - impatto antropico significativo – alcuni segnali di compromissione:

Prima e Seconda falda – parametri di base

CLASSE 4 – impatto antropico rilevante – caratteristiche idrochimiche scadenti

Prima e Seconda falda – parametri di base ed addizionali

Lo studio dell'ARPA di Monza e Brianza ha condotto le medesime verifiche su una serie di pozzi nella provincia.

Per l'area in oggetto i punti più vicini di controllo sono nei comuni di Desio e Limbiate, posti presso i confini est ed ovest a quindi rappresentativi della situazione.

Nel 2012 i controlli in entrambe le località conducono ad una valutazione di CLASSE 4, perfettamente in linea con le analisi CNR-IRPI.

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>

Le problematiche sono prevalentemente connesse alla presenza dei solventi clorurati, la cui presenza nelle acque dell'alta pianura Milanese è ormai documentata dagli anni '70.

Un ulteriore elemento di attenzione è legato alla presenza dei nitrati.

Il contesto è quindi quello di una risorsa molto delicata ma anche già fortemente compromessa, per l'utilizzo intensivo del territorio e per le contaminazioni di origine industriale, agricola ed anche civile.

4.5 PRESENZA DI POZZI AD USO POTABILE

La Carta Piezometrica allegata al presente progetto visualizza la distribuzione dei pozzi ad uso potabile dei Comuni di Bovisio Masciago, Varedo e Paterno Dugnano, in relazione alla localizzazione delle vasche ed alla direzione di flusso della falda.

Le fonti utilizzate sono le n° 11-12-13 e 14 di cui al par. 1.1.

La cartografia, cui si rimanda per tutti i dettagli, oltre a confermare la valutazioni sopra effettuate sull'andamento della superficie piezometrica, evidenzia chiaramente i seguenti elementi:

- 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 Bovisio Masciago sono tutti localizzati a monte o lateralmente all'area di intervento rispetto alla direzione di deflusso della falda. Il pozzo più vicino è il cod. 20, che è ubicato a circa 300 metri di distanza verso nord-est, oltre la superstrada Milano - Meda;

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							

- i pozzi utilizzati a scopo potabile più vicini alla zona di intervento, lungo la direzione di deflusso della falda, sono i pozzi cod. 0152310003 - 004 del Comune di Varedo posti a circa 450 metri ed il pozzo 0152310002 posto ad oltre 700 metri;
- nella cartografia sono state individuate, con apposto resinatura, alcune aree ritenute critiche e/o comunque delicate per le acque sotterranee: si tratta di alcuni ambiti di cava dismessa (le cave, con l'asportazione di materiale, riducono la protezione delle acque sotterranee) e della vastissima area industriale dismessa, localizzata tra Varedo e Paderno Dugnano, della SNIA-Viscosa, attualmente oggetto di interventi di caratterizzazione e bonifica ambientale.

Al fine di verificare le caratteristiche stratigrafiche e costruttive dei pozzi potabili, sono state analizzate tutte le stratigrafie degli stessi, disponibili sul SIA della Provincia di Monza e Brianza.

La tabella seguente, tratta dai documenti di cui sopra integrati dagli studi geologici comunali, evidenzia, per i diversi pozzi lo stato di attività, la profondità massima, la quota dei filtri.

In particolare questo ultimo parametro consente di valutare l'acquifero in cui avviene l'attingimento, in relazione al modello descritto ai par. 4.1 e 4.2.

La tabella seguente, tratta dai documenti di cui sopra, evidenzia, per i diversi pozzi potabili dei Comuni di Bovisio Masciago e di Varedo l'ubicazione, l'anno di costruzione, la profondità massima, lo stato di attività e la quota dei filtri.

In particolare questo ultimo parametro consente di valutare l'acquifero in cui avviene l'attingimento, in relazione al modello descritto ai par. 5.1 e 5.2.

COMUNE DI BOVISIO MASCIAGO

PROGETTISTI 	SUPPORTO ALLA PROGETTAZIONE A.T.P.: <div>        </div>					
--	--	--	--	--	--	--

n.	Codice SIF	Località	Anno	Prof. (m)	Filtri (prof. m)	Attività Note
1	0150300001	Via Roma	1995	148.20	da 95.60 a 101.60 da 117.20 a 118.70 da 139.70 a 144.20	In disuso Nessuna area di salvaguardia
2	0150300002	Vi Roma	1954	80.00	n.d.	In esercizio Area di salvaguardia geometrica R=200 m
3	0150300003	Via Comasinella	1963	65.00	n.d.	In esercizio Area di salvaguardia geometrica R=200 m
4	0150300004	Via Comasinella 1	1970	80.00	n.d.	In esercizio Area di salvaguardia geometrica R=200 m
5	0150300088	Via Bellini	1998	79.00	da 43.00 a 51.00 da 70.00 a 76.00	In esercizio Area di salvaguardia geometrica R=200 m
6	0150300089	Via Bellini	1998	125.00	da 94.00 a 98.00 da 116.00 a 123.00	In esercizio Area di salvaguardia geometrica R=200 m
7	0150300090	Via Bellini	1998	162.00	da 134.00 a 140.0 da 144.00 a 151.00	In esercizio Area di salvaguardia geometrica R=200 m
8	0150300020	Via Bertacciola	1957	60.70	da 32.00 a 38.50 da 43.20 a 60.00	In esercizio Area di salvaguardia geometrica R=200 m
7	0150300021	Via Bertacciola	--	--	--	Cementato Nessuna area di salvaguardia
COMUNE DI VAREDO						
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
5	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

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 pozzi che risultano maggiormente protetti sono il cod. 0150300089 e 089 (via Bellini – colonna intermedia e profonda), che captano solamente dal gruppo acquifero C, isolati dal superiore da lenti di argilla.

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 Bertacciola di Bovisio Masciago) ed, in generale, tra 40 ed 80 metri dal p.c. stesso.

Il pozzo di Varedo – via Diaz capta invece le acque di entrambi gli acquiferi miscelate.

Il pozzo più vicino in assoluto alla zona dell’intervento è il pozzo 0150300020 di via Bertacciola di Bovisio Masciago. Lo stesso è posizionato a monte dell’area di intervento, ad una distanza di circa 300 metri.

La posizione a monte e la distanza superiore all’area di rispetto (con criterio geometrico) garantiscono da possibili interferenze qualitative con le opere di progetto.

Le possibili problematiche sarebbero legate ad eventuale necessità di abbassamento della falda durante i lavori. Tale situazione al momento non è prevedibile, stante la distanza attuale della falda dal fondo delle vasche (oltre 10 metri). E’ evidente che nel caso in cui nel futuro tali condizioni si mutassero, sarà fondamentale effettuare degli approfondimenti specifici sulle possibili interferenze.

I pozzi più vicini verso valle, lungo la direzione di flusso della falda, sono i pozzi di via Tommeseo (cod. 01523110003 – 004), posti a circa 450 metri.

I due pozzi sono caratterizzati dalla presenza di alternanze di conglomerati, ghiaie e sabbie fino alla profondità di 71 metri da p.c., cui seguono le argille.

I pozzi sono stati oggetto di un apposito studio idrogeologico che ha condotto alla riperimetrazione dell’area di salvaguardia con criterio temporale.

PROGETTISTI		SUPPORTO ALLA PROGETTAZIONE					Consulenti:	
		A.T.P.:						
 <small>Agenzia Interregionale per il fiume Po</small>	 <small>STUDIO PAOLETTI</small>	 <small>INGEGNERI ASSOCIATI</small>	 <small>WATER AND NATURAL RESOURCES CONSULTANTS</small>					

I filtri drenano l'acqua circa tra 44 e 68 metri, interamente nell'acquifero superiore freatico. Tale acquifero non risulta protetto superficialmente da alcun livello impermeabile e quindi è vulnerabile a possibili inquinamenti e contaminazione.

Queste valutazioni sono confermate dalle analisi di qualità delle acque sotterranee, presentate al precedente paragrafo, che mostrano una qualità scadente (clase 4) di questo gruppo acquifero.

In relazione a questo aspetto, nonostante le considerazioni di cui sopra sulla qualità delle acque sotterranee, ai fini di garantire comunque la massima tutela delle stesse, le vasche di laminazione, stante comunque la limitata distanza dalla falda stessa e la permeabilità dei terreni interessati, saranno integralmente impermeabilizzate con un telo di bentonite per tutto il loro sviluppo.

Non sono quindi prevedibili interazioni negative sullo stato qualitativo della falda stessa.

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>

5.0 POSSIBILI INTERFERENZE CON LA FALDA

In base alle valutazioni del par. 4.3, che hanno considerato i dati piezometrici disponibili ed i trend di innalzamento della prima falda nella zona tra il 2010 ed il 2014, è stata stimata nella zona di intervento una quota piezometrica superiore a 160 m. s.l.m. (circa 162 m. s.l.m.), quindi circa 2,5 metri al di sotto del fondo vasca finito.

In considerazione del fatto che per quanto riguarda l'andamento futuro non è possibile fare previsioni, diviene necessario garantire la sicurezza e la stabilità delle opere di progetto anche nel caso di una imponente risalita della falda.

Si è quindi ritenuto, progettualmente, di prevedere l'impermeabilizzazione delle vasche per impedire la percolazione, e più in generale il contatto, tra le 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, quale massima garanzia delle acque sotterranee.

Per quanto riguarda le fasi operative, in caso di un ulteriore contenuto innalzamento della falda si potrebbe verificare un interessamento limitato, per una fase transitoria e contenuta del cantiere stesso, nella zona di fondo vasca.

Stante queste valutazioni, l'abbassamento delle acque per poter operare correttamente, può essere previsto in questa fase con la classica metodologia dello scavo in acqua, con

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 Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. A. Barbon</i>			<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

la realizzazione di canalette drenanti e pozzi di raccolta (anche semplici pozzi in cls ad anelli), con relative pompe di aspirazione.

E' un sistema molto flessibile, facilmente gestibile in cantiere e che per abbassamenti limitati, su aree vaste, in terreni con buona permeabilità, fornisce buoni risultati.

Nel caso di innalzamenti più cospicui nel tempo della stessa falda, diverrà necessario prevedere interventi veri e propri di abbassamento (“dewatering” in fase di cantiere, per es. con pozzi perforati), da progettare e dimensionare adeguatamente.

Quello dell’interazione con la falda è sicuramente un problema da considerare con attenzione nelle successive fasi, procedendo a realizzare, il prima possibile, un piezometro nell’area di intervento.

In questo modo sarà possibile monitorare le variazioni della falda nella zona, per valutare eventuali ulteriori innalzamenti e quindi la presenza di interferenze più significative sulle opere, per adottare le soluzioni progettuali ed operative conseguenti.

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				

6.0 SISTEMA DI MONITORAGGIO DELLA FALDA NEL TEMPO

Le vasche saranno impermeabilizzate, 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 qualitativo della falda è stato previsto un sistema di piezometri di controllo, disposti monte - valle (secondo la direzione di deflusso della falda) rispetto alle vasche.

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;
- il secondo piezometro ha una profondità indicativa di 100 metri da p.c. Sarà interamente cementato ed isolato fino a circa 70-80 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.

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>

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, in relazione ai principali potenziali inquinanti rinvenuti.

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

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

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>

Nelle fasi di cantiere, per le lavorazioni con possibili 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 delle vasche).

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