

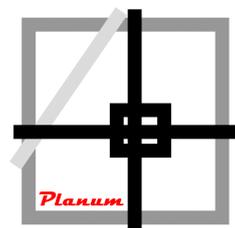


# CITTÀ DI SESTO SAN GIOVANNI

## PIANO REGOLATORE CIMITERIALE

### AGGIORNAMENTO RELAZIONE GEOLOGICA E IDROGEOLOGICA A SUPPORTO DEI PIANI CIMITERIALI COMUNALI

PROGETTISTI  
Pian. ALESSIO LODA



**Planum**  
Studio Tecnico Associato  
Cadenelli Consuelo  
& Loda Alessio

Via Breda 22 - 25079 Vobarno (BS)  
tel - fax: 0365374499 - web: planumstudio.it  
email: info@planumstudio.it  
pec: pec@pec.planumstudio.it  
P.IVA - C.F.:03871130989

COLLABORATORI  
Pian. DAVIDE MORETTI

DOTT. GEOLOGO  
PAOLO NATALE MANTICA



#### STUDIO DI GEOLOGIA

Indagini geognostiche,  
geotecnica, idrogeologia,  
geologia ambientale, bonifiche

Via Isonzo 5 - 20813 Bovisio Masciago (MB)  
tel: 334 8684996  
email:geo-tecnica@virgilio.it  
paolo.mantica@tiscali.it

COMMITTENTE

#### CITTÀ DI SESTO SAN GIOVANNI

Piazza della Resistenza, 20  
CAP 20099 - SESTO SAN GIOVANNI (MI)  
Tel. 02 24961  
pec: comune.sestosg@legalmail.it  
P.IVA 00732210968 - C.F. 02253930156  
Sindaco: ROBERTO DI STEFANO

CODICE COMMESSA: 113SSG  
FASE: 01-PARERI ENTI  
REVISIONE: 00  
DATA: APRILE 2022

## **INDICE**

<b>PREMESSA</b>	<b>2</b>
<b>1 - INQUADRAMENTO GEOLOGICO, MORFOLOGICO, E PEDOLOGICO</b>	<b>5</b>
1.1 – Inquadramento Geologico e Morfologico	5
1.2 – Inquadramento Pedologico	11
<b>2 - INQUADRAMENTO IDROGRAFICO E IDROGEOLOGICO</b>	<b>16</b>
<b>3 - VINCOLI</b>	<b>28</b>
<b>4 - INQUADRAMENTO SISMICO</b>	<b>36</b>
<b>5 - INQUADRAMENTO GEOTECNICO</b>	<b>38</b>
<b>6 - INDAGINI ESEGUITE A SUPPORTO DEL PIANO CIMITERIALE 2011</b>	<b>41</b>
<b>7 - CONSIDERAZIONI PRELIMINARI SULLA PRESENZA DI ACQUA NEL SOTTOSUOLO NUOVO CIMITERO</b>	<b>54</b>
<b>8 - PRESCRIZIONI</b>	<b>56</b>
<b>9 - CONCLUSIONI</b>	<b>57</b>
<b>10 - BIBLIOGRAFIA E NORMATIVA DI RIFERIMENTO</b>	<b>58</b>

### ***Allegati al testo:***

*Allegato 1: schede e modelli interpretativi delle capacità d'uso e protettive dei suoli*

*Allegato 2: documentazione fotografica*

## PREMESSA

Su incarico dello Planum Studio Tecnico Associato è stata redatta, ai sensi del RR n. 6 del 9 novembre 2004 e s.m.i., la seguente relazione geologica e idrogeologica a supporto dell'aggiornamento del Piano Cimiteriale del Comune di Sesto San Giovanni (MI).

Tale elaborato ha come obiettivi:

- La definizione delle caratteristiche geologiche, stratigrafiche, idrogeologiche e pedologiche delle aree sulle quali sono presenti i 2 cimiteri del Comune di Sesto San Giovanni.
- La definizione delle caratteristiche sismiche e vincolistiche nelle aree in oggetto

I cimiteri comunali sono due, ubicati in via Rimembranze (Cimitero Monumentale), nel settore meridionale del comune, nei pressi del confine comunale con Milano, e in via Marzabotto (Cimitero Nuovo), nel settore orientale, nelle vicinanze del F. Lambro.



Tratto da Google Earth – Cimitero Nuovo



Tratto da Google Earth – Cimitero Monumentale

Il Piano Regolatore Cimiteriale prevede una nuova configurazione interna dei due cimiteri, in particolare gli interventi principali sono:

- per il cimitero monumentale è prevista la realizzazione di nuove tombe di famiglia e nuovi ossari/cinerari (campi O e T), campi destinati alla mineralizzazione delle salme risepellite (campi P e S); ampliamento area rifiuti zona sud-est, nuovi cinerari nella fascia centrale e nuova suddivisione degli spazi nei pressi dell'ingresso secondario.

- Per il cimitero nuovo sono previsti nuovi spazi destinati a tumulazioni, anche nel piano rialzato e interrato, campi destinati alla mineralizzazione delle salme risepellite (campo G e campo C), nuovo campo speciale ex art 100 DPR 285/1990 (campo D e H), un giardino delle rimembranze e nuovo cinerario con la realizzazione di un nuovo vialetto prospettico (fascia centrale), nuovi ossari cinerari (area nord), nuovo famedio e cappella con relativo sagrato per funzioni liturgiche, nuovi cinerari per animali d'affezione, un'area di indagine ambientale.

Dal punto di vista normativo, il presente elaborato è stato redatto nel rispetto delle linee generali, e seguendo i dettami specifici, della seguente normativa specifica:

- D.lgs 3 aprile 2006 n 152 "Codice dell'Ambiente" e s.m.i.
- Regolamento Regionale n. 6 del 2004, allegato 1 e s.m.i.
- NTC 2018 "Nuove norme Tecniche per le costruzioni"

#### Bibliografia:

- Adeguamento dello Studio Geologico, Idrogeologico e Sismico del Comune di Sesto San Giovanni – luglio 2009
- Studio delle zone a rischio idraulico assoggettate alla normativa del Piano Assetto Idrogeologico (PAI) – definizione delle aree a rischio e indirizzi normativi – settembre 2009
- Studio delle zone a rischio idraulico assoggettate alla normativa del Piano Assetto Idrogeologico (PAI) relazione tecnico idraulica – ottobre 2009
- Relazione geologica redatta, ai sensi del RR n. 6 del 9 novembre 2004 e s.m.i., a supporto del Piano Cimiteriale del Comune di Sesto San Giovanni (MI) – maggio 2011
- Adeguamento dello Studio Geologico, Idrogeologico e Sismico ai sensi della L.R. 12/05 – Revisione 5 – aggiornamento ottobre 2012
- Piano di Governo del territorio adeguamento dello studio geologico, idrogeologico e sismico ai sensi della L.R. 12/05 - integrazione della pericolosità sismica relativamente ai comparti stazione, scalo ferroviario, unione, concordia e tra i appartenenti agli ambiti ATs1 e ATs2 – giugno 2013
- Piano di governo del territorio approvato ed adottato nel dicembre 2021

Il lavoro è stato attuato in tre fasi:

- raccolta dei dati bibliografici e rilievi geologici e morfologici di dettaglio delle aree interessate;
- raccolta delle relazioni già redatte per le aree interessate;
- analisi e sintesi dei dati raccolti.

Nella presente relazione, di aggiornamento della precedente relazione del 2011, si valuteranno le caratteristiche geologiche e litologiche, idrologiche ed idrogeologiche delle aree interessate dal Piano Cimiteriale, con particolare riguardo alla presenza della falda idrica locale e all'eventuale presenza di pozzi idrici a scopo idropotabile.

Si stimeranno le caratteristiche geotecniche dei terreni in oggetto e verranno indicate le indagini geognostiche ritenute necessarie nel caso di un eventuale/futuro ampliamento.

Saranno date prescrizioni in materia ambientale, con riferimento al Dlgs 152/06 e smi, nel caso di lavori che comportino movimentazione terra all'interno e all'esterno delle aree in oggetto.

## **1 - INQUADRAMENTO GEOLOGICO, MORFOLOGICO, E PEDOLOGICO**

### **1.1 – Inquadramento Geologico e Morfologico**

Da un punto di vista geologico, il territorio comunale è caratterizzato dalla presenza di depositi di origine fluviali, *Diluvium recente*, che costituiscono il livello fondamentale della pianura, con ghiaie sabbiose e sabbie debolmente limose. Il livello di alterazione superficiale risulta essere modesto, minore di 1 m.

In corrispondenza della fascia a cavallo del Fiume Lambro, sono presenti depositi alluvionali recenti ed attuali, dovuti alle passate esondazioni del Lambro; tali depositi sono costituiti da ghiaie e sabbie ben classate, localmente limose. Il livello di alterazione superficiale è molto ridotto.

Le stratigrafie dei pozzi comunali e dei sondaggi eseguiti evidenziano una prevalenza di orizzonti a granulometria grossolana, in cui prevalgono talvolta le ghiaie talvolta le sabbie; solo localmente sono presenti orizzonti e/o lenti limoso argillose.

#### *Cimitero Monumentale - via Rimembranze*

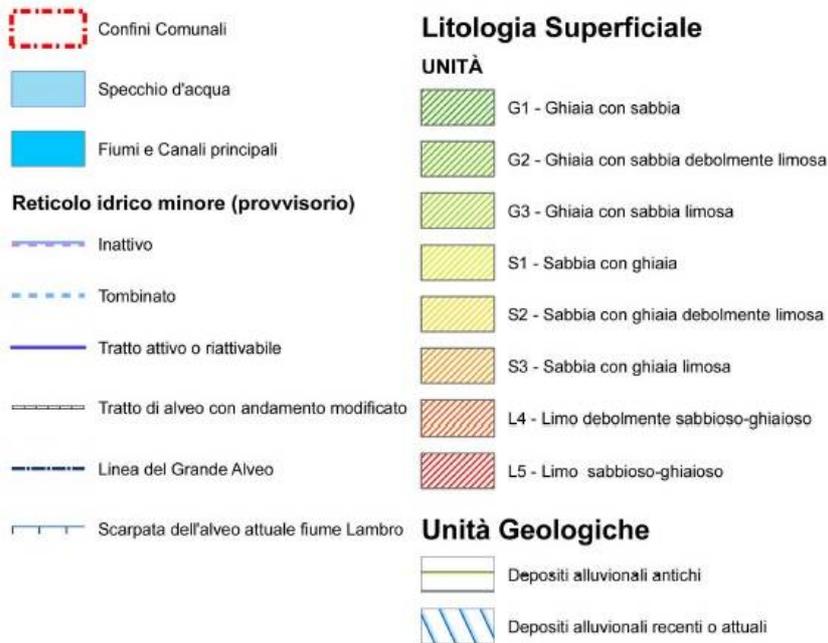
Tale area si trova nella parte meridionale del comune, nei pressi del confine comunale con Milano, ad una quota media di circa 133 m s.l.m.

Da un punto di vista morfologico l'area è sub-pianeggiante, debolmente digradante verso Sud; l'area circostante risulta fortemente urbanizzata, con comparti prettamente industrializzati.

La forte urbanizzazione ha alterato le condizioni morfologiche originarie.

Da un punto di vista geologico i depositi superficiali sono costituiti da ghiaie sabbiose e sabbie ghiaiose con un livello superficiale di alterazione sabbioso- limoso.

In relazione al contesto urbano in cui è ubicata l'area, non si esclude la presenza di terreni di natura antropica superficiali, di varia origine e natura.

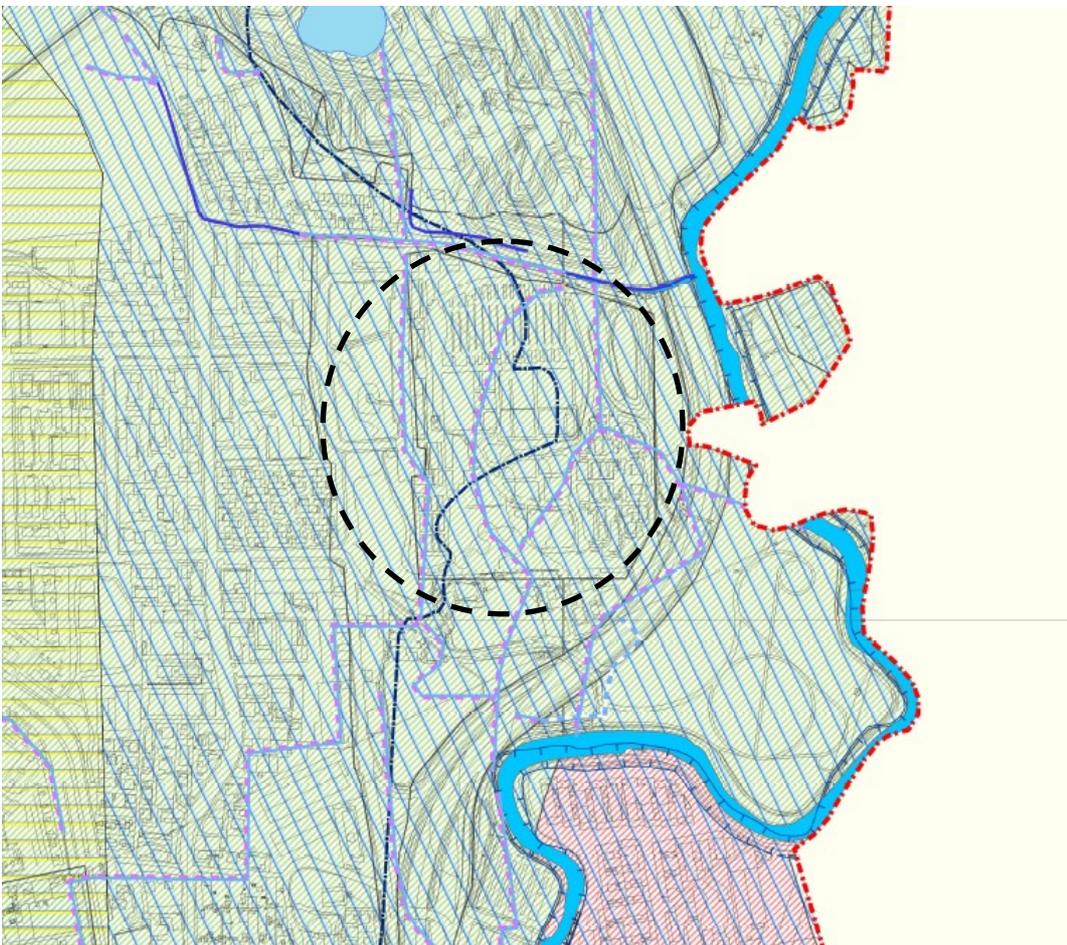


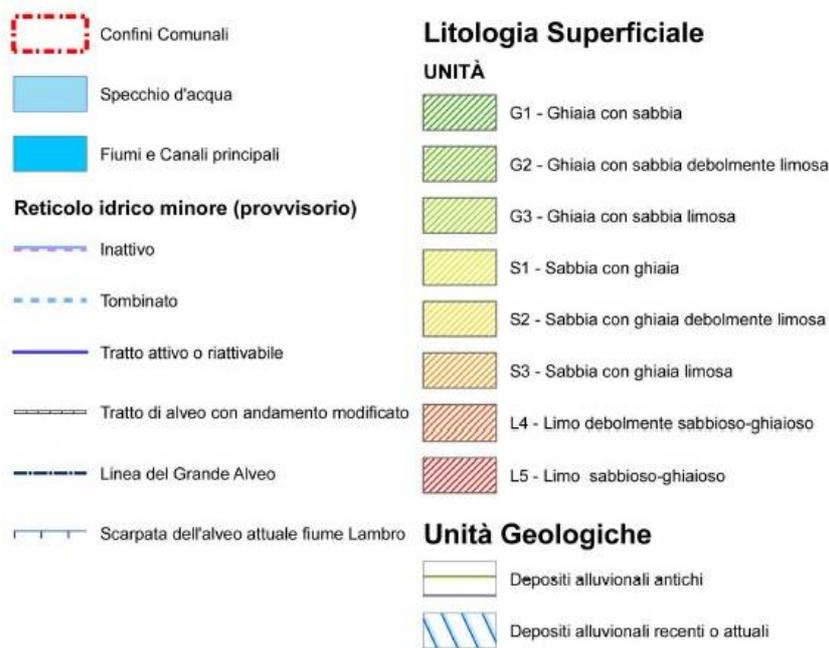
*Cimitero Nuovo - via Marzabotto*

L'area è ubicata nel settore orientale del territorio, a poca distanza dal F. Lambro, a circa 180 m ad ovest, ad una quota media di circa 137 m s.l.m..

Da un punto di vista morfologico l'area è caratterizzata dalla presenza di piccoli rilievi e depressioni, dovute all'attività di estrazione della ghiaia. Solo più ad Ovest, il territorio risulta essere fortemente urbanizzato.

Da un punto di vista geologico, l'intera area è caratterizzata dalla presenza di depositi alluvionali recenti grossolani, costituiti da ghiaie grossolane e sabbie, da qui le attività di estrazione del materiale.

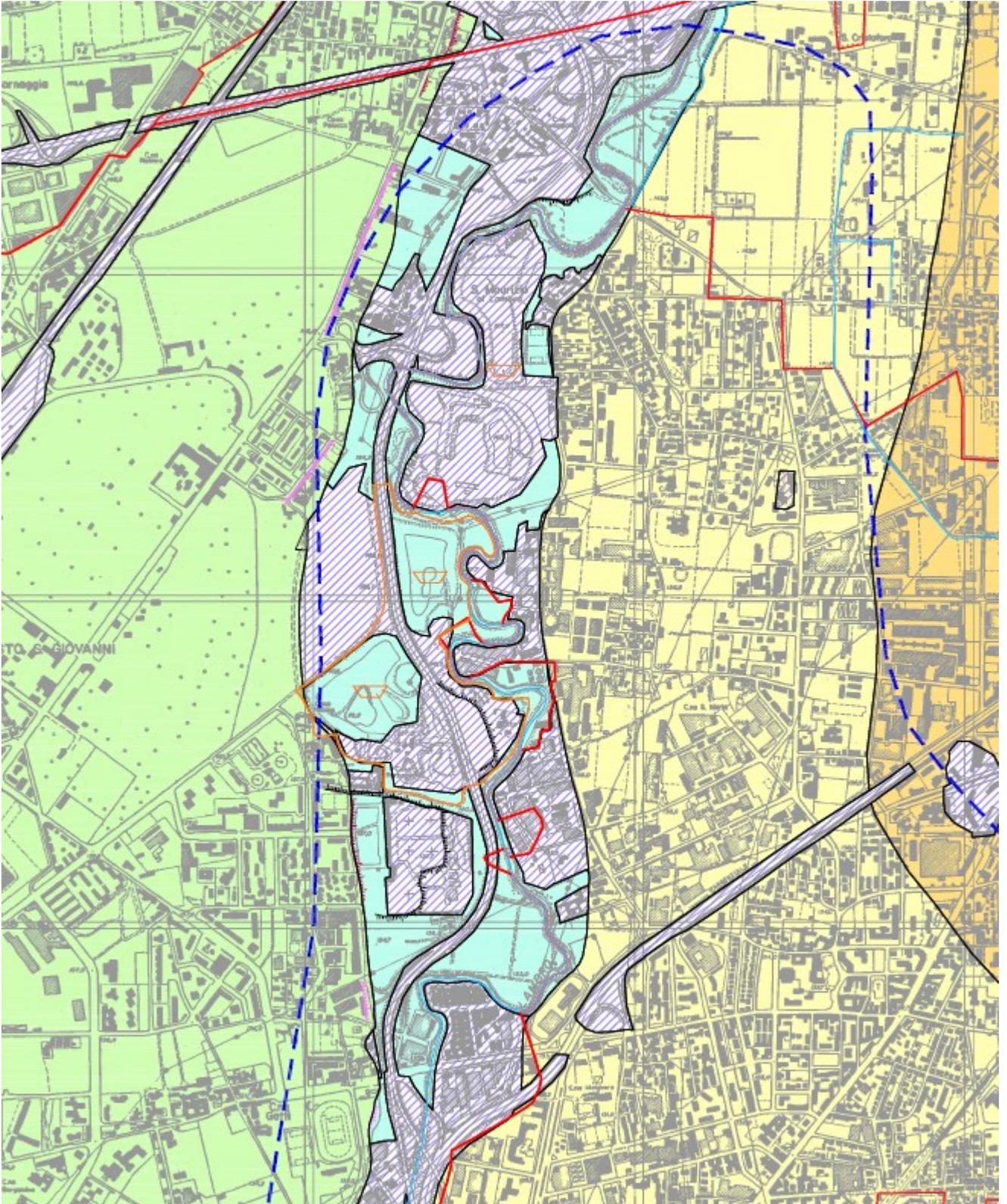


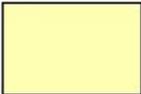
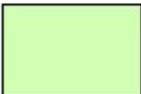


Non si esclude che parte di tali cave siano state riempite in passato, al fine di recuperare le aree, con terreni di varia origine e/o natura.

Non è possibile ipotizzare preventivamente le caratteristiche fisiche (granulometria, parametri geotecnici, presenza di inerti, ecc) e chimiche (frazione organica, presenza di eventuali sostanze inquinate e/o inquinanti, ecc) di tali terreni di natura antropica.

Nella carta dei caratteri geologici (del luglio 2020), area del cimitero nuovo è evidenziata come area con terreni di riporto generico; inoltre risulta all'interno della linea delle risorgive, importante dato ben capire meglio la presenza di acqua a bassa profondità nell'area del cimitero nuovo.



UNITA' GEOLOGICHE	
	<p><b>SINTEMA DEL PO - UNITA' POSTGLACIALE</b> (Pleistocene sup. - Olocene) Ghiale a supporto clastico e di matrice sabbioso limosa, sabbie ghialose, sabbie e limi, alternanze di ghiale e sedimenti sabbiosi/limosi (depositi fluviali). Superficie limite superiore con profilo di alterazione poco evoluiti; colori 10YR-2,5Y</p>
	<p><b>SINTEMA DI CANTU'</b> (Pleistocene sup.) Ghiale a matrice sabbiosa, con intercalazioni di sabbie (depositi fluvio-glaciali); sabbie, sabbie limose, limi e limi sabbiosi sommitali o intercalati (depositi fluvio-glaciali a bassa energia). Superficie limite superiore con profilo di alterazione di circa 1 m, poco evoluiti; colore 10YR e 2,5Y.</p>
	<p><b>SUPER-SINTEMA DI BESNATE - UNITA' DI MINOPRIO</b> (Pleistocene medio-sup.) Ghiale a supporto clastico con matrice sabbiosa e sabbioso limosa (depositi fluvio-glaciali); sabbie ghialose, sabbie e sabbie limose (depositi di esondazione). Superficie limite superiore con profilo di alterazione di spessore medio 1,5 m; colore 10YR e 7,5YR. Privo di evidente copertura loessico-colluviale.</p>
	<p><b>SUPER-SINTEMA DI BESNATE - UNITA' DI GUANZATE</b> (Pleistocene medio-sup.) Ghiale a supporto clastico con matrice sabbiosa e sabbioso limosa; localmente sabbie limose (depositi fluvio-glaciali). Superficie limite superiore con profilo di alterazione &lt; 2 m, da moderatamente evoluto a evoluto. Colore 10YR - 7,5YR. Privo di evidente copertura loessico-colluviale.</p>

	Limite geologico
	Limite geologico ipotizzato
	Idrografia
	Orlo di terrazzo evidente
	Orlo di terrazzo poco evidente
	Orlo di scarpata antropica
	Linea delle risorgive
	Traccia di paleoalveo evidente
	Traccia di paleoalveo poco evidente
	Cave di ghiale e sabbia inattive, oggetto di recupero
	Aree con terreni di riporto generico

## 1.2 – Inquadramento Pedologico

### INDICAZIONI GENERALI TIPOLOGIA SUOLI ADATTI A USO CIMITERIALE

Si evidenzia che, da studi effettuati dalla Environmental Agency (Gran Bretagna – Aprile 2004), la decomposizione dei cadaveri determina potenziali inquinanti chimici, in cui prevalgono composti a base di carbonio, ammoniacale, cloruri, solfati, sodio, potassio.

Nelle seguenti tabelle viene mostrata la composizione di un corpo per composti (come massa in g. di un corpo di 70 Kg.), e la relativa produzione d'inquinanti per un periodo d'inumazione pari a 10 anni di sepoltura:

**Tabella 1 – Composizione di un corpo per composti (come massa in g. di un corpo di 70 Kg.)**

Element	Mass (g)
Oxygen	43000
Carbon	16000
Hydrogen	7000
Nitrogen	1800
Calcium	1100
Phosphorus	500
Sulfur	140
Potassium	140
Sodium	100
Chlorine	95
Magnesium	19
Iron	4.2
Copper	0.07
Lead	0.12
Cadmium	0.05
Nickel	0.01
Uranium	0.00009
Total body mass	70000

**Tabella 4 – Esempio dei potenziali inquinanti di un corpo umano di 70 Kg. inumato, nell'arco di 10 anni di sepoltura in terra**

Year	Potential mass release (g)					
	C	NH4	P	SO4	Cd	Ni
1	6000.0	870.0	250.0	210.0	0.01875	0.00375
2	3000.0	435.0	125.0	105.0	0.009	0.002
3	1500.0	217.5	62.5	52.5	0.005	0.001
4	750.0	108.8	31.3	26.3	0.002	0.000
5	375.0	54.4	15.6	13.1	0.001	0.000
6	187.5	27.2	7.8	6.6	0.001	0.000
7	93.8	13.6	3.9	3.3	0.000	0.000
8	46.9	6.8	2.0	1.6	0.000	0.000
9	23.4	3.4	0.98	0.82	0.000	0.000
10	11.7	1.7	0.49	0.41	0.000	0.000

Si tratta di tabelle tratte da studi recentissimi svolti dalla Environment Agency della Gran Bretagna (Aprile 2004).

I fattori ambientali che influenzano i fenomeni di decomposizione dei cadaveri sono:

- caratteristiche dei suoli, in particolare quelle microbiologiche e quelle fisiche (es.: tessitura, struttura, porosità e giusta aerazione);
- pH: condizioni di pH neutro sono l'ideale per i processi di decomposizione;
- profondità di sepoltura, che incide sia per l'ossigenazione, sia per l'accesso di vertebrati ed invertebrati, che possono agire sul corpo;
- grado di umidità dei terreni: che incide peggiorando le condizioni di scheletrizzazione, se l'umidità è alta;
- andamento stagionale delle falde (oscillazioni verticali stagionali, loro direzione di moto);
- caratteristiche climatiche;
- caratteristiche dei materiali con cui è costruita o è dipinta la cassa (es.: tipo di legname, truciolare, MDF, vernici);

- h) presenza in alcuni casi di una cassa metallica interna (generalmente di zinco);
- i) arredi mortuari interni alla cassa (es.: cuscini, tessuti, ecc. in materiale sintetico);
- j) indumenti del morto, sempre più frequentemente in tessuti artificiali;
- k) inumazione o collocazione in un loculo stagno o aerato.

La decomposizione delle salme si compone essenzialmente di fenomeni/reazioni chimiche di ossidazione, che sono tanto più veloci quanto maggiore è l'aerazione del suolo.

I suoli più adatti ai fenomeni di ossidazione sono quelli sciolti, caratterizzati da una buona porosità, e con poca umidità.

In termini di protezione dell'ambiente il suolo migliore è quello ricco di argilla, perché rende difficile la percolazione dei liquami cadaverici verso le falde (si pensi che la prima linea di difesa di una discarica di rifiuti è proprio uno strato argilloso). Come detto sopra è esattamente l'opposto del tipo di suolo che occorre per facilitare la scheletrizzazione, cioè sciolto e poroso.

Per cui l'ideale sarebbe disporre di uno strato di terreno superficiale sciolto e poroso e sotto di esso, prima della falda freatica, uno strato di argilla.

### PEDOLOGIA AREE CIMITERIALI SESTO SAN GIOVANNI

Dal punto di vista pedologico, le aree cimiteriali in esame si inseriscono in un quadro provinciale suddiviso in 4 "Pedopaesaggi", ovvero quelle tipologie ambientali che schematizzano, collocano e classificano i suoli in relazione all'ambiente nel quale si trovano e si sono evoluti.

In generale, il paesaggio fisico come noi lo percepiamo è la risultante dell'interazione degli stessi fattori che determinano le caratteristiche e le proprietà dei suoli: clima, topografia, geologia, organismi viventi. Pertanto la sua analisi non può prescindere dal considerare i suoli che ne sono parte.

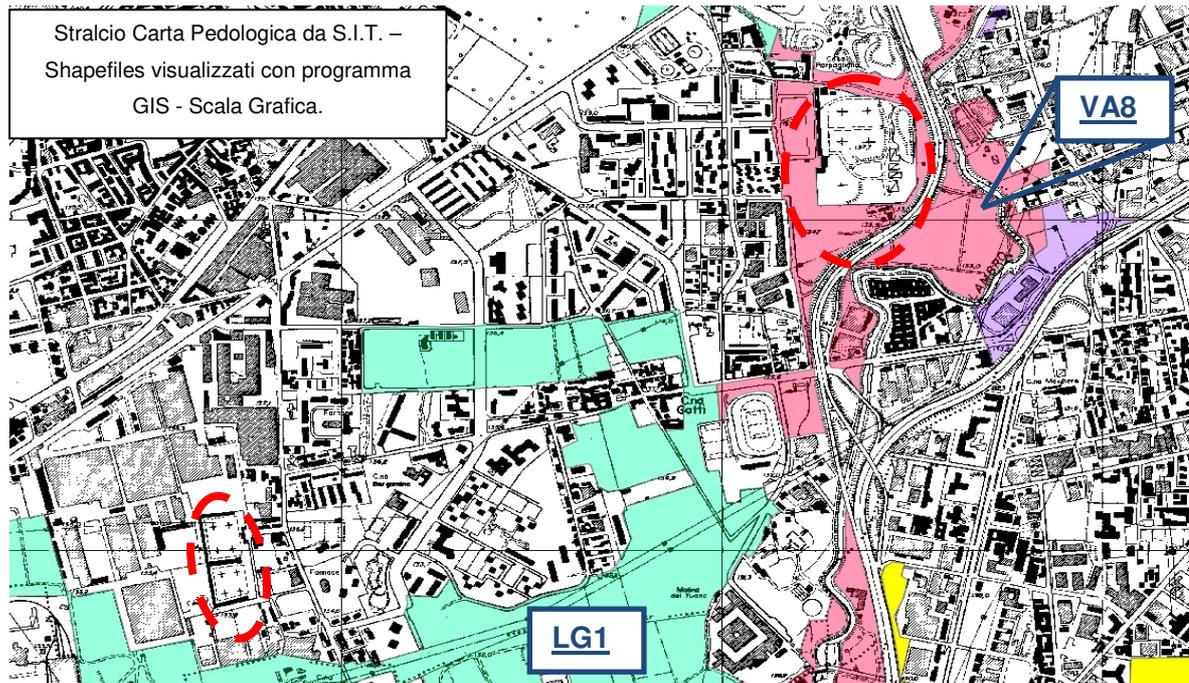
I quattro pedopaesaggi accennati in precedenza sono:

- 1) pedopaesaggio degli anfiteatri morenici (M)
- 2) pedopaesaggio dei terrazzi subpianeggianti rilevati sulla pianura (R)
- 3) pedopaesaggio del livello fondamentale della pianura (L)
- 4) pedopaesaggio delle valli fluviali dei corsi d'acqua olocenici (V)

Questi pedopaesaggi vengono poi differenziati/articolati in altri più specifici in dipendenza della variabilità ambientale, dall'uso del suolo e dal grado di antropizzazione del territorio.

Per quanto riguarda i suoli delle aree in oggetto, sono state consultate le seguenti fonti d'informazioni:

1. Stralcio della carta pedologica da S.I.T. (Sistema Informativo Territoriale) della Regione Lombardia – scaricata in formato shapefiles e visualizzata tramite programma GIS.



Nelle vicinanze delle aree in oggetto, sono state individuate le seguenti unità pedologiche:

- Area Cimitero Monumentale - LG1
- Area Cimitero Nuovo - VA8

Delle unità appena indicate sono di seguito riportate le relative tabelle degli attributi.

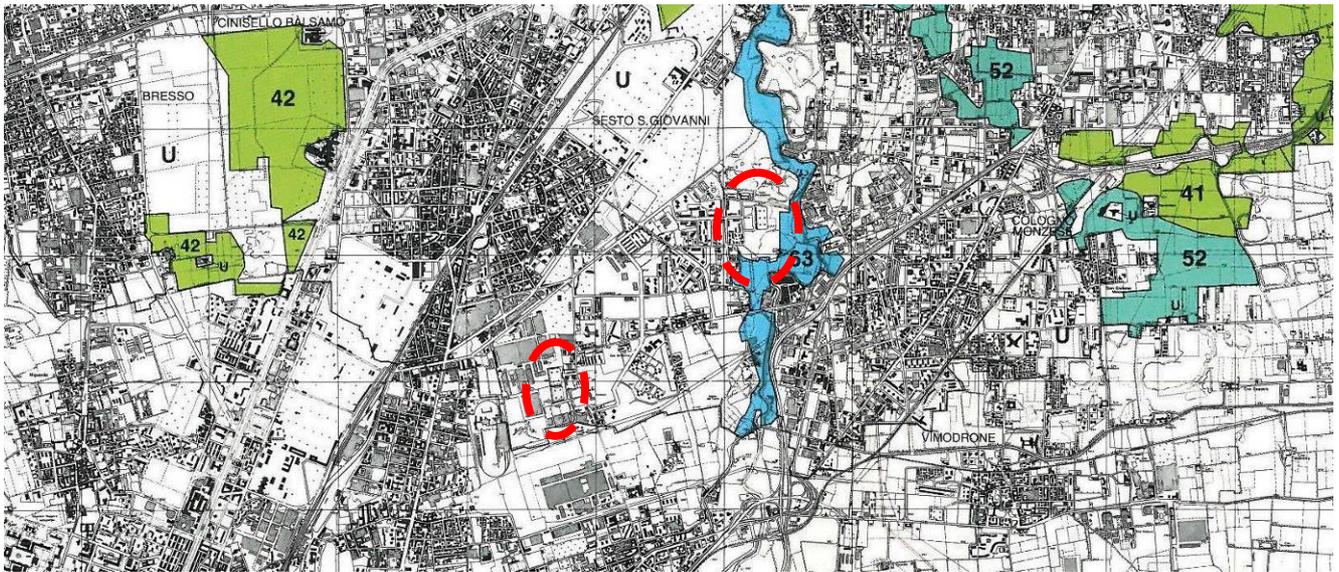
**LG1**

Attributo	Valore
DESC_TIPO	U. C. semplice/consociazione
PAESAGGIO	LG1
FANGHI	S3
LIQUAMI	S2
UC_NOME2	TCC1
PERIMETRO	14747.94978
ACQ_SUP	E
TIPO_UC	CN
DPAESAGGIO	Superficie rappresentativa - modale - dell'alta pianura ghiaiosa...
CI_UC	337.0
LCC_SOTTO	3s
SS	LG
ACQ_SOT	M
VAL_NAT	B

**VA8**

Attributo	Valore
DESC_TIPO	U. C. composta/complessa
PAESAGGIO	VA8
FANGHI	S2/S3
LIQUAMI	S2
UC_NOME2	CAS1/FNM4
PERIMETRO	5028.76593
ACQ_SUP	E/M
TIPO_UC	CO
DPAESAGGIO	Superfici subpianeg. di pianie alluv. delle valli piu'incise tra terrazzi antichi e fasce maggiorn. inondabili...
CI_UC	346.0
LCC_SOTTO	2ws/2w
SS	VA
ACQ_SOT	M
VAL_NAT	B

2. Pubblicazione: Progetto "Carta Pedologica" – "I suoli della pianura Milanese settentrionale" dell'Ente Regionale di Sviluppo Agricolo della Lombardia (E.R.S.A.L.) 1999.



Stralcio Carta Pedologica I suoli della pianura Milanese settentrionale - 1999 - Scala Grafica.

Nelle vicinanze delle aree in oggetto, sono state individuate le seguenti unità pedologiche:

- Area Cimitero Monumentale - Non evidenziate unità, ma litologia dei terreni attorno all'area ascrivibile a UC42 (individuata in direzione NW).
- Area Cimitero Nuovo - UC63

Delle unità appena indicate si possono riportare le seguenti caratteristiche principali:

### **CIMITERO MONUMENTALE**

#### **UC42**

- Suoli FMS1, poco o moderatamente profondi, limitati da substrato ciottoloso calcareo, caratterizzati da scarsa presenza di acque, permeabilità moderata.
- Aree sub pianeggianti del Lambro, con orizzonti superficiali scuri per arricchimento in sostanze organiche legate alla presenza di prati e pratiche irrigue anche remote.
- Substrati costituiti da materiale ciottoloso compatto.
- Capacità d'uso suolo: Ills
- Capacità protettiva suoli nei confronti acque profonde: moderata
- Valore naturalistico: basso
- UNITA' di PAESAGGIO: LG1 – Superficie rappresentativa dell'alta pianura ghiaiosa, a morfologia sub pianeggiante e con evidenti tracce di paleo idrografia e canali intrecciati.

## CIMITERO NUOVO

### UC63

- Suoli FGA1, profondi, su ghiaie sabbiose con limo, con tessitura media o grossolana, a permeabilità moderata.
- Aree sub pianeggianti di fondovalle del Lambro, con evoluzione dei suoli su depositi ghiaioso-sabbiosi calcarei con ciottoli, con possibilità di saltuarie inondazioni, con uso più frequente a prato.
- Capacità d'uso suolo: IIw
- Capacità protettiva suoli nei confronti acque profonde: moderata
- Valore naturalistico: basso
- UNITA' di PAESAGGIO: VA8 – Superficie rappresentativa dell'alta pianura ghiaiosa, a morfologia sub pianeggiante e con evidenti tracce di paleo idrografia e canali intrecciati.

Come precedentemente riportato, e visibile nelle schede/modelli interpretativi delle capacità d'uso e protettive dei suoli riportate in allegato a fine testo, i due terreni sono caratterizzati da una capacità protettiva dei suoli nei confronti delle acque profonde moderata, che si traduce in una permeabilità dei terreni moderata.

Per quanto riguarda la capacità di uso dei suoli, le due classi evidenziate, la **IIIs** per i terreni presenti nell'area del Cimitero Monumentale e la **IIw** presente nell'area del Cimitero Nuovo, sono indicati, nelle stesse tabelle, come suoli adatti all'uso agricolo, con pietrosità percentuale compresa tra 0,1 e 3% e con rocciosità inferiore al 2%.

La permeabilità risulta essere lenta per quanto riguarda i terreni presenti nelle vicinanze del Cimitero Monumentale, mentre è moderatamente rapida nei terreni attorno al Cimitero Nuovo.

La permeabilità è tradotta, in ragione della sola capacità drenante dei terreni, nella inondabilità dei terreni. In ragione di quanto appena indicato sulla permeabilità si ottiene una inondabilità moderata per quanto riguarda i terreni presenti nelle vicinanze del Cimitero Monumentale, mentre è lieve nei terreni attorno al Cimitero Nuovo.

## **2 - INQUADRAMENTO IDROGRAFICO E IDROGEOLOGICO**

Da un punto di vista idrografico - idrologico, il Fiume Lambro rappresenta il maggiore elemento presente: con decorso grossomodo Nord-Sud, delimita il confine orientale del comune.

Lungo il lato nord del cimitero di via Marzabotto è presente una roggia, incisa circa 1.5/2 m, con decorso grossomodo Ovest-Est, verso il Fiume Lambro, talora priva di acqua.

Il forte intervento antropico ha provocato l'interramento e la conseguente inattività di molti tratti di ruscelli e/o rogge originariamente presenti sul territorio; altri tratti sono stati intubati e/o interrati. Il deflusso superficiale delle acque è per lo più regimato dalla rete idrica comunale.

Esaminando le carte idrologiche "storiche" dello Studio per "individuazione del Reticolo minore" si può notare come il sistema idrografico superficiale sia stato modificato.

### *Cimitero Monumentale - via Rimembranze*

In passato era presente una piccola roggia, con decorso grossomodo Nord-Sud, immediatamente all'esterno del lato occidentale del cimitero.

Tale roggia risulta ora completamente intubata o sepolta.

### *Cimitero Nuovo - via Marzabotto*

Per quanto riguarda il Cimitero Nuovo, l'assetto idrico locale era ben sviluppato, come si nota dalla carta Soglia Storica del 1888 dello Studio per "individuazione del Reticolo minore".

Si nota infatti la presenza di una fitta rete di rogge, prevalentemente con decorso Nord-Sud che caratterizzava l'area sulla quale si è sviluppato il cimitero.

In particolare i corsi denominati Fontanile Parpagliola, Albirola e Piuma interessavano direttamente l'area cimiteriale.

Nella carta Soglia Storica del 1980 alcune di esse sono scomparse, in relazione alla forte espansione demografica che ha caratterizzato gli anni 60 e 70.

Attualmente i decorsi di tali rogge non sono più rintracciabili direttamente sul territorio.

L'area cimiteriale è stata oggetto di un forte prelievo di materiale grossolano (sabbie e ghiaie) con successivo riempimento dell'area di cava con materiale misto, sul quale è stato realizzato il cimitero.

Da un punto di vista idrogeologico, In generale, la struttura acquifera sotterranea del territorio milanese, può essere così schematizzata:

- *Unità argillosa*. Questa unità viene attribuita al Pleistocene inferiore e si rinviene a profondità superiori ai 200- 250 m. Si tratta prevalentemente di argille e limi di colore grigio azzurro.

- *Unità argilloso-sabbiosa*. Questa unità è formata in prevalenza da argille e limi di colore grigio caratterizzate da frequenti alternanze nella colorazione e dalla presenza di torba; ad esse si interpongono lenti di sabbie e raramente ghiaie che ospitano falde confinate. A tale unità vengono ascritti i depositi del Pleistocene inferiore di tipo litorale e di transizione, lagunare ed alluvionale relativi alla fase di regressione marina. Il tetto di questa unità è spesso interessato da leggere ondulazioni di natura erosiva.

- *Unità sabbioso-ghiaiosa*. Tale unità può essere attribuita al Pleistocene medio, ed affiora nell'alta pianura, dove forma terrazzi morfologicamente più elevati, caratterizzati da uno strato di alterazione superficiale che la rende scarsamente permeabile al deflusso delle acque superficiali. Questa unità si immerge al di sotto dell'unità fluvioglaciale del Wurm ed in corrispondenza della media pianura forma la base dell'acquifero tradizionale; gli acquiferi in essa contenuti vanno ad assumere carattere di semi-confinamento o confinamento.

- *Unità ghiaioso-sabbiosa*. Si tratta di depositi Olocenici e Pleistocenici superiori, appartenenti al fluvioglaciale Wurm ed alle alluvioni recenti. In essa le lenti argillose sono di limitato spessore ed estensione areale, mentre prevalgono nettamente le granulometrie grossolane, ghiaioso sabbiose.

L'assetto idrogeologico della zona, strettamente connesso alla caratterizzazione litostratigrafica, può essere quindi riassunto come segue:

**Acquifero Tradizionale, multifalda che si articola a sua volta in:**

- Complesso superficiale, ghiaioso-sabbioso, ascrivibile ai depositi alluvionali wurmiani ed attuali, contenente la falda freatica. Tale complesso viene normalmente captato dai pozzi industriali ed agricoli;

- Complesso sabbioso-ghiaioso, semi isolato da quello superficiale dalla presenza di compartimentazioni argillose discontinue sul territorio. E' sede di falde da semi confinate a localmente confinate, ed è sfruttato dalle captazioni attive degli acquedotti pubblici.

### **Acquiferi Profondi:**

Complesso a predominanza argilloso-sabbiosa, caratterizzato da argille grigio azzurre e da presenza di torba, ascrivibili al Villafranchiano. In corrispondenza delle lenti più sabbiose e ghiaiose sono presenti locali falde confinate, con fenomeni di risalienza. Il grado di isolamento con l'acquifero tradizionale è confermato dal diverso chimismo.

Alla base di ciascun gruppo esiste un livello acquifero o impermeabile che lo separa dal gruppo sottostante.

Attualmente si sintetizza la struttura idrogeologica con la presenza di 4 acquiferi principali (denominati A, B, C e D) ognuno con le proprie caratteristiche granulometriche e, in genere, separati da setti impermeabili o poco permeabili.

Grossomodo l'acquifero A corrisponde all'unità ghiaioso-sabbiosa, che fa parte del primo acquifero, contenente la falda idrica superficiale.

L'acquifero B, unità ghiaioso-sabbiosa-limosa e unità a conglomerati e arenarie basali corrisponde al secondo acquifero.

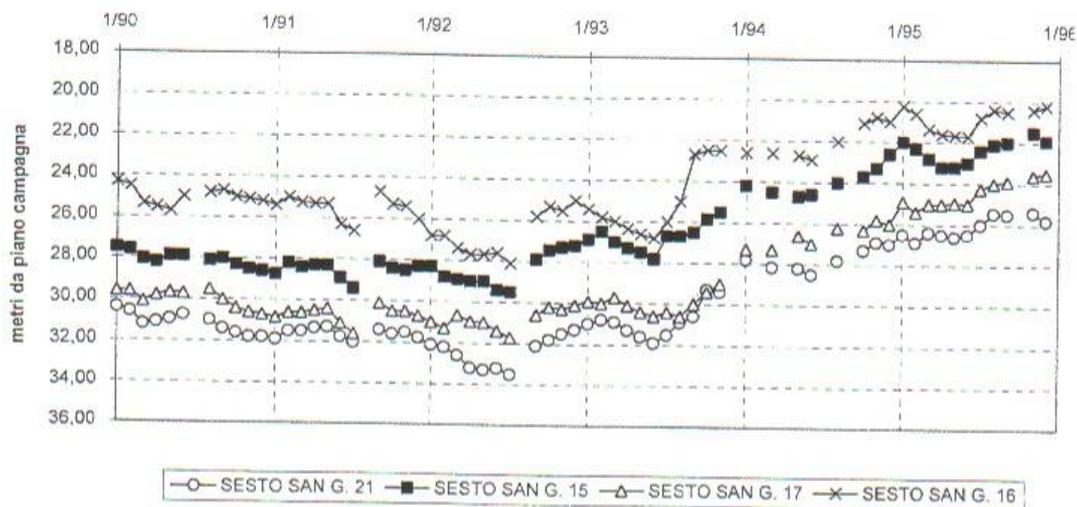
Gli acquiferi A e B costituiscono grossomodo l'acquifero tradizionale.

Le unità C e D costituiscono il terzo e quarto acquifero, ossia gli acquiferi profondi.

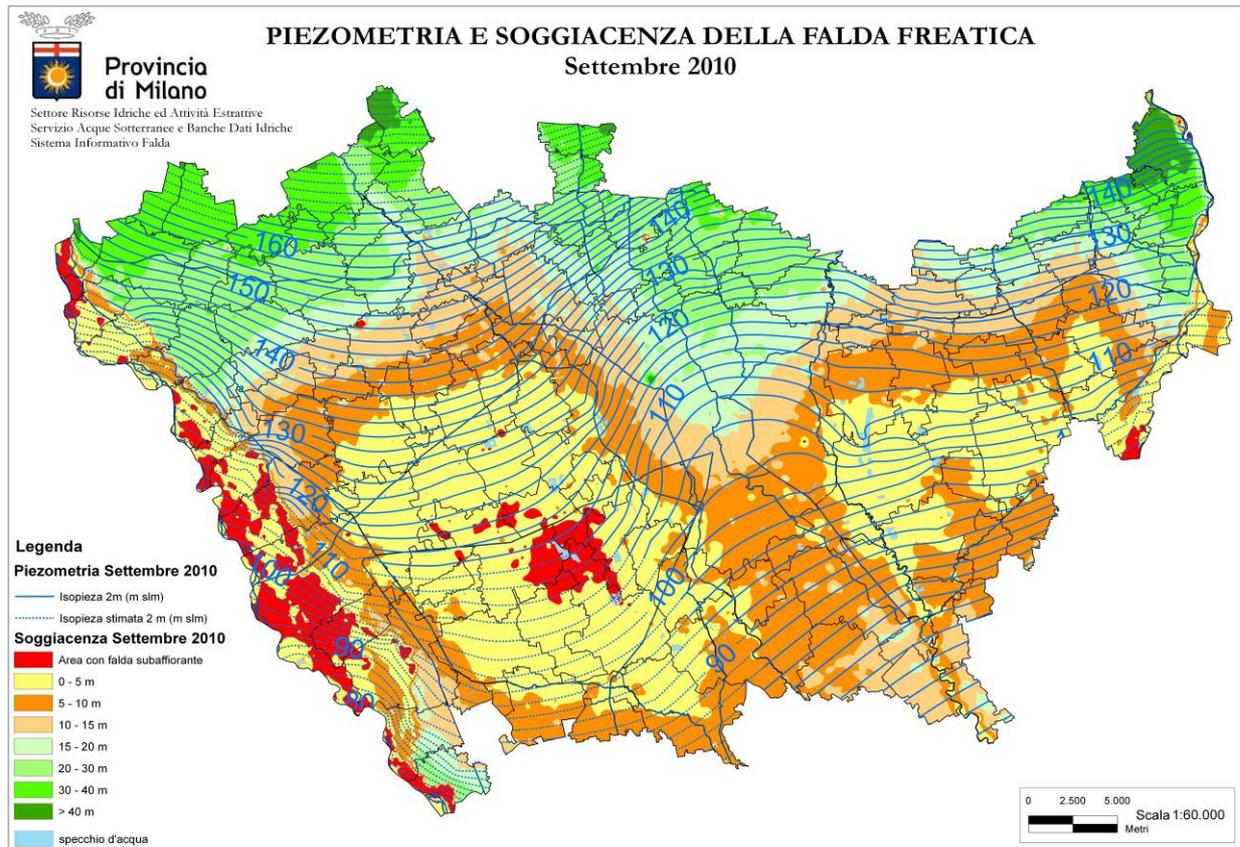
SCALA CRONOSTRATIGRAFICA (milioni d'anni)	SCALA MAGNETO-STRATIGRAFICA	BIOSTRATIGRAFIA A NANNOFOSSILI CALCAREI	UNITA' STRATIGRAFICHE		UNITA' IDROSTRATIGRAFICHE E IDROGEOLOGICHE TRADIZIONALI		NUOVE UNITA' IDRO-STRATIGRAFICHE	
OLOCENE (VERSILIANO)			Martini & Mazzarella, 1971	Francani & Pozzi, 1981	Martini & Mazzarella, 1971	Francani & Pozzi, 1981	Avanzini et alii, 1995	
PLEISTOCENE SUPERIORE 0.12	BRUNNES	MNN21b 0.06		FLUVIOGLACIALE WURM Auct (Diluvium recente)		I ACQUIFERO	UNITA' GHIAIOSO-SABBIOSA	A
PLEISTOCENE MEDIO		MNN21a 0.25	LITOZONA GHIAIOSO-SABBIOSA	FLUVIOGLACIALE RISS-MINDEL Auct (Dil. Medio-Antico)	ACQUIFERO TRADIZIONALE	II ACQUIFERO	UNITA' GHIAIOSO-SABBIOSA-LIMOSA	
		MNN20 0.47		"CEPPO" Auct.			UNITA' A CONGLOMERATI E ARENARIE BASALI	
0.89	A	MNN19f 0.78						B
SICILIANO	JARAMILLO	MNN19e 0.99	LITOZONA GHIAIOSO-ARGILLOSA	VILFRANCIANO*	ACQUIFERI PROFONDI	III ACQUIFERO	UNITA' SABBIOSO-ARGILLOSA (facies continentali e di transizione)	
1.07	M	MNN19d 1.24						C
EMILIANO	Y	MNN19c 1.49						
1.32	U	MNN19b 1.60	LITOZONA ARGILLOSA				UNITA' ARGILLOSA (facies marina)	D
SANTERNIANO	A	MNN19a 1.73						
1.73	M	MNN19a 1.77						
PLIOCENE SUPERIORE	OLDUVAI							

Estratto da "Geologia degli acquiferi padani della Regione Lombardia"

La falda idrica locale, con una direzione di deflusso grossomodo NNE-SSW, presenta una soggiacenza variabile tra 15 e 25 m, in relazione alla località; solo nelle zone ex-cava e lungo il corso del Fiume Lambro la soggiacenza è minore. I forti prelievi idrici necessari alle industrie sviluppate sul territorio, hanno causato un progressivo abbassamento della falda freatica; attualmente tale processo sembra in controtendenza.



Variatione dei livelli di falda tra il 1990 e il 1995 a Sesto San Giovanni tratto da "Oscillazione del livello della falda idrica sotterranea milanese nel periodo 1990-1995" Acque sotterranee marzo 1997



*Immagine tratta da SIF Sistema Informativo Falda della Provincia di Milano (settembre 2010)*

Dai dati tratti dal SIF il livello piezometrico della falda, nel territorio comunale, varia tra i 116 e i 126 m s.l.m., con una soggiacenza media di circa 17-20 m

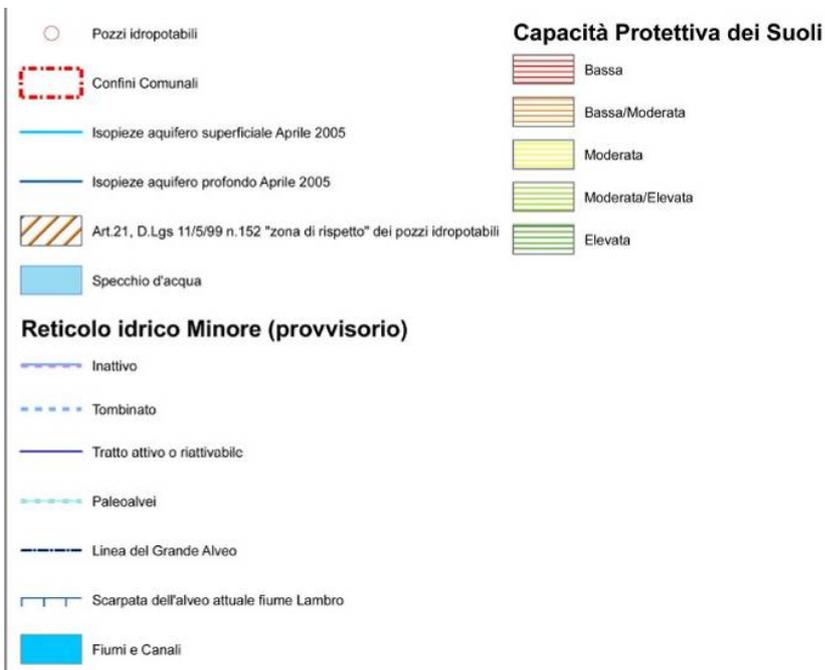
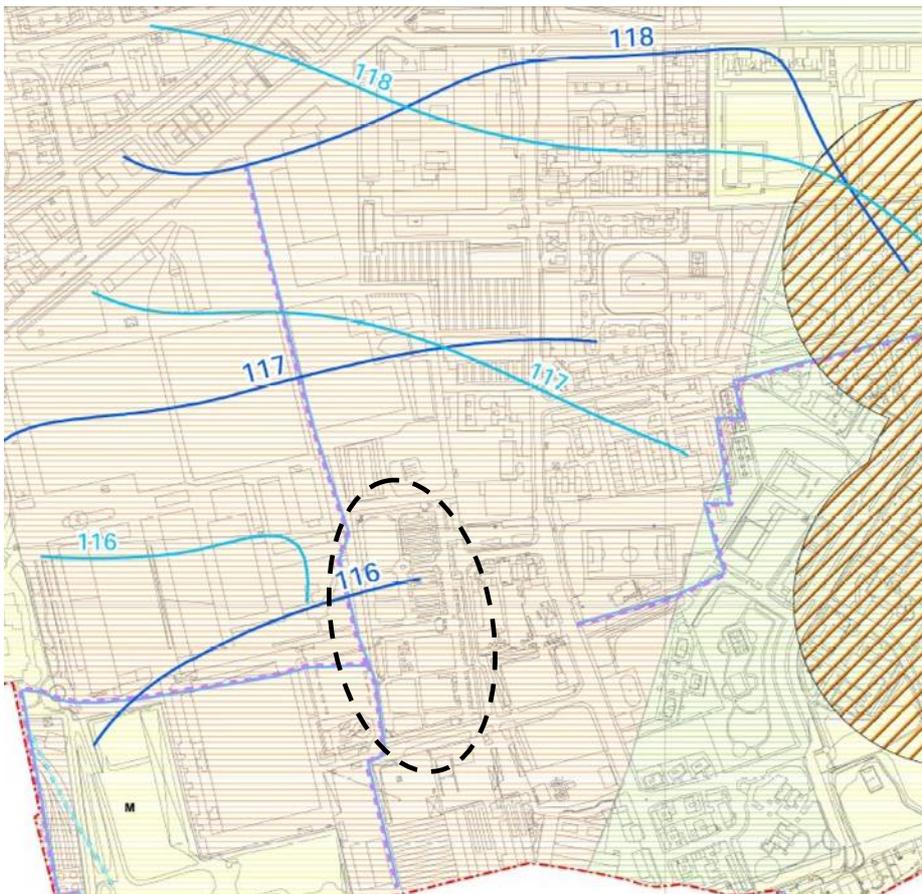
#### *Cimitero Monumentale - via Rimembranze*

In corrispondenza del cimitero di via Rimembranze il livello dell'acquifero superficiale è segnalato a circa 116 m s.l.m. (aprile 2005 – dato tratto da “Adeguamento dello Studio Geologico , Idrogeologico e Sismico” a supporto del PGT comunale dell'ottobre 2008); la direzione di deflusso idrico è grossomodo N-S.

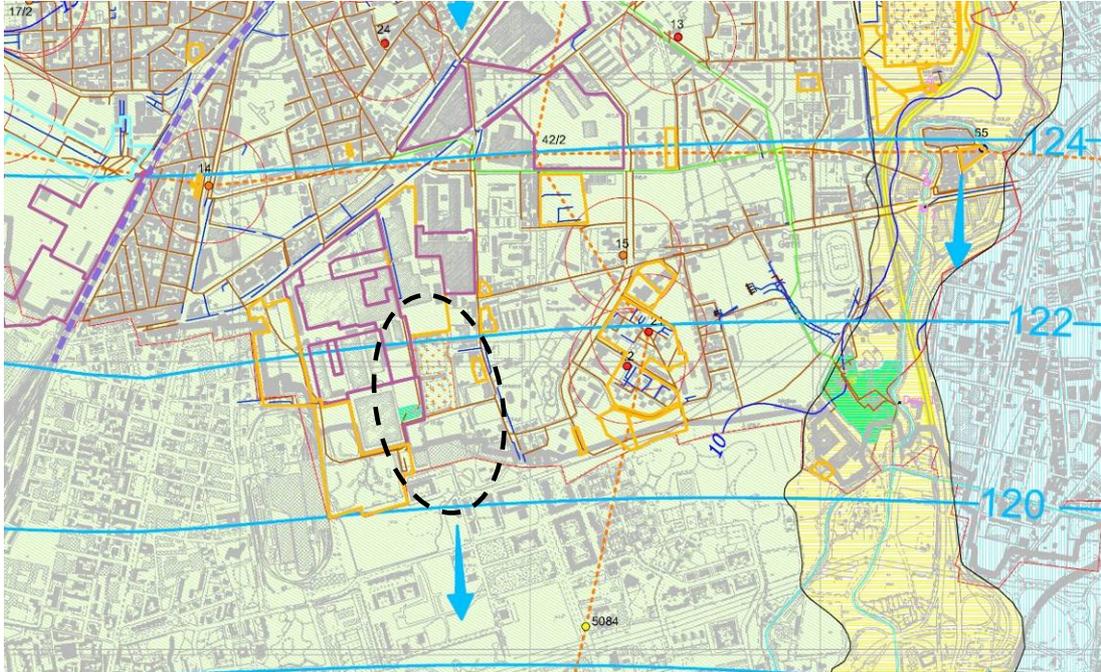
La soggiacenza della falda è quindi di circa 17 m.

La capacità protettiva dei suoli risulta essere moderata, considerando il limitato spessore dei suoli limoso-argillosi e la granulometria grossolana dei depositi superficiali.

Non sono presenti pozzi captati a scopo idropotabile nelle immediate vicinanze; i pozzi più vicini sono ubicati ad est dell'area, ad una distanza minima di circa 650 m.

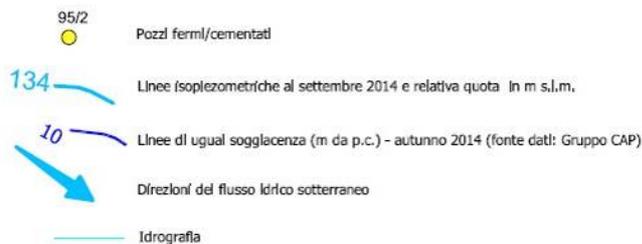


Nella carta idrogeologica ai aggiornamento del luglio 2020, la falda idrica locale in corrispondenza del Cimitero monumentale è posta a circa 122 m s.l.m. ossia con una soggiacenza di 11 m



VULNERABILITA' INTRINSECA DELL'ACQUIFERO						
GRADO DI VULNERABILITA'						CARATTERISTICHE DEGLI ACQUIFERI
EE	E	A	M	B	BB	
						Acquifero di tipo libero in materiale alluvionale in corrispondenza dei depositi fluviali privi di alterazione e/o poco alterati relativi al Sistema del Po (F. Lambro), con corso d'acqua sospeso rispetto alla piezometrica media falda (alimentazione naturale). Soggiacenza compresa tra 7 e 12 m rispetto al p.c.
						Acquifero di tipo libero in materiale alluvionale con copertura superficiale di ridotto spessore (circa 1 m), in corrispondenza dei depositi fluvio-glaciali moderatamente alterati relativi al Sistema di Cantù, poco alterati. Soggiacenza compresa tra 7 e 12 m rispetto al p.c.
						Acquifero di tipo libero in materiale alluvionale con copertura superficiale di spessore medio di 1,5 m, in corrispondenza dei depositi fluvio-glaciali moderatamente alterati relativi al Superistema di Besnate - Unità di Minoprio. Soggiacenza compresa tra 7 e 12 m rispetto al p.c.
						Acquifero di tipo libero in materiale alluvionale con copertura superficiale sabbioso-limosa di spessore < 2 m, in corrispondenza dei depositi fluvio-glaciali da moderatamente alterati a alterati relativi al Superistema di Besnate - Unità di Guanzate. Soggiacenza compresa tra 10 e 25 m rispetto al p.c.

EE Estremamente elevato E Elevato A Alto M Medio B Basso BB Molto basso



**PRINCIPALI SOGGETTI AD INQUINAMENTO**

- 23 Pozzi pubblici in rete e/o in attesa di essere attivati
- 5 Pozzi pubblici attualmente fuori esercizio / fermi
- 47/1 Pozzi privati

**POTENZIALI INGESTORI E VIACOLI DI INQUINAMENTO DEI CORPI IDRICI SOTTERRANEI**

- Cave di ghiaie e sabbia inattive, oggetto di recupero
- Ex cava / discarica area Falck

**PREVENTORI E/O RIDUTTORI DELL'INQUINAMENTO**

- Zona di rispetto dei pozzi pubblici Individuata con criterio geometrico (raggio 200 m D.Lgs. 152/06 - D.G.R. 7/12693/03)
- Impianti di depurazione

**PRODUTTORI REALI E POTENZIALI DI INQUINAMENTO DEI CORPI IDRICI SOTTERRANEI**

- Rete fognaria acque miste
- Rete fognaria acque nere
- Rete fognaria acque bianche
- Collettore acque miste
- Scaricatore di piena in Fiume Lambro / suolo
- Sfiatore
- Scarico finale di rete acque miste/blanche
- Area cimiteriale
- Codifica scarichi

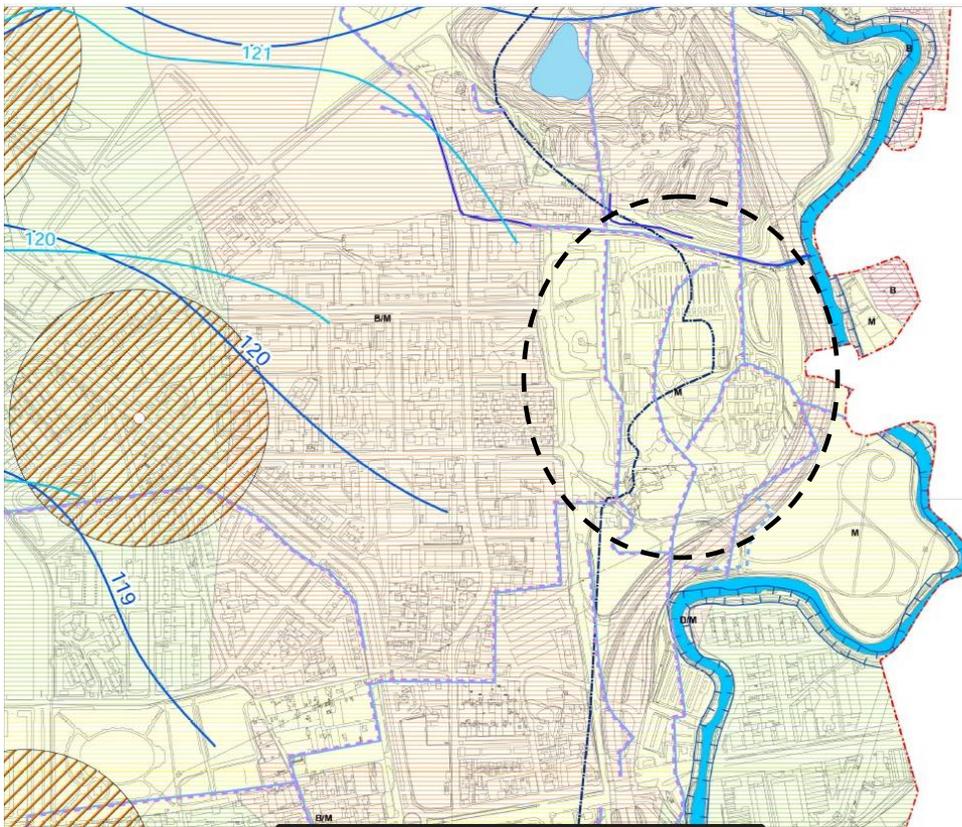
### *Cimitero Nuovo - via Marzabotto*

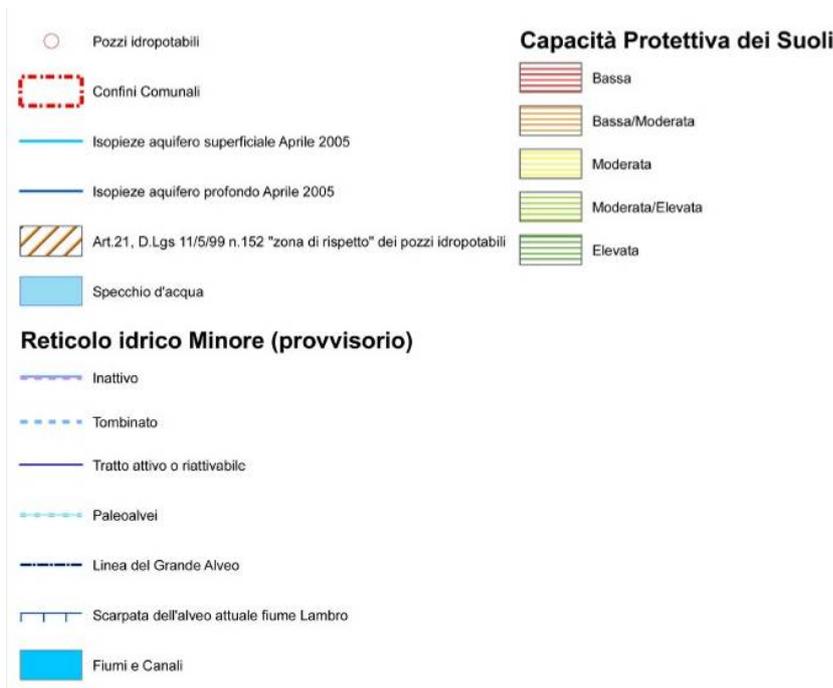
In corrispondenza del cimitero di via Marzabotto il livello dell'acquifero superficiale è segnalato a circa 121 m s.l.m. (aprile 2005 – dato tratto da “Adeguamento dello Studio Geologico , Idrogeologico e Sismico” a supporto del PGT comunale dell'ottobre 2008); la direzione di deflusso idrico è grossomodo N-S. La soggiacenza locale è di circa 16 m.

In relazione all'eventuale utilizzo di terreni fini poco permeabili come riempimento delle aree di ex cava, non si esclude la possibilità di locali ristagni e/o infiltrazioni idriche in corrispondenza di periodi piovosi particolarmente intensi e prolungati.

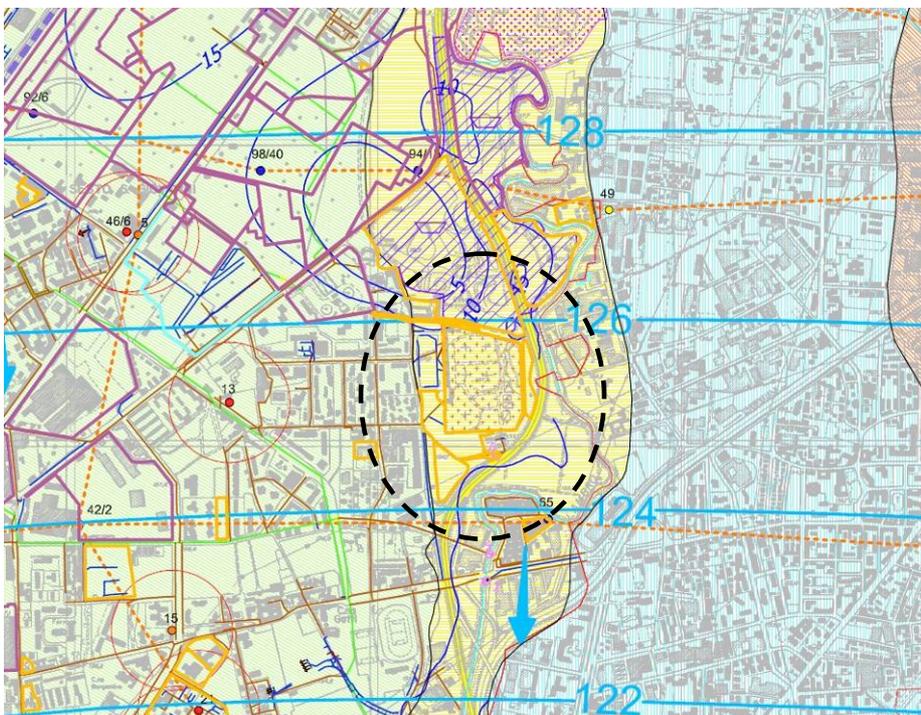
La capacità protettiva dei suoli è moderata, in relazione ad una maggiore percentuale di materiali fine limoso presente. Immediatamente più a nord ed a ovest la capacità si riduce a bassa/moderata.

Non sono presenti pozzi captati a scopo idropotabile nelle immediate vicinanze; i pozzi più vicini sono ubicati ad ovest e a sud-est dell'area, ad una distanza minima di circa 700 m.



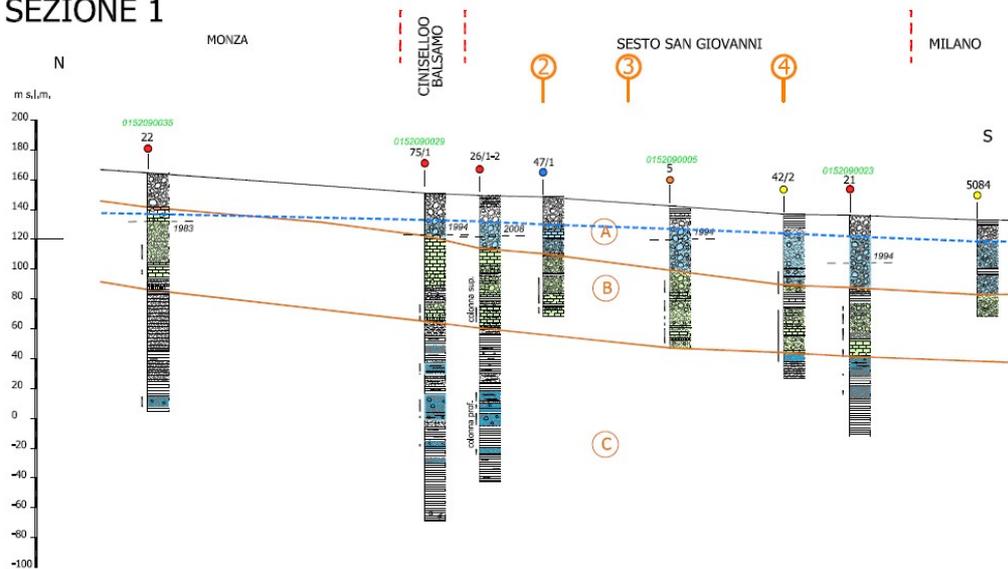


Nell'aggiornamento del luglio 2020, la falda idrica locale in corrispondenza del Cimitero nuovo è posta a 125 m s.l.m. ossia con una soggiacenza di 12 m

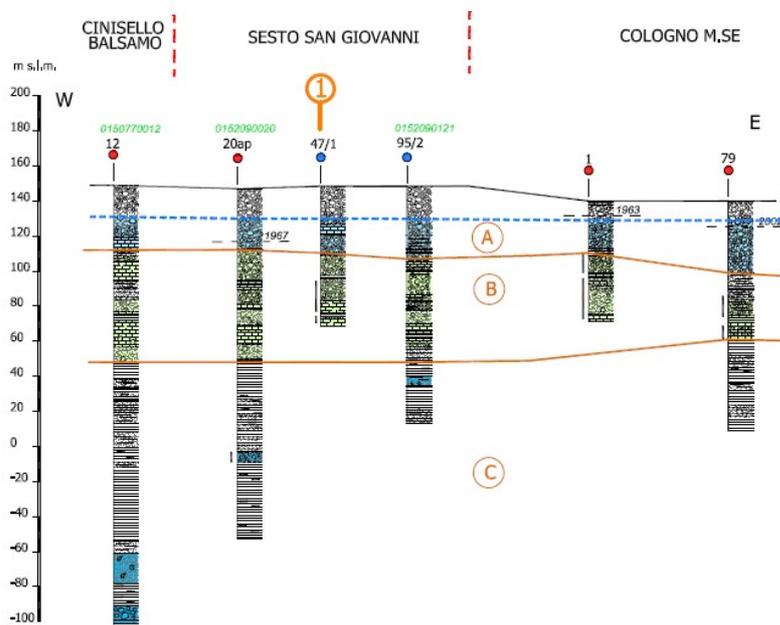


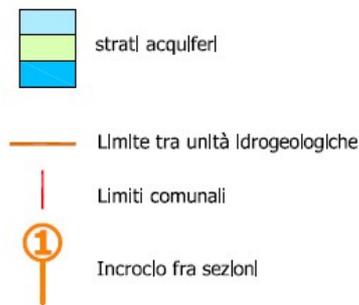
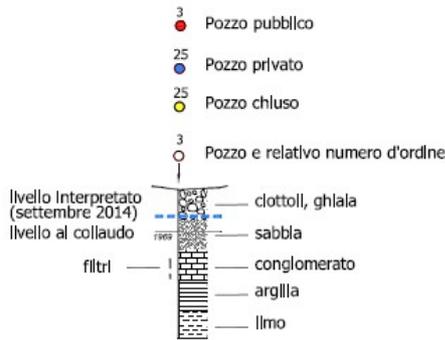
Di seguito si riportano alcune sezioni idrogeologiche passanti per le aree in esame

### SEZIONE 1



### SEZIONE 2





CLASSIFICAZIONE DEI GRUPPI ACQUIFERI

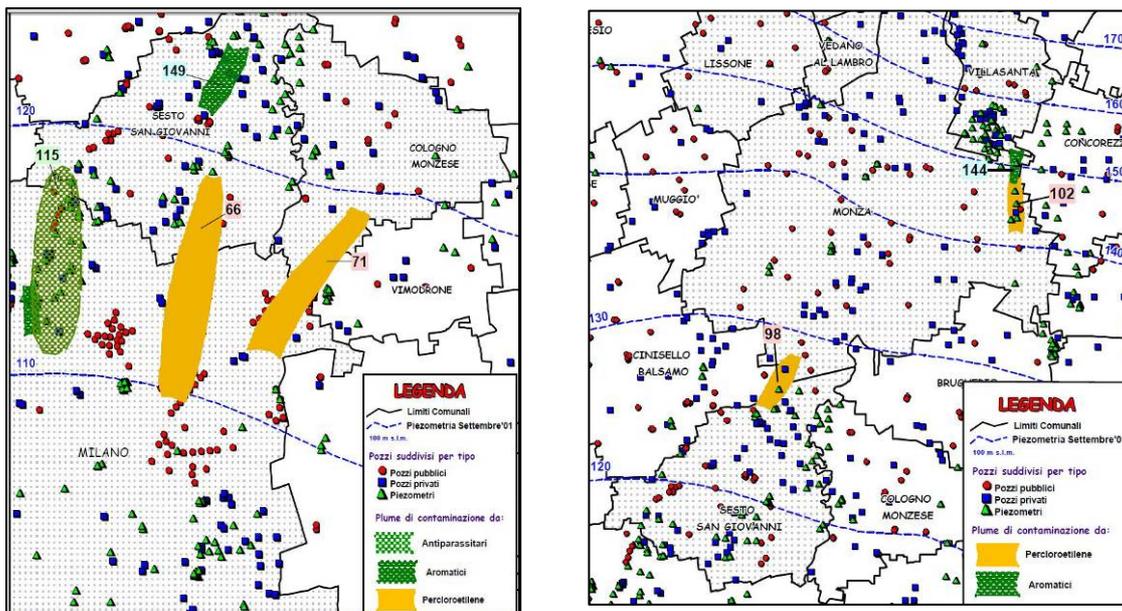
ACQUIFERO SUPERIORE	<b>A</b>	<b>GRUPPO ACQUIFERO A</b> Ghiaie e ghiaie grossolane a matrice sabbiosa grossolana con subordinati livelli sabbiosi da medi a grossolani; localmente presenti livelli decimetrici di argille e argille limose. <i>Ambiente di deposizione: continentale fluviale braided ad alta energia</i>
	<b>B</b>	<b>GRUPPO ACQUIFERO B</b> Sabbie medio grossolane, sabbie ciottolose e ghiaie a matrice sabbiosa da parzialmente a totalmente cementate (conglomerati); presenza di livelli di sedimenti fini argilloso limosi. <i>Ambiente di deposizione: continentale fluviale braided</i>
ACQUIFERI INTERMEDI PROFONDI	<b>C</b>	<b>GRUPPO ACQUIFERO C</b> Alternanza di sabbie da fini a medie e di argille limose verdi e argille palustri bruno-nerastre. Presenza di livelli torbosi. <i>Ambiente di deposizione: continentale/transizionale deliziosa</i>

### Caratteristiche idrochimiche della falda

Da un punto di vista idrochimico, la falda idrica superficiale è stata interessata da numerosi fenomeni di inquinamento, dovuti prevalentemente alla forte presenza di insediamenti produttivi in tutta l'area.

Il punto di origine, non sempre definito, può essere localizzato sia all'interno del territorio comunale, sia all'esterno.

A titolo di esempio si riportano due schede cartografiche, tratte da “Fenomeni di contaminazione delle acque sotterranee della Provincia di Milano” - Provincia di Milano – Direzione generale ambiente



Tali schede riportano i *plume* di inquinamento dovuti a percloroetilene (PCE), idrocarburi aromatici ed antiparassitari individuati nel territorio di Sesto San Giovanni.

E' presente comunque un deterioramento generale delle acque di falda, con una diffusione delle sostanze inquinanti tale da costituire una “concentrazione di fondo”.

Con la chiusura delle ditte storiche del territorio, il grado di inquinamento sta comunque diminuendo.

### 3 - VINCOLI

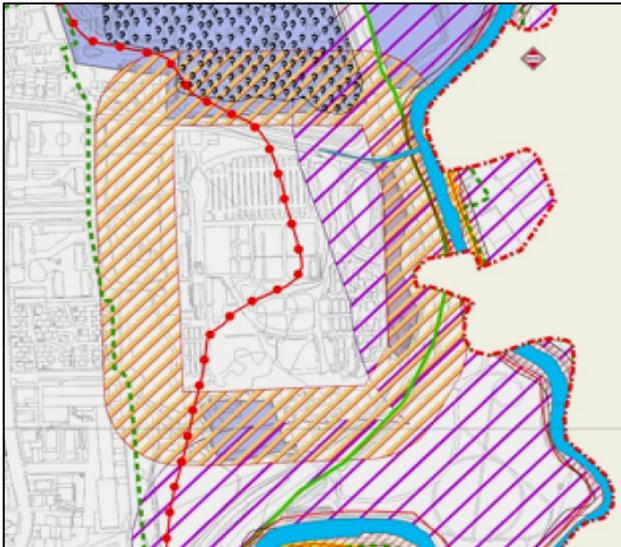
Dalla carta dei vincoli dello studio di “Adeguamento dello Studio Geologico , Idrogeologico e Sismico” a supporto del PGT comunale dell'ottobre 2008) risulta quanto segue:

#### *Cimitero Nuovo - via Marzabotto*

Tutta l'area cimiteriale ricade nell'ambito PUS Parco della media Valle del Lambro (linea verde tratteggiata).

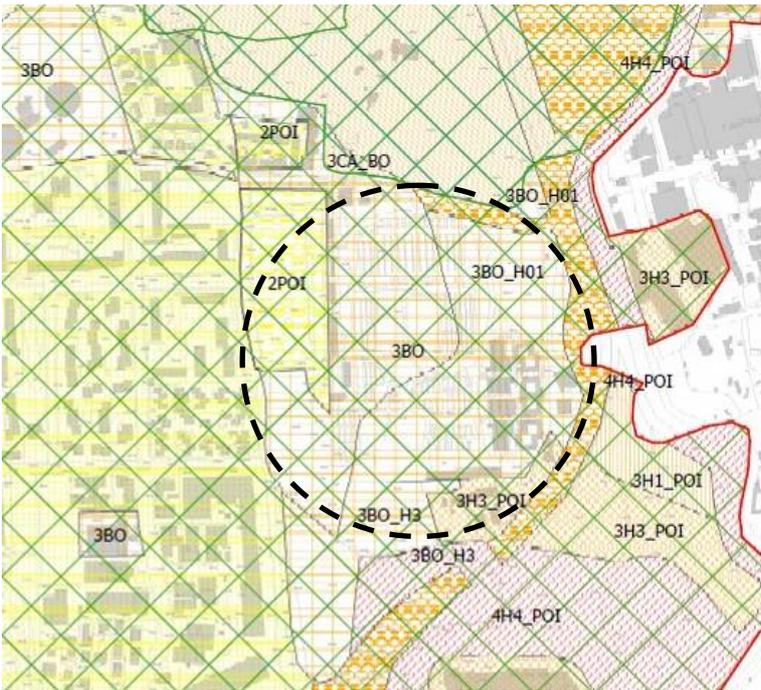
La parte centro-orientale ricade all'interno del limite fascia C del PAI (linea rossa continua a pallini).

La parte orientale del cimitero ricade in aree di rispetto (area barrata obliqua) ex D.lgs 42/2004 art. 142 lettera c: fascia di rispetto di 150 m dai corsi d'acqua iscritti nell'elenco delle acque pubbliche ai sensi del R.D. 1775/33.



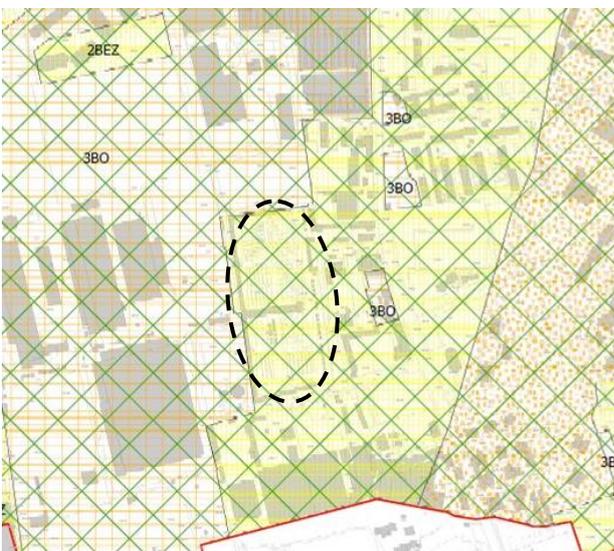
### Cimitero Nuovo

Nella carta di fattibilità, aggiornata al 2021, l'area del cimitero nuovo ricade in classe di fattibilità 3, fattibilità con consistenti limitazioni, in particolare 3BO, ossia aree antropiche in bonifica e, in parte 3BO\_H01 caratterizzate da pericolosità idraulica H01 (protette). La fascia più esterna, verso est, dell'area cimiteriale potrebbe ricadere in classe di fattibilità 3 H01-POI aree protette da opere di difesa spondale appartenente alla piana alluvionale recente.



### Cimitero monumentale

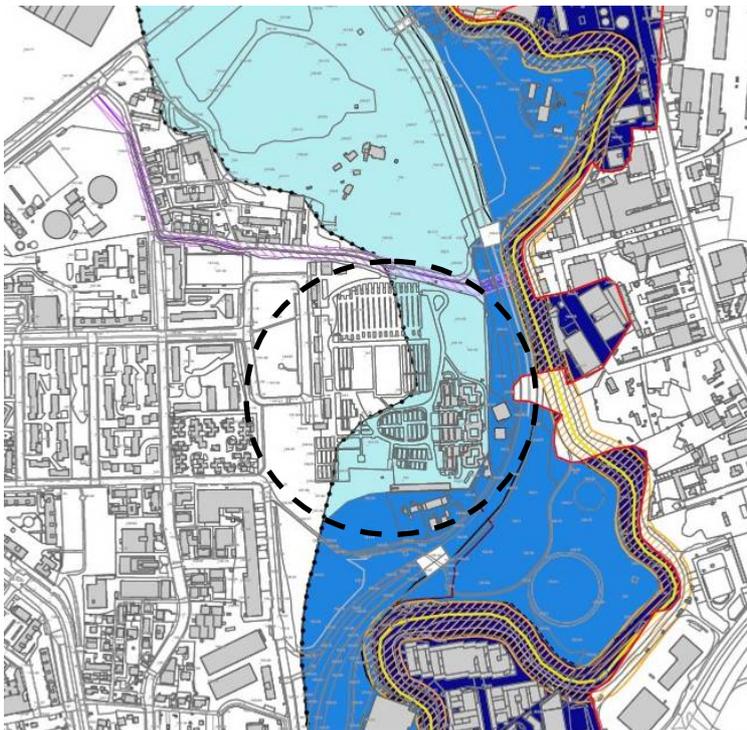
Per quanto riguarda il cimitero monumentale, nella carta di fattibilità, aggiornata al 2021 l'area ricade in classe di fattibilità 2 fattibilità con modeste limitazioni



Carta dei vincoli aggiornata al 2020

Cimitero nuovo

La parte centro-orientale ricade all'interno del limite fascia C del PAI e in area classificata come P1 interessata da alluvione rara (scenario L); solo la parte più esterna è in area P2 interessata da alluvione poco frequente (scenario M)



**RETICOLO IDROGRAFICO**

**RETICOLO IDROGRAFICO PRINCIPALE (Allegato A, D.G.R. X/7581/2017)**

Fiume Lambro

**RETICOLO IDROGRAFICO CONSORZIO DI BONIFICA EST TICINO VILLORESI (Allegato C, D.G.R. X/7581/2017)**

Rete principale (Naviglio Martesana)

**RETICOLO IDROGRAFICO MINORE (Allegato D, D.G.R. X/7581/2017)**

Fontanile Busca (tratto finale)

Tratto a cielo aperto

Tratto intubato

Corsi d'acqua privati

Canali di scolo privati

Tratto a cielo aperto

Tratto Intubato

**FASCE DI RISPETTO (D.G.R. X/7581/2017)**

Reticolo idrografico principale: 10 m dalla sommità della sponda incisa

**RETICOLO IDROGRAFICO CONSORZIO EST TICINO VILLORESI (D.G.R. 19 dicembre 2016 X/6037)**

Rete principale: 10 m dalla sommità della somma incisa

**RETICOLO IDROGRAFICO MINORE (Allegato D, D.G.R. X/7581/2017 e s.m.i.)**

10 m dal ciglio del canale

**VARIANTE AL PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI)**

**FASCE FLUVIALI DEL FIUME LAMBRO NEL TRATTO DAL LAGO DI PUSIANO ALLA CONFLUENZA CON IL DEVIATORE REDEFOSSI**  
 approvata con DPCM 10 dicembre 2004, pubblicata sulla G.U. n. 28 del 4/2/2005

----- Limite tra Fascia A e Fascia B

----- Limite tra Fascia B e Fascia C

----- Limite di progetto tra Fascia B e la Fascia C

----- Limite esterno Fascia C

**PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO DI ALLUVIONI (PGRA) Direttiva Alluvioni 2007/60/CE - revisione 2015**

**PERICOLOSITA' RP (reticolo principale di pianura e fondovalle)**

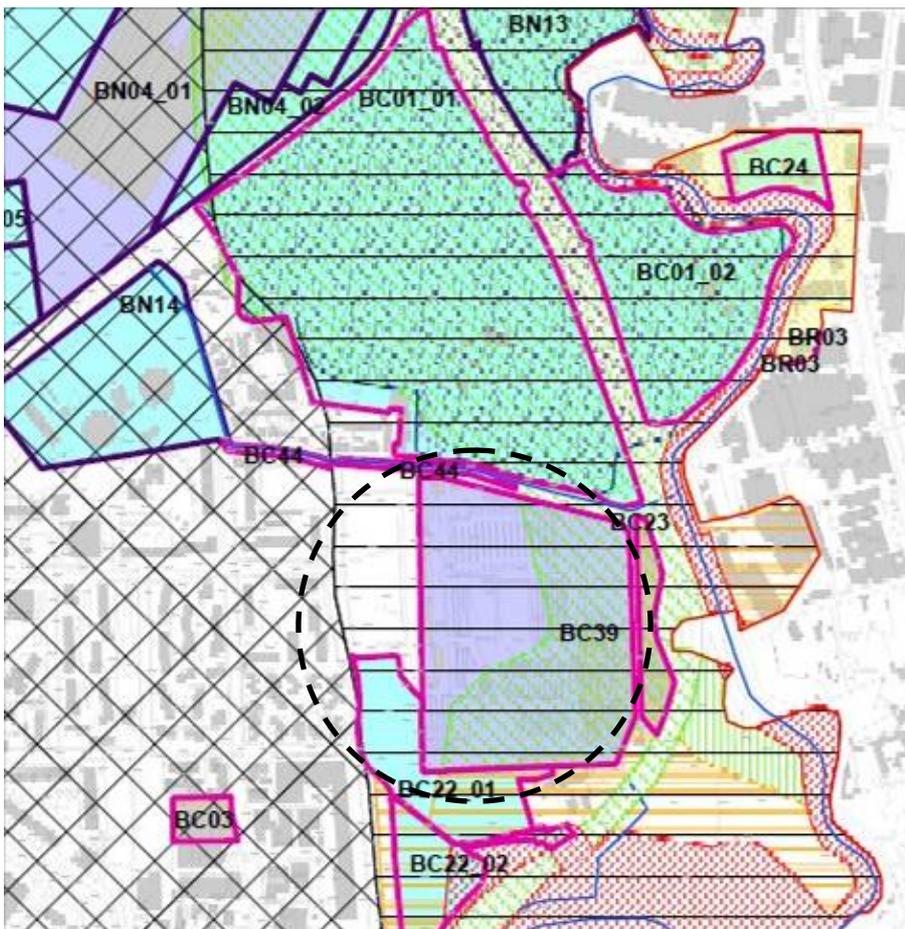
Aree P3 o aree interessate da alluvione frequente (scenario H)

Aree P2 o aree interessate da alluvione poco frequente (scenario M)

Aree P1 o aree interessate da alluvione raro (scenario L)

Il cimitero monumentale non ricade in nessuna area vincolata da un punto di vista geologico-idrogeologico

Nella carta di Sintesi aggiornata al 2021, il cimitero nuovo ricade in aree interessate da siti di bonifica e parzialmente, in area a rischio idraulico R1 rischio moderato: tutta l'area ricade in aree già allagate in occasione di precedenti alluvioni.



**AREE/ELEMENTI VULNERABILI DA PUNTO DI VISTA IDRAULICO**

**Reticolo idrografico**

- A cielo aperto
- - - - - Intubato

**Valutazioni delle condizioni di pericolosità idraulica del F. Lambro ai sensi dell'All. 4 D.G.R. IX/2616/2011 e D.G.R. X/6738/2017**

- H01: Aree attualmente protette da opere di difesa in grado da garantirne la sicurezza idraulica. Permane un rischio residuo derivante dal rischio di dam break delle opere di difesa stesse.
- H1: Aree caratterizzate da pericolosità idraulica moderata H1 (tiranti idrici sulla viabilità ordinaria compresi tra 0 e 0,30 m e velocità comprese tra 0 e 0,60 m/s)
- H2: Aree caratterizzate da pericolosità idraulica media H2 (tiranti idrici sulla viabilità ordinaria compresi tra 0 e 0,30 m e velocità comprese tra 0 e 0,60 m/s)
- H3: Aree caratterizzate da pericolosità idraulica elevata H3 (tiranti idrici sulla viabilità ordinaria compresi tra 0,30 e 0,70 m e velocità comprese tra 0,6 e 1,5 m/s) compatibilizzabili mediante interventi di difesa adeguati
- H4: Aree caratterizzate da pericolosità idraulica molto elevata H4 (tiranti idrici superiori a 0,70 m e velocità superiori a 1,50 m/s)
- Area soggetta ad allagamento per accumulo di acque meteoriche (Fonte dati: Gruppo CAP - Documento semplificato del rischio idraulico)

**AMBITI DI MODIFICAZIONE ANTROPICA**

- Ex aree di cava
- Impianti di depurazione

**AMBITI ASSOGGETTATI A PROCEDIMENTI DI BONIFICA AI SENSI D.G.R. IV/17252/96, D.M. 471/99, D.LGS. 152/06**

**Tipologia procedimento**

- Nazionale
- Regionale
- Comunale

**Stato dell'iter (per approfondimenti sull'iter e sui perimetri si rimanda agli atti ufficiali)**

- Siti con indagini ambientali preliminari / piano di caratterizzazione / progetti operativi di bonifica /
- Siti con bonifica conclusa per la destinazione d'uso commerciale/industriale (Colonna B, Tabella 1, Allegato 5, Titolo V, parte Quarta del D.Lgs. 152/06; colonna B, Tabella 1, Allegato 1 del D.M.)
- Siti con bonifica conclusa per la destinazione d'uso verde pubblico, privato e residenziale (Colonna A, Tabella 1, Allegato 5, Titolo V, parte Quarta del D.Lgs. 152/06, colonna A, Tabella 1,
- Siti con bonifica conclusa per la destinazione d'uso verde pubblico, privato e residenziale (Colonna A, Tabella 1, Allegato 5, Titolo V, parte Quarta del D.Lgs. 152/06, colonna A, Tabella 1,
- 
- 
- 
- 

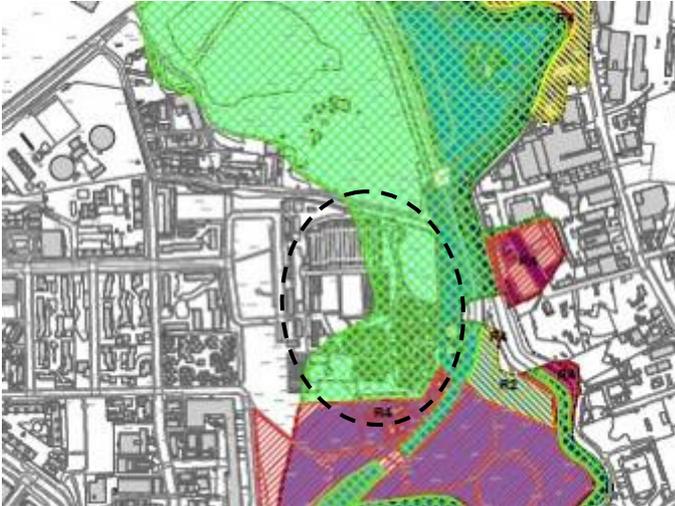
- BC01\_01** Codice identificativo siti procedimenti comunali (perimetri indicativi)
- BR01** Codice identificativo siti procedimenti regionali (perimetri indicativi)
- BN01\_01** Codice identificativo siti procedimenti nazionali (perimetri indicativi)

Il cimitero monumentale non ricade in nessuna area vincolata, nella piana fluvio glaciale con vulnerabilità dell'acquifero di grado medio.



Ambito Omogeneo	Caratteristiche geomorfologiche e litologiche	Vulnerabilità dell'acquifero	Problematiche specifiche
POI Sistema del Po	Piana alluvionale recente ed attuale del Fiume Lambro con depositi fluviali poco alterati caratterizzati da ghiaie, ghiaie sabbiose e sabbioso limose, sabbie e limi	Vulnerabilità di grado elevato	Aree pianeggianti a rischio di esondazione del Fiume Lambro con pericolosità da molto elevata a moderata e residua. Terreni con mediocri caratteristiche portanti fino a 3-4 m. Miglioramento delle caratteristiche portanti più in profondità. Drenaggio delle acque buone, localmente mediocre per la presenza in superficie di depositi a ridotta permeabilità. Soggezione dell'acquifero compresa tra 7 e 12 m da p.c. Presenza di ambiti di modificazione antropica (ex aree di cava, aree interessate da procedure di bonifica) che necessitano di caratterizzazione ambientale/geotecnica preventiva a qualsiasi cambio di destinazione d'uso.
BEZ Unità di Confronto	Piana fluvio-glaciale a morfologia subpianeggiante, ad intensa urbanizzazione, con depositi fluvio-glaciali da moderato ad alterati caratterizzati da ghiaie, ghiaie sabbiose e sabbioso limose, sabbie limose	Vulnerabilità di grado medio	Aree pianeggianti localmente interessate da esondazione del F. Lambro con pericolosità da molto elevata a moderata e residua nei settori più prossimi al fiume. Terreni con caratteristiche mediocri, localmente variabili entro i 4-6 m di profondità. Miglioramento delle caratteristiche portanti più in profondità. Drenaggio delle acque mediocre in superficie, localmente difficoltoso per la presenza di depositi limoso-argillosi. Soggezione dell'acquifero compresa tra 10 e 25 m da p.c. Presenza di ambiti di modificazione antropica (aree interessate da procedure di bonifica) che necessitano di caratterizzazione ambientale/geotecnica preventiva a qualsiasi cambio di destinazione d'uso.
BEZ Unità di Confronto	Piana fluvio-glaciale a morfologia subpianeggiante, ad intensa urbanizzazione, con depositi fluvio-glaciali da moderato ad alterati caratterizzati da ghiaie, sabbie limose. Aumento percentuale della frazione fine fino a 3-4 m di profondità, con riduzione della capacità di infiltrazione dei terreni superficiali.	Vulnerabilità di grado medio	Aree pianeggianti con terreni con caratteristiche mediocri, localmente variabili entro i 4-6 m di profondità. Miglioramento delle caratteristiche portanti più in profondità. Drenaggio delle acque localmente difficoltoso per la presenza di depositi limoso-argillosi in superficie. Soggezione dell'acquifero compresa tra 10 e 25 m da p.c. Presenza di ambiti di modificazione antropica (aree interessate da procedure di bonifica) che necessitano di caratterizzazione ambientale/geotecnica preventiva a qualsiasi cambio di destinazione d'uso.

Nella Carta di Rischio aggiornata al 2020 il cimitero nuovo ricade, parzialmente, in area a rischio idraulico R1 rischio moderato



**VARIANTE AL PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI)**

**FASCE FLUVIALI DEL FIUME LAMBRO NEL TRATTO DAL LAGO DI PUSIANO ALLA CONFLUENZA CON IL DEVIATORE REDEFOSI**  
 approvata con DPCM 10 dicembre 2004, pubblicata sulla G.U. n. 28 del 4/2/2005

- Limite tra Fascia A e Fascia B
- Limite tra Fascia B e Fascia C
- Limite di progetto tra Fascia B e la Fascia C
- Limite esterno Fascia C

**PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO DI ALLUVIONI (PGRA)**  
 Direttiva Alluvioni 2007/60/CE - revisione 2015

**PERICOLOSITA' RP (reticolo principale di pianura e fondovalle)**

- Aree P3 o aree interessate da alluvione frequente (scenario H)
- Aree P2 o aree interessate da alluvione poco frequente (scenario M)
- Aree P1 o aree interessate da alluvione raro (scenario L)

**Valutazioni delle condizioni di pericolosità idraulica del F. Lambro ai sensi dell'All. 4 D.G.R. IX/2616/2011 e D.G.R. X/6738/2017**

- R1 (rischio moderato): possibili danni sociali ed economici marginali
- R2 (rischio medio): possibili danni minori agli edifici e alle infrastrutture che non pregiudicano l'incolumità delle persone, l'agibilità degli edifici e lo svolgimento delle attività socio-economiche
- R4 (rischio molto elevato): possibile perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici e alle infrastrutture, danni al patrimonio culturale

**Pericolosità sismica locale**

Per quanto riguarda la Pericolosità Sismica Locale entrambe le aree ricadono in zona Z4a: zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvioglaciali granulari e/o coesivi.

Nella carta del PGRA aggiornata l'area del cimitero nuovo, almeno parzialmente, ricade nell'area H01 aree caratterizzate da pericolosità idraulica moderata

**VARIANTE AL PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI)**

FASCE FLUVIALI DEL FIUME LAMBRO NEL TRATTO DAL LAGO DI PUSIANO ALLA CONFLUENZA CON IL DEVIATORE REDEFOSSI  
 approvata con DPCM 10 dicembre 2004, pubblicata sulla G.U. n. 28 del 4/2/2005

- Limite tra Fascia A e Fascia B
- Limite tra Fascia B e Fascia C
- - - - - Limite di progetto tra Fascia B e la Fascia C
- ~~~~~ Limite esterno Fascia C

**PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO DI ALLUVIONI (PGRA)  
 Direttiva Alluvioni 2007/60/CE - revisione 2015**

**PERICOLOSITA' RP (reticolo principale di pianura e fondovalle)**

- Aree P3 o aree interessate da alluvione frequente (scenario H)
- Aree P2 o aree interessate da alluvione poco frequente (scenario M)
- Aree P1 o aree interessate da alluvione raro (scenario L)

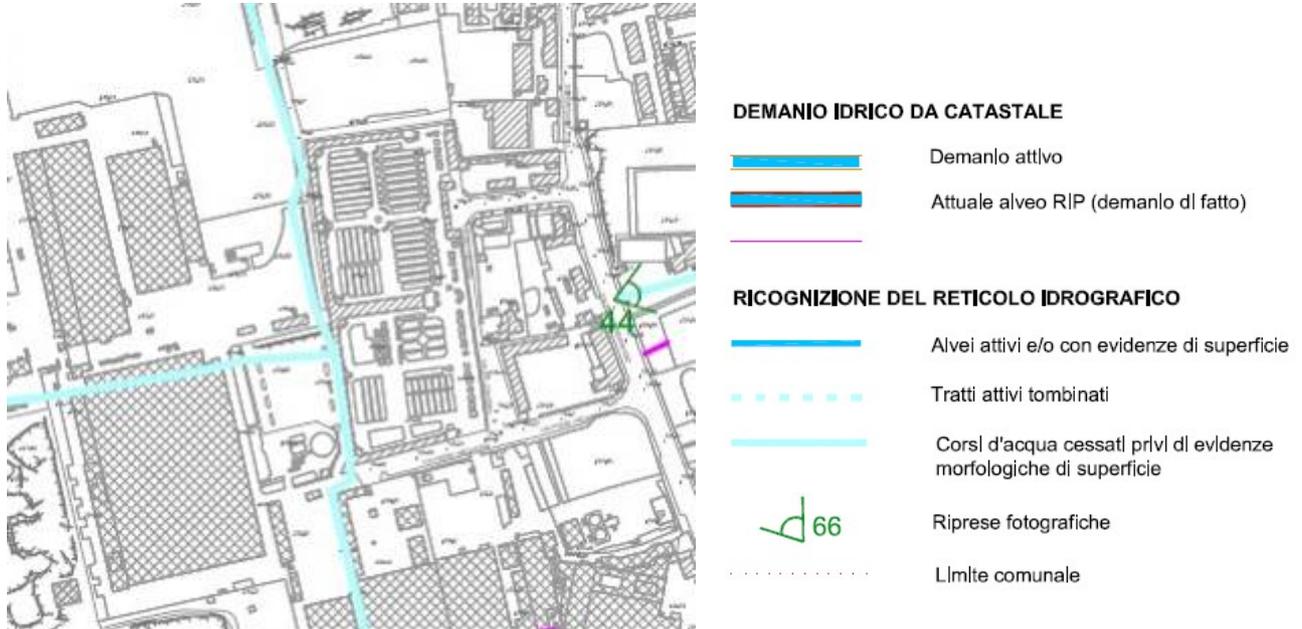
**Valutazioni delle condizioni di pericolosità idraulica del F. Lambro ai sensi dell'All. 4 D.G.R. IX/2616/2011 e D.G.R. X/6738/2017**

- H01: Aree attualmente protette da opere di difesa in grado da garantire la sicurezza idraulica. Permane un rischio residuo derivante dal rischio di dam break delle opere di difesa stesse.
- H1: Aree caratterizzate da pericolosità idraulica moderata H1 (tiranti idrici sulla viabilità ordinaria compresi tra 0 e 0,30 m e velocità comprese tra 0 e 0,60 m/s)
- H2: Aree caratterizzate da pericolosità idraulica media H2 (tiranti idrici sulla viabilità ordinaria compresi tra 0 e 0,30 m e velocità comprese tra 0 e 0,60 m/s)
- H3: Aree caratterizzate da pericolosità idraulica elevata H3 (tiranti idrici sulla viabilità ordinaria compresi tra 0,30 e 0,70 m e velocità comprese tra 0,6 e 1,5 m/s) compatibilizzabili mediante interventi di difesa adeguati
- H4: Aree caratterizzate da pericolosità idraulica molto elevata H4 (tiranti idrici superiori a 0,70 m e velocità superiori a 1,50 m/s)



**Studio del Reticolo Idrico Minore (2020)**

Area cimitero monumentale: lungo il lato ovest del cimitero, è segnalato un corso d’acqua cessato privo di evidenze morfologiche di superficie

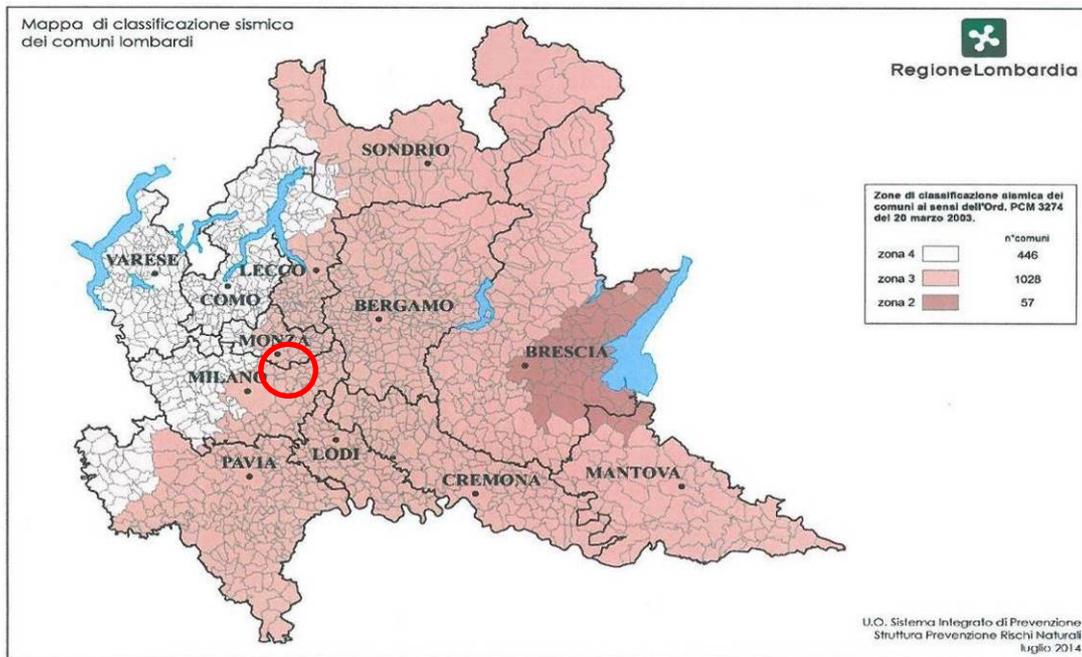


Mentre nell’area del cimitero nuovo sono presenti numerosi corsi d’acqua cessato privo di evidenze morfologiche di superficie e tratti di fontanile (demanio di fatto)



#### 4 - INQUADRAMENTO SISMICO

La nuova classificazione sismica della Regione Lombardia, DGR. n. X/2129 del 11/07/14, inserisce il Comune di Sesto San Giovanni zona sismica 3, con Ag Max pari a 0,054127.



Mappa di classificazione sismica della Regione Lombardia (Luglio 2014)

La classificazione sismica dei terreni può essere basata sulla stima dei valori della velocità media delle onde sismiche di taglio  $V_s$ , o sul numero medio di colpi NSPT ottenuti in una prova penetrometrica dinamica, o sulla coesione non drenata media  $C_u$ ; in base alle grandezze sopra definite s'identificano le seguenti categorie del suolo di fondazione:

- A - Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi, caratterizzati da valori di  $V_{s30}$  superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti uno strato di alterazione con spessore massimo pari a 3 m;*
- B - Rocce tenere e depositi a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s30}$  compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero resistenza penetrometrica NSPT > 50 nei terreni a grana grossa e  $c_{u30} > 250$  kPa nei terreni a grana fina);*
- C - Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s30}$  compresi tra 180 e 360 m/s (ovvero  $15 < NSPT < 50$  nei terreni a grana grossa,  $70 < c_{u30} < 250$  kPa nei terreni a grana fina);*
- D - Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la*

profondità e da valori di Vs30 inferiori a 180 m/s (ovvero NSPT <15 nei terreni a grana grossa e cu30<70 kPa nei terreni a grana fina);

E - *Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m*, su di un substrato di riferimento (con Vs30>800 m/s).

A supporto dell'integrazione della pericolosità sismica relativamente ai comparti stazione, scalo ferroviario, unione, concordia e tra i appartenenti agli ambiti ATs1 e ATs2 redatta nel giugno 2013 (a firma del Dott Paolo Granata geologo), sono state eseguite 4 linee sismiche tipo MASW, nella zona nord-est del comune, a circa 1.1 Km a nord-ovest del Cimitero Nuovo di via Marzabotto.

L'interpretazione di tutte le linee ha evidenziato una Vs30 compresa tra 391 e 508 m/s, la categoria del suolo sismico è quindi attribuibile, in via preliminare, a **categoria B**.

La categoria sismica è puramente indicativa; a supporto del progetto di eventuali nuove strutture in c.a, ai sensi delle NTC2018 si dovrà prevedere, oltre che indagini geotecniche specifiche (es prove penetrometriche dinamiche continue) anche indagini sismiche (es linee sismiche tipo MASW) al fine di definire la categoria sismica del suolo.

## 5 - INQUADRAMENTO GEOTECNICO

### - Dati da studi precedenti -

Le caratteristiche stratigrafiche geotecniche generali possono essere dedotte e sintetizzate dalle indagini eseguite e da indagini precedentemente svolte o da dati bibliografici.

In particolare si segnala l'indagine geognostica eseguita dal Dott. Geol. Granata nel novembre del 2001 a supporto della realizzazione di nuovi loculi nella porzione meridionale del cimitero nuovo. Allo scopo di conoscere le caratteristiche stratigrafiche geotecniche vennero eseguiti due sondaggi a carotaggio continuo con prove SPT in foro, spinti fino alla massima profondità di 10 m e prove penetrometriche dinamiche continue spinte fino alla massimo profondità di circa 9 m.

I sondaggi hanno evidenziato la natura dei terreni generalmente costituiti da depositi sabbiosi limosi intercalati a livelli più ghiaiosi nelle parti più profonde.

Sondaggio 1

Prof. (m)	Spessore (m)	Campioni	DESCRIZIONE LITOLOGICA	Litologia
0.00				
	1.60		Ripporto misto di materiali detritici e di risulta, con ghiaia, sabbia, ciottoli, limo e frammenti di mattoni	
1.60				
	3.20		Limo sabbioso bruno, mediamente addensato, con inclusi di ghiaia, ciottoli e frammenti di laterizio	
4.80				
	0.90		Limo sabbioso sciolto, bruno-nocciola, debolmente argilloso	
5.70				
	0.90		Ghiaia con sabbia in matrice limosa grigio-bruna, un po' umida; inclusi ciottolosi arrotondati	
6.60				
	2.20		Ghiaia con sabbia debolmente limosa grigia, asciutta, mediamente addensata; inclusi ciottolosi arrotondati	
8.80				
	0.70		Sabbia media, grigia, debolmente limosa	
9.50				
	0.50		Ghiaia e sabbia, debolmente limosa, grigia, con qualche ciottolo	
10.00				

Sondaggio 2

Prof. (m)	Spessore (m)	Campioni	DESCRIZIONE LITOLOGICA	Litologia	Acqua	S.P.T.
0.00						
	1.60		Ripporto misto di materiali detritici e di risulta, con ghiaia, sabbia, ciottoli, limo e frammenti di mattoni			
1.60						
	3.20		Limo sabbioso bruno, mediamente addensato, con inclusi di ghiaia, ciottoli e frammenti di laterizio		1.80	6-7-7
4.80						
	0.90		Limo sabbioso sciolto, bruno-nocciola, debolmente argilloso		1.10	1-3-4
5.70						
	0.90		Ghiaia con sabbia in matrice limosa grigio-bruna, un po' umida; inclusi ciottolosi arrotondati			
6.60						
	2.20		Ghiaia con sabbia debolmente limosa grigia, asciutta, mediamente addensata; inclusi ciottolosi arrotondati		7.60	7-11-14
8.80						
	0.70		Sabbia media, grigia, debolmente limosa			
9.50						
	0.50		Ghiaia e sabbia, debolmente limosa, grigia, con qualche ciottolo			
10.00						

Eseguito da: GEOPROVE S.n.c. - TREVIOLO

S.P.T. = Standard Penetration Test; RQD = Rock Quality Designation; k = Permeabilità

Dall'interpretazione delle prove penetrometriche è stato dedotto il grado di consistenza del terreno e i parametri geotecnici che ne derivano, in particolare sono state riconosciute due unità stratigrafiche-geotecniche: una superficiale costituita da limo sabbioso sciolto, con locale presenza di materiale di origine antropica, di spessore variabile da 3.5 m a 9 m; il sottostante livello ghiaioso sabbioso addensato – molto addensato. Nel corso delle indagini non venne riscontrata la presenza di circolazione idrica sotterranea fino alla massima profondità riscontrata.

Precedentemente vennero eseguite ulteriori indagini sempre a supporto dei progetti di realizzazione nuovi loculi/ampliamento del cimitero nuovo evidenziando condizioni confrontabili con quella già illustrata.

**- Caratteristiche geotecniche generali -**

Sono dati puramente indicativi e generali che possono essere utilizzati come “linee guida”, ma non possono essere considerati validi ai fini della progettazione di nuove strutture, per le quali servono indagini mirate al singolo progetto.

*Cimitero Monumentale - via Rimembranze*

Come già detto, i depositi superficiali sono costituiti da ghiaie sabbiose e sabbie ghiaiose con un livello superficiale di alterazione sabbioso- limoso.

Il livello superficiale di alterazione, in genere con uno spessore minore di 1 m, presenta le seguenti caratteristiche:

Angolo di attrito  $\varphi = 25-27^\circ$

Peso naturale terreno  $Y_t = 1.65-1.7 \text{ t/m}^3$

Modulo elastico  $E = 25-50 \text{ kg/cm}^2$

Il secondo livello, con grado di addensamento crescente in profondità

Angolo di attrito  $\varphi = 28-32^\circ$

Peso naturale terreno  $Y_t = 1.7-1.8 \text{ t/m}^3$

Modulo elastico  $E = 100-150 \text{ kg/cm}^2$

*Cimitero Nuovo - via Marzabotto*

L'intera area è caratterizzata dalla presenza di depositi grossolani, costituiti da ghiaie grossolane e sabbie, da qui le attività di estrazione del materiale.

In particolare l'area di cava è stata successivamente riempita con materiale eterogeneo, con granulometria da fine (possibile presenza di lenti od orizzonti limoso-argillose) a grossolana (ghiaie e sabbie con ciottoli e blocchi).

In generale, comunque, a parte un livello superficiale (<0.5-0.6 m) molto addensato e/o ciottoloso, con presenza di blocchi e terreno di natura antropica, la stratigrafia può essere così schematizzata:

Da 0 a -3/4 m: terreno sciolto

Angolo di attrito  $\varphi = 26-28^\circ$

Peso naturale terreno  $Y_t = 1.65-1.7 \text{ t/m}^3$

Modulo elastico  $E = 40-80 \text{ kg/cm}^2$

Oltre -3/4 m:

Angolo di attrito  $\varphi = 30-34^\circ$

Peso naturale terreno  $Y_t = 1.75-1.8 \text{ t/m}^3$

Modulo elastico  $E = 150-200 \text{ kg/cm}^2$

Tali caratteristiche sono puramente indicative, a supporto del progetto di eventuali nuove strutture in c.a, ai sensi delle NTC2018 si dovrà prevedere con l'esecuzione di indagini geotecniche specifiche, ad es prove penetrometriche dinamiche continue e/o sondaggi a carotaggio continuo con Spt in foro, posa di piezometri per la verifica della presenza della falda idrica locale.

## **6 - INDAGINI ESEGUITE A SUPPORTO DEL PIANO CIMITERIALE 2011**

### **- Procedura -**

A seguito della segnalazione da parte dei Tecnici comunali della presenza, all'interno del cimitero Nuovo, di aree soggette a episodi di allagamento periodici, in particolar modo durante i periodi piovosi particolarmente intensi e prolungati, è stata eseguita una campagna geognostica al fine di individuare la presenza di infiltrazioni idriche superficiali.

E' stata così eseguita un'indagine indiretta di tipo geoelettrico, al fine di evidenziare le possibili zone caratterizzate da infiltrazioni idriche, in corrispondenza delle quali, in una seconda fase, sono stati installati piezometri microfessurati (con l'ausilio di un penetrometro pesante tipo Pagani) per monitorare, tramite sondino acustico (freatimetro) la presenza di acqua.

Si è proceduto innanzi tutto a recuperare le indagini geognostiche eseguite a supporto dei progetti delle fasi di espansioni del cimitero (vedi capitolo precedente) e le mappe storiche riguardanti l'idrografia superficiale.

Come già accennato tali carte mostrano i percorsi dei fontanili che caratterizzavano l'area in oggetto. Sovrapponendo tali percorsi con le aree soggette ad allagamenti sono state scelte le aree in corrispondenza delle quali sono state realizzate linee geoelettriche, nella fattispecie 4 profili con la tomografia elettrica metodo Wenner.

Due linee sono state ubicate nel settore settentrionale del cimitero, una nel settore orientale ed una nel settore meridionale, in corrispondenza dell'area di futura espansione.

L'ubicazione è stata determinata anche dalla logistica dell'area, con limitate zone adatte all'esecuzione delle indagini, presenza di sottoservizi e strutture che possono influenzare i dati, ecc.

Nelle zone in cui i profili geoelettrici hanno evidenziato la possibile presenza di acqua, si è proceduto all'installazione di 7 piezometri microfessurati.

## **- Indagini eseguite -**

### Geoelettrica

Le indagini geoelettriche permettono di determinare la distribuzione della resistività nel sottosuolo mediante una serie di misure in superficie. La resistività del terreno è legata a numerosi parametri geologici, quali il contenuto di fluidi, il contenuto in determinati minerali, la porosità e il grado di saturazione in acqua della roccia o del terreno.

La corrente elettrica, immessa nel sottosuolo, può fluire attraverso la conduzione di tipo “elettronica” e attraverso la conduzione di tipo “elettrolitica”. Nei casi più comuni la conduzione elettrolitica, legata essenzialmente alla presenza d’acqua tra i granuli del terreno, è il meccanismo dominante. La conduzione elettronica interviene quando sono presenti minerali particolarmente conduttivi.

In generale le rocce ignee e metamorfiche hanno valori di resistività alti, mentre le rocce sedimentarie, che sono solitamente molto porose, ed hanno un più alto contenuto d’acqua, presentano valori di resistività inferiori, con un range da 10 a 10000 Ohm\*m ma con la maggior parte dei valori sotto i 1000 Ohm\*m. I terreni non consolidati hanno valori di resistività generalmente ancora più bassi, in relazione alla porosità, al grado di saturazione ed al contenuto in argilla che tende ad abbassarne notevolmente la resistività. Di norma suoli argillosi sono più conduttivi di suoli sabbiosi e ghiaiosi.

La sovrapposizione dei valori di resistività per le differenti classi di rocce e terreni può determinare diversi modelli interpretativi la cui correttezza potrà essere valutata in funzione del contesto geologico in cui si operano le misure.

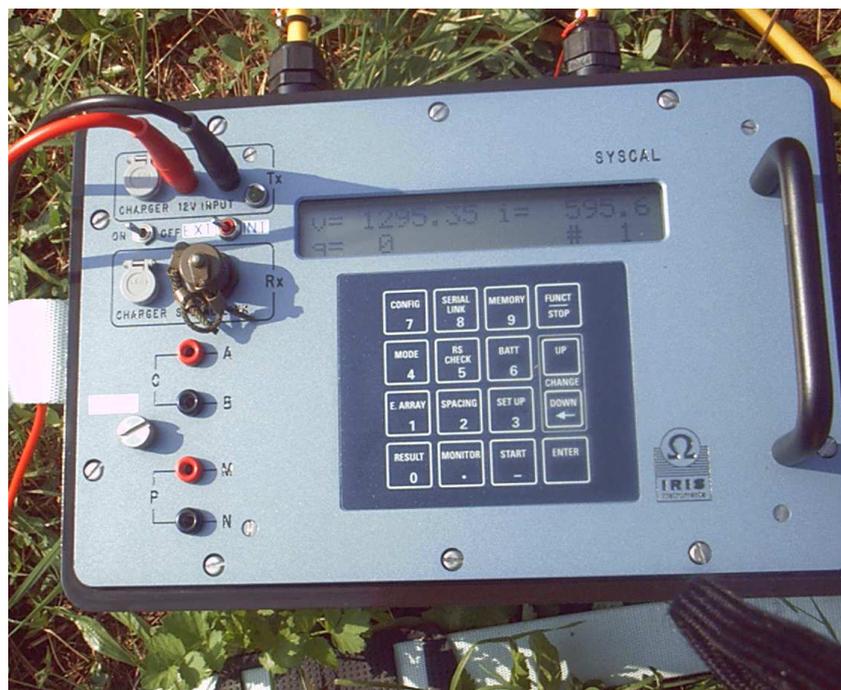
È inoltre da considerare che la resistività dell’acqua sotterranea varia da 10 a 100 Ohm\*m in funzione della percentuale di sali disciolti in essa (l’acqua di mare ha una resistività inferiore a 1 Ohm\*metro). Quindi la resistività del suolo non è solo legata al grado di saturazione ma anche alla natura del fluido in esso contenuto.

Il profilo geoelettrico acquisito con modalità particolari permette di effettuare una elaborazione tomografica (profili tomografici), che restituisce la distribuzione bidimensionale o tridimensionale delle caratteristiche elettriche dei materiali indagati. Si possono in questo modo ottenere delle sezioni geoelettriche ad alta risoluzione. Il principio fisico è lo stesso alla base dei tradizionali S.E.V. e S.E.O. (sondaggi elettrici verticali e orizzontali), ma in questo caso, invece di energizzare e misurare da quattro elettrodi che vengono spostati di volta in volta, vengono utilizzati più elettrodi (16, 24, 32, 48

ecc.) con cui è possibile ottenere un numero molto alto di combinazioni, indagando quindi non più solo lungo un asse verticale ma lungo tutta una sezione.

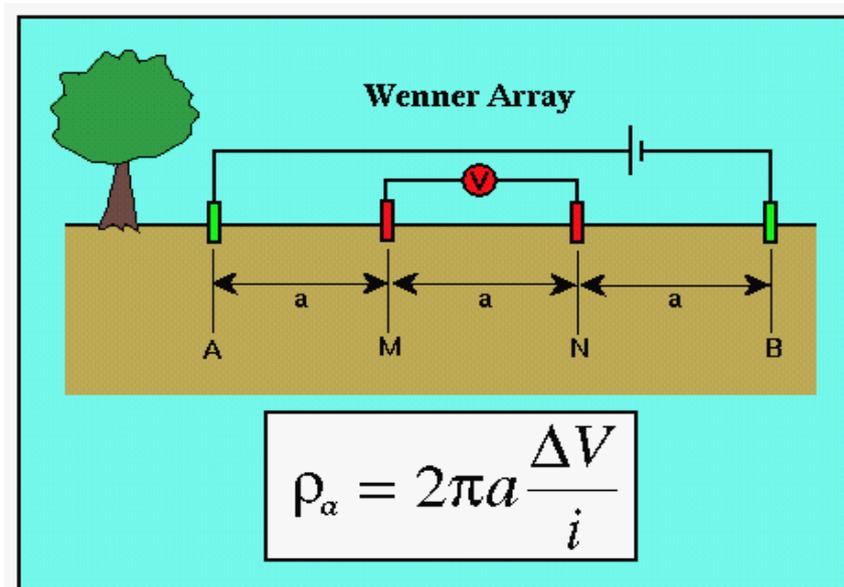
La tomografia elettrica è una tecnica non invasiva finalizzata a fornire sezioni verticali del sottosuolo dove possono essere chiaramente individuate dal contesto geolitologico aree inquinate, cavità, presenza di corpi anomali, presenza di falde acquifere, estesi siti archeologici.

L'acquisizione dei dati in campagna è stata ottenuta attraverso l'impiego dello strumento Syscal Junior prodotto dalla Iris Instruments (Orleans – France).



*Syscal Junior* in fase di acquisizione dati.

Una misurazione completamente automatizzata della resistività può essere eseguita usando serie di elettrodi polo – polo, polo – dipolo, dipolo – dipolo, Wenner, Wenner – Schlumberger.

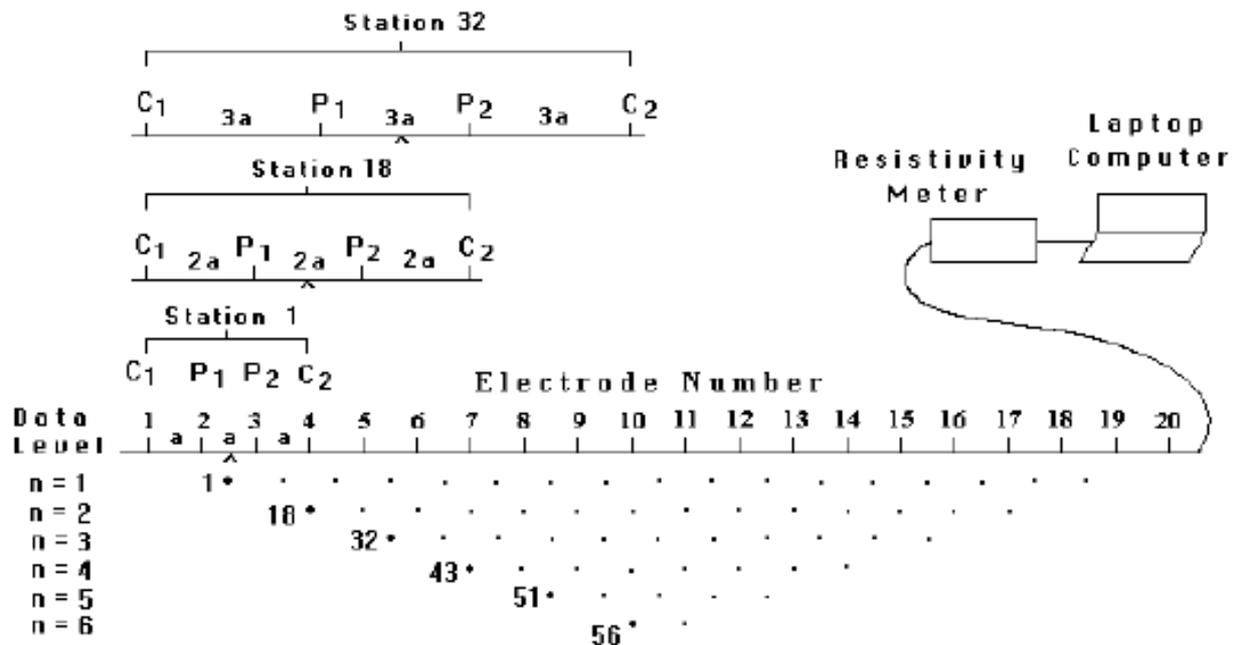


Configurazione WENNER: gli elettrodi esterni A e B energizzano il terreno mentre agli elettrodi interni M ed N si misura la differenza di potenziale • DV.

La scelta della configurazione più adatta dipende da vari fattori, tra i quali: la sensibilità della configurazione alla resistività, alla profondità di indagine, all'intensità del segnale.

La distanza elettrodoica è direttamente proporzionale alla profondità di terreno indagato e inversamente proporzionale alla "risoluzione". In pratica maggiore è la distanza interelettrodoica, maggiore sarà la profondità investigata ma minore sarà il dettaglio.

Oltre alla configurazione elettrodoiche prefissate di cui sopra, il sistema permette all'utente di ottenere informazioni sulle coordinate x,y,z di ogni elettrodo, derivate da una sequenza di una configurazione arbitraria di elettrodi realizzata per mezzo del suo file di controllo (ASCII). In questo modo sono possibili alcune applicazioni speciali (es. : rilevamenti in 3D). La lunghezza totale della linea di misura in 2D e "dell'area" in 3D è limitata; il sistema infatti consente nell'utilizzo di uno o più (fino a quattro) tratti di cavi, ognuno dei quali è predisposto per connettere 24 picchetti con distanza interelettrodoica (*electrode spacings*) massima di 5 metri. Ne consegue che la distanza massima di una linea tomografica utilizzando la strumentazione di cui sopra, risulta essere pari a 475 metri. Si può comunque implementare tale lunghezza, eseguendo un'indagine lungo una linea di misura di una lunghezza arbitraria infinita, tramite la tecnologia del *roll – along*. I cavi, simili a quelli impiegati nella prospezione sismica, sono collegati al georesistivimetro secondo lo schema illustrato di seguito.



Rappresentazione schematica del principio di funzionamento della Tomografia elettrica mediante configurazione Wenner (Loke M.H., 1999).

La spaziatura degli elettrodi può essere comunque modificata; utilizzando infatti cavi con *electrode spacings* 5, si potranno impostare profili con spaziatura minore o uguale a 5 metri. La lunghezza dello stendimento e conseguentemente la spaziatura degli elettrodi, dipende dalla profondità effettiva dell'indagine richiesta. È da ricordare che la lunghezza totale dello sviluppo dovrebbe essere più grande dell'area di investigazione in modo che sia realizzata la piena copertura in profondità e meno evidenza sia data verso gli estremi della immagine ottenuta dallo sviluppo, dove i dati limitati potrebbero produrre risultati "sporchi" e conseguentemente amplificare il margine di errore. Tutte le operazioni citate precedentemente sono impostate, gestite e modificabili a secondo degli scopi predisposti dall'indagine geofisica, attraverso l'utilizzo di particolari software (*Electre II*, *Prosys*) che "comunicano" con il georesistivimetro *Syscal Junior* attraverso un personal computer.

Nell'area di studio, l'obiettivo dell'indagine è la determinazione delle litologie presenti nel sottosuolo, la loro distribuzione spaziale e l'eventuale presenza di acqua.

Le caratteristiche del sito in esame e la natura del substrato, hanno orientato l'indagine all'utilizzo dei metodi geofisici; tali metodi hanno consentito, con buona approssimazione, la ricostruzione di massima delle caratteristiche del sottosuolo.

Nell'area oggetto d'indagine sono stati eseguiti quattro profili elettrici riportati nel paragrafo successivo, l'ubicazione delle linee geoelettriche sul terreno è stata ottenuta mediante picchetti successivamente rilevati topograficamente.

In funzione degli obiettivi dell'indagine, ovvero, caratterizzare il terreno determinando le varie litologie, si optato per la configurazione *Wenner*.

L'indagine eseguita ha permesso di ottenere quattro sezioni elettrostratigrafiche, nella tabella seguente sono riassunte le caratteristiche della linea geoelettrica, il numero della linea, il numero degli elettrodi, la distanza tra un elettrodo ed il successivo (passo), la lunghezza totale della linea e la profondità raggiunta.

<b>Profilo</b>	<b>Numero elettrodi</b>	<b>Dist. Elettrodi (m)</b>	<b>Lunghezza tot. (m)</b>	<b>Profondità max (m)</b>
1	48	1.5	70.5	12
2	48	1	47	8
3	48	1.5	70.5	12
4	48	1.5	70.5	12

I dati ottenuti in campagna hanno permesso di realizzare ed interpretare, tramite l'utilizzo di un software specifico di calcolo (*Res2dinv*) i seguenti elaborati:

- Measured Apparent Resistivity Pseudosection
- Calculated Apparent Resistivity Pseudosection
- Inverse Model Resistivity Section .

In pratica, si cerca di trovare un modello del sottosuolo la cui risposta vada d'accordo, si rispecchi con i dati misurati. I metodi di inversione più utilizzati sono: *Forward Modeling Only*, *Damped Least Squares*, *Smooth Model Inversion* e *Robust Inversion*.

È importante sapere che per ogni serie di dati c'è un'ampia gamma (*range*) di modelli i cui valori di resistività apparente risultano concordanti con i valori misurati.

La sezione viene suddivisa in celle (*model blocks*) ed ognuna delle quali viene attribuito un valore di resistività apparente "iniziale". Nel processo di inversione il software calcola per ogni cella una resistività che sia compatibile con quella misurata.

Alla fine di una iterazione valuta, per confronto, la differenza tra i dati misurati e quelli calcolati. Se tale differenza è inferiore al limite di approssimazione impostato, inizia una seconda iterazione che tenderà a migliorare la distribuzione dei valori di resistività apparente. Il processo continua fino al raggiungimento del numero di iterazioni iniziali impostate o fino al raggiungimento del valore minimo di approssimazione.

Attraverso la "lettura" dell'*Inverse Model Resistivity Section* è possibile ricavare informazioni sulla natura del sottosuolo, la continuità laterale dei depositi alluvionali e/o del substrato roccioso, la presenza di acqua, la presenza di riempimenti o corpi di varia natura sepolti, la presenza di sottoservizi.

La pseudosezione della resistività apparente ha valore qualitativo e riflette la distribuzione della resistività elettrica nella sezione. Praticamente sono solo immagini grossolane dato che ciascuna misura interessa la resistività di un considerevole volume di terreno. Attraverso l'interpretazione di tali carte non possono essere osservati contorni netti che delimitano i bordi di strutture.

### Piezometri

I piezometri sono tubi microfessurati, di circa  $\frac{3}{4}$ " di diametro, inseriti nel terreno mediante l'ausilio di un penetrometro pesante.

Il penetrometro utilizzato è della ditta PAGANI, modello TG63-100/200, con le seguenti caratteristiche tecniche:

Peso massa battente: 63 kg

Altezza caduta libera: 75 cm

Diametro punta conica: 5,1 cm

Area base punta conica: 20,43 cm<sup>2</sup>

Angolo apertura punta: 60°

Lunghezza aste: 1,0 m

Avanzamento punta: 20 cm

Rendimento / Scpt : 1,1

La prova viene eseguita battendo sulla testa delle aste, ad intervalli di avanzamento di 20 cm per volta, un maglio di 63 kg lasciato cadere da un'altezza di 0.75 m, con sistema di sganciamento automatico.

**- Dati registrati, elaborazione ed interpretazione -**

Goelettrica

La sezione tomografica è stata rappresentata graficamente con tonalità di colori che vengono associate ai diversi valori di resistività (espressi in Ohm\*metro) che caratterizzano il sottosuolo.

L'asse delle ascisse materializza la superficie topografica lungo la quale è stata effettuata la misura; lungo l'asse delle ordinate sono espressi in valori di profondità.

La riduzione dei punti di misura con la profondità fa sì che la sezione abbia una risoluzione trapezoidale.

Di seguito si riporta la planimetria con ubicazione delle sezioni geoelettriche eseguite nel 2011:

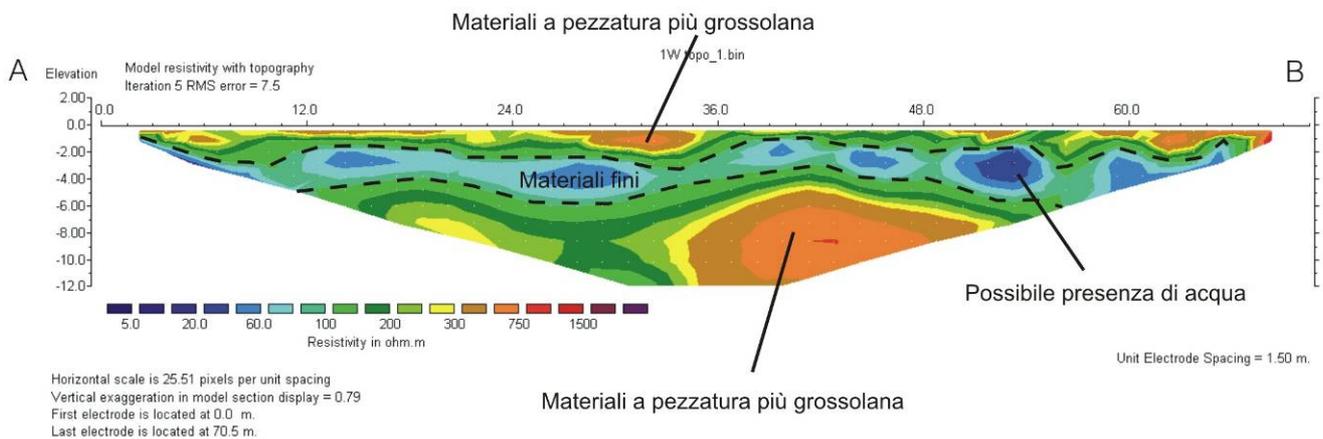


### Profilo geoelettrico 1

Tale sezione è stata eseguita nella parte nord-occidentale, immediatamente a monte delle prime 3 gallerie, interessate da episodi di infiltrazione idrica.

Da un'attenta analisi della pseudosezione ottenuta utilizzando il metodo Wenner, si riconosce la presenza di uno strato conduttivo (colore blu), interposto tra due strati resistivi, caratterizzato da valori di resistività compresi tra 20 e 100 Ohm\*m, riconducibile a materiali fini quali limi e argille. Valori di resistività compresi tra 100 e 300 Ohm\*m (colori verde e giallo) sono riconducibili a valori di sabbie e ghiaie; valori di resistività più elevati (colore beige) indicano la presenza di litotipi a pezzatura più grossolana quali depositi ghiaiosi asciutti con ciottoli o blocchi immersi in depositi fini.

Terreni molto conduttivi possono essere associati alla presenza di una zona di infiltrazione d'acqua nei terreni argillosi.



Nel profilo si mette in evidenza una zona con possibile presenza di acqua.

### Profili geoelettrici 2 - 3

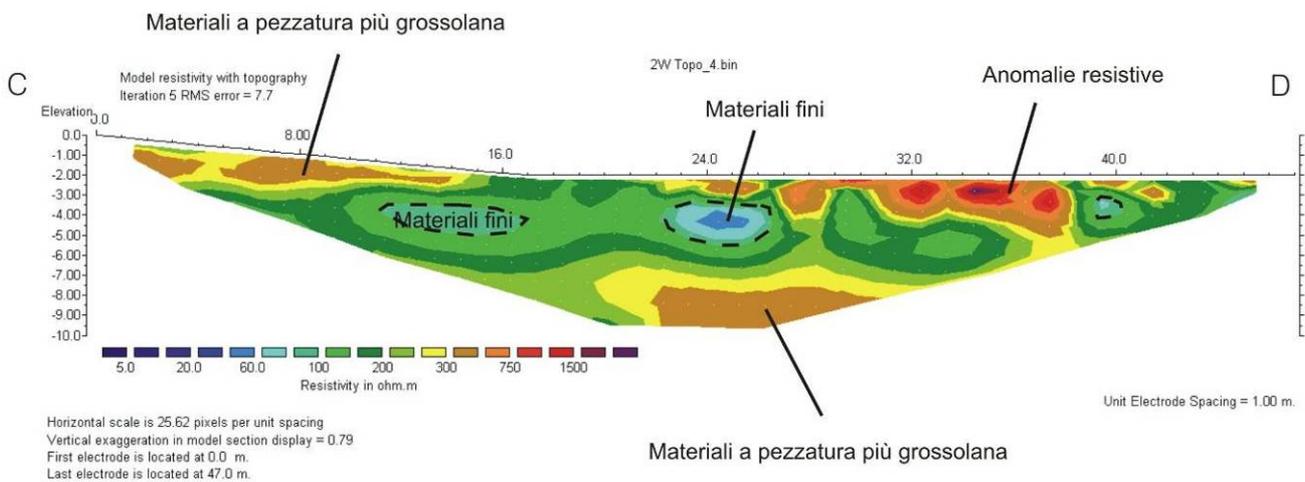
Queste tomografie, ottenute utilizzando il metodo Wenner, sono caratterizzate dalla presenza di lenti con valori di resistività bassi, compresi tra 10 e 100 Ohm\*m, immersi in depositi ghiaioso-sabbiosi con valori compresi tra 100 e 300 Ohm\*m (colore verde e giallo in sezione).

Anche in questo caso, valori di resistività più elevati (colore beige) indicano la presenza di litotipi a pezzatura più grossolana o depositi superficiali compattati ed asciutti.

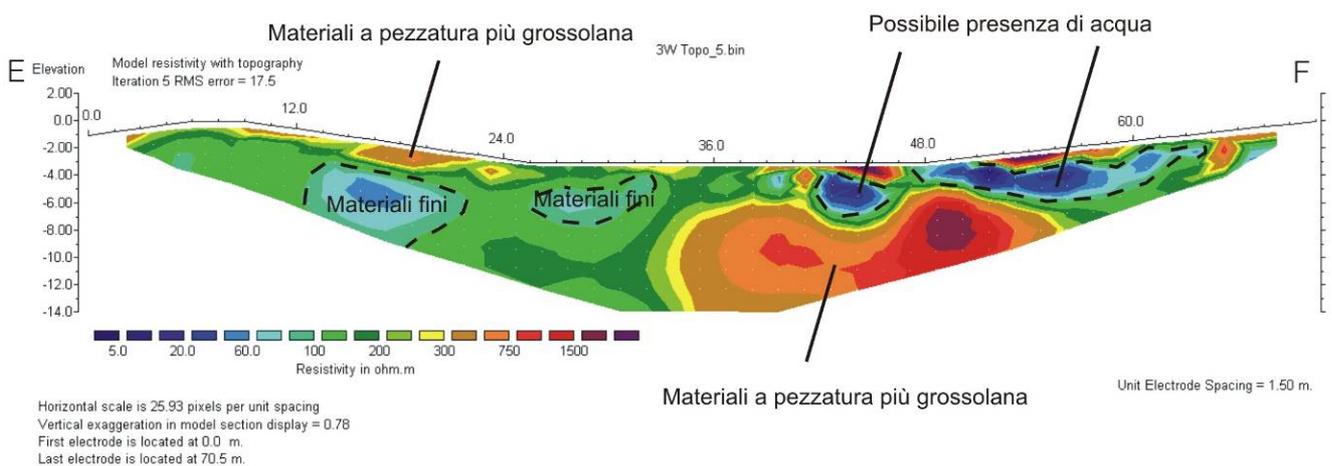
Alti valori di resistività (colore rosso) sono riconducibili ad anomalie resistive dovute alla presenza di materiale antropico o depositi grossolani quali ciottoli e blocchi (è infatti nota la presenza di blocchi in cemento nell'area attigua).

Nella parte finale del profilo 3 valori molto bassi di resistività (colore blu) possono indicare la presenza di venute d'acqua.

## Profilo 2



## Profilo 3

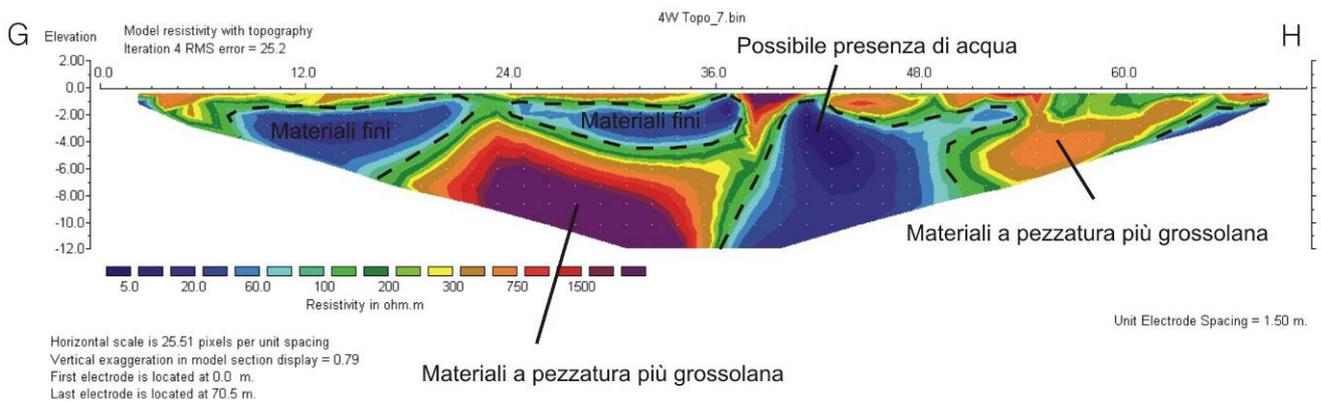


L'anomalia resistiva individuata nel profilo n. 2 potrebbe essere attribuita alla presenza di sottoservizi o alla presenza di una roggia intubata (ipotesi comunque da verificare).

## Profilo geoelettrico 4

Tale sezione mostra una varietà verticale dei valori di resistività caratterizzata da un contrasto di resistività lenti e strati molto conduttivi (colore blu) con valori di resistività compresi tra 3 e 100 Ohm\*m, associabili a depositi a granulometria molto fine con acqua interstiziale ed aree molto resiste (colore da beige a rosso) associabili a litotipi grossolani.

La presenza di un'anomalia molto conduttiva con valori molto bassi di resistività (colore blu) può indicare la possibile presenza di venute d'acqua.



### - Piezometri -

A seguito dei risultati e delle interpretazione dell'indagine geoelettrica, in data 9 maggio 2011, sono stati installati 7 piezometri microfessurati in corrispondenza delle aree caratterizzate dalla possibile presenza di acqua.

Quasi tutte le verticali hanno evidenziato un primo strato superficiale molto addensato, con uno spessore medio di circa 0.5-1 m; spesso la prova è stata ripetuta più volte in quanto non si è riusciti a passare tale strato.

Sotto di esso, vi è uno strato caratterizzato da un valori di  $N_{spt}$  (numero di colpi necessari per 20 cm di avanzamento) in genere  $< 10$  (terreno da molto sciolto a sciolto).

La prova 4 è stata eseguita mediante l'ausilio dei rivestimenti al fine di poter inserire il piezometro.

Le prove sono state spinte fino a 5 m di profondità, in accordo con i risultati ottenuti dalla geoelettrica, potenziale presenza di infiltrazioni idriche nello strato superficiale, a profondità  $< 4 - 5$ m.

La lunghezza dei piezometri in tutti i casi interessa il livello con la possibile presenza di acqua.

E' stata così eseguita una campagna di monitoraggio dei piezometri, mediante l'ausilio di un sondino acustico (freatimetro) che permette di evidenziare la presenza di acqua nel sottosuolo.

<b>Piezometro</b>	<b>Livello idrico (m da p.c.)</b>		
	09.05.11.	28.05.11	04.06.11
1	-	- 4	-3.8
2	-	-	-
3	-	-	-
4	-	-	-
5	-	-	-
6	-	-	-

La misura del 9 maggio, eseguita al termine della giornata di prove, non ha evidenziato la presenza di acqua nel sottosuolo.

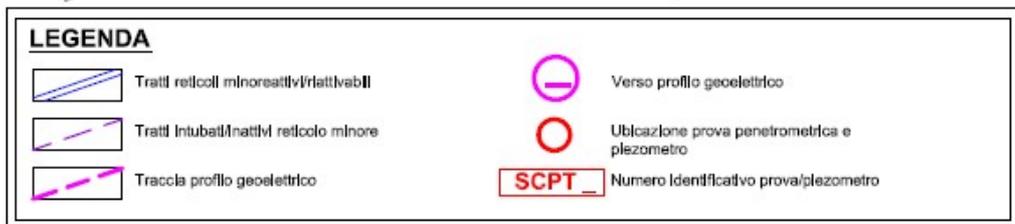
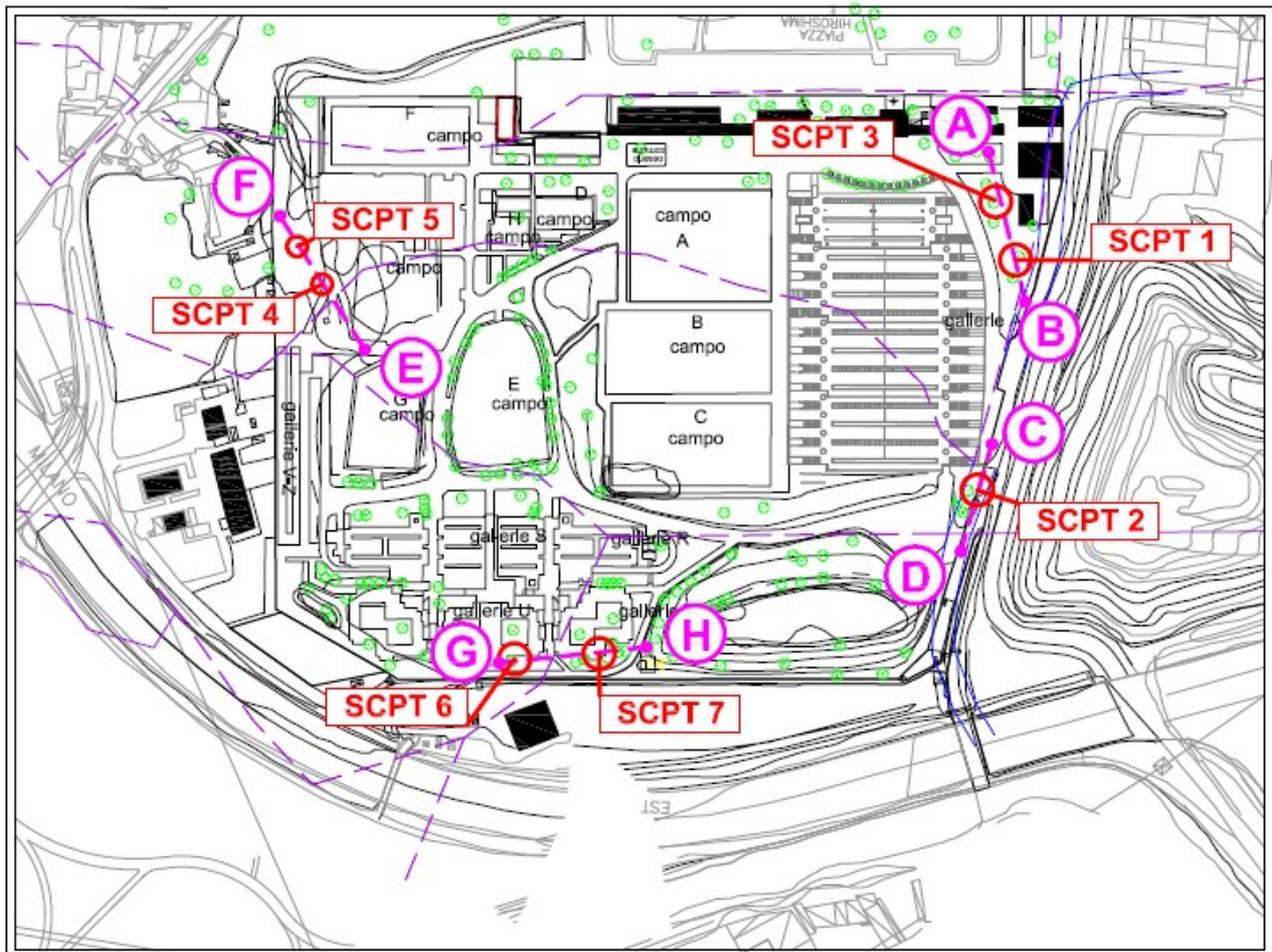
Va sottolineato che tale misura è stata eseguita a seguito di un periodo prolungato di siccità o scarsa piovosità.

La misura del 28 maggio è stata eseguita a seguito di un evento piovoso intenso ma poco prolungato (poche ore) avvenuto la sera precedente.

In effetti si è riscontrata la presenza di infiltrazione idrica nel piezometro 1, a circa -4 m di profondità; nel caso specifico si ritiene sia dovuta all'acqua ancora presente nel foro, non ancora percolata negli strati inferiori, ma sintomo di una circolazione idrica che si è sviluppata, seppur limitatamente, nel sottosuolo.

La misura del 4 giugno è stata eseguita a seguito di qualche giorno con forti precipitazioni a carattere temporalesco; solo nel piezometro 1 è stata registrata acqua a -3.8 m da p.c.

Di seguito si riporta uno stralcio della carta di ubicazione delle indagini eseguite nel 2011 nel nuovo cimitero



## **7 – CONSIDERAZIONI PRELIMINARI SULLA PRESENZA DI ACQUA NEL SOTTOSUOLO NUOVO CIMITERO**

Dai dati bibliografici la falda idrica locale, nell'area del nuovo cimitero è sita ad una profondità di circa 16 m, non interferisce quindi con le strutture esistenti.

A dispetto di ciò, le aree interrato o a quota minore, ad esempio come le gallerie interrato, subiscono periodicamente degli allagamenti da acque di infiltrazione, infatti sono sempre attive pompe di emungimento.

Le sezioni geoelettriche hanno evidenziato la presenza di zone con possibile presenza di acqua a bassa profondità, anche 2 m da p.c. attuale.

Nel mese di marzo 2022 sono iniziate le operazioni di esumazione delle salve nel Campo C.

È stata evidenziata la presenza di acqua a bassa profondità, anche 2 m da p.c. in aree ben localizzate e non diffusa su tutta l'area.

Tali scavi sono stati eseguiti dopo un periodo siccitoso, con assenza di pioggia, particolarmente lungo (almeno 3 mesi).

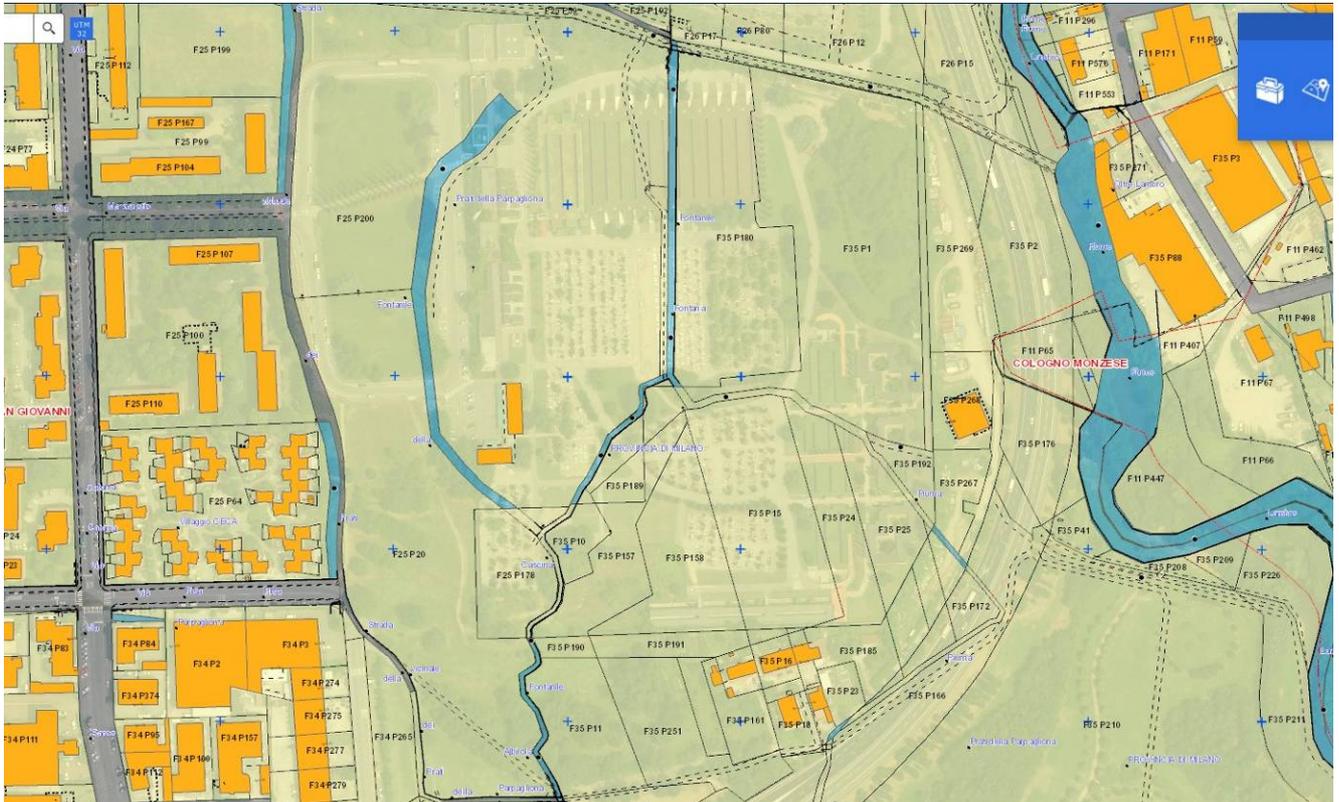
Al fine di verificare la provenienza di tali infiltrazioni, si è proceduto all'analisi di planimetrie precedenti alla realizzazione del cimitero (IGM scala 25.000 e mappali); di seguito si riportano gli stralci:



Stralcio IGM sovrapposto a fotoaerea

Nell'area attualmente occupata dal cimitero, la carta IGM degli anni '60, evidenzia la presenza di un fontanile (F. Arbirola) e di altri canali, con decorso grossomodo Nord- Sud.

Il Fontanile è un punto di emersione delle acque sotterranee, generalmente della falda idrica locale.



Stralcio base catastale sovrapposto a foto aerea (tratto da Geoportale Lombardia)

Anche in questo caso sono mappati il fontanile e i canali che attraversano l'area attualmente occupata dal cimitero.

Anche più a monte la cartografia storica evidenzia la presenza di fontanili in destra idrografica del F. Lambro e nelle immediate vicinanze.

È quindi ipotizzabile che le acque presenti a bassa profondità nell'area del cimitero, siano dovute ad emergenza di infiltrazioni alimentate dal T. Lambro e non dalla falda idrica locale, in particolare in corrispondenza di uno dei rami delle suddette rogge, che taglia diagonalmente il lotto C; questo spiegherebbe come la presenza di acqua non sia stata individuata su tutto il lotto C, ma solo localmente, e a bassa profondità, a circa – 2 m da piano campagna.

## **8 – PRESCRIZIONI**

Nelle aree in cui si prevede l'eventuale ampliamento delle strutture cimiteriali, si ritiene necessario l'esecuzione di una campagna di indagini geognostiche ed ambientali:

- esecuzione di prove penetrometriche dinamiche continue standard con penetrometro pesante o super-pesante, da spingersi sino al rifiuto alla penetrazione ( $N \geq 100$ ) o sino alla profondità ritenuta adeguata per il progetto relativo, per determinare le caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione, lo spessore dei diversi orizzonti stratigrafici e individuare eventuali filtrazioni idriche sub-superficiali, mediante eventuale installazione nei fori di prova, di piezometri microfessurati a tubo aperto, in PVC o durvinil, diametro  $\geq \frac{3}{4}$  “;
- esecuzione di indagini sismiche tipo MASW, al fine di determinare la categoria sismica del suolo;
- eventuali sondaggi geognostici, a carotaggio continuo con recupero di materiale, e prove SPT in foro (in relazione al progetto di ampliamento), con l'installazione di un piezometro da 2” - 3” per l'individuazione di eventuali sacche idriche locali;
- indagini di tipo ambientale volte a valutare la qualità del suolo e del sottosuolo, con analisi chimiche, utili anche per la redazione di un eventuale Piano Scavi, ai sensi del D.LGVO n. 152/06 e smi.

La tipologia delle analisi chimiche da effettuare dovrà essere valutata in relazione alla destinazione finale dei terreni oggetto di scavo.

La tipologia e la quantità delle indagini varierà in relazione al tipo e alle dimensioni del progetto da realizzarsi.

Si consiglia inoltre la posa di piezometri nell'area cimiteriale per la mappatura e monitoraggio, mediante sondino acustico, della presenza di acqua a bassa profondità.

## 9 - CONCLUSIONI

La presente relazione geologica, redatta a supporto dell'aggiornamento del Piano Cimiteriale del Comune di Sesto San Giovanni, prende in esame le caratteristiche geologiche ed idrogeologiche delle due aree cimiteriali comunali, cimitero Monumentale - via Rimembranze e Cimitero Nuovo - via Marzabotto.

E' stata analizzata la situazione stratigrafica geotecnica dei terreni in base ai dati derivanti da indagini precedenti a supporto dei vari progetti di ampliamento del cimitero nuovo, ai dati bibliografici e alle indagini eseguite.

E' stata definita la componente pedologica dei suoli che interessano l'area cimiteriale in relazione anche alle norme di polizia mortuaria.

Nel precedente Piano Cimiteriale, per definire la situazione idrologica-idrogeologica dell'area, considerando anche le segnalazioni degli episodi di allagamento che periodicamente (a seguito di intensi eventi piovosi) interessano alcune zone dell'area cimiteriale, è stata eseguita una campagna di indagine geofisica e geognostica: in particolare nell'area del Cimitero Nuovo si è proceduto all'esecuzione di 4 stendimenti geoelettrici e l'installazione di 7 piezometri micro-fessurati al fine di indagare le zone di infiltrazione idrica che caratterizzano alcune zone dell'area cimiteriale.

Le indagini hanno messo in evidenza la presenza di lenti e/o orizzonti a granulometria fine, immersi in orizzonti a granulometria grossolana, che possono facilitare le infiltrazioni idriche segnalate.

Le letture tramite sondino acustico, eseguite però in un periodo siccitoso prolungato, non hanno evidenziato tali infiltrazioni.

Gli scavi eseguiti nel marzo 2022 in corrispondenza del lotto C, e a seguito di un periodo di assenza di piogge particolarmente prolungato, hanno evidenziato la presenza di acqua a bassa profondità.

Tali infiltrazioni, anche se localizzate, possono rallentare i fenomeni di ossidazione delle salme.

Si può prevedere, ad esempio, la realizzazione di impermeabilizzazioni nelle strutture interrate in progetto.

Per le aree in corrispondenza delle quali si prevedono nuove sepolture, ad esempio il lotto C, si consiglia la posa di piezometri microfessurati per un monitoraggio della presenza di acqua a bassa profondità.

Dott. Geol. Paolo Natale Mantica



## 10 - BIBLIOGRAFIA E NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- “Adeguamento dello Studio Geologico , Idrogeologico e Sismico” a supporto del PGT comunale dell'ottobre 2008 a firma del Dott. Geol. Floriano Villa.
- “Individuazione del Reticolo Minore e Norme di Polizia Idraulica” del novembre 2007 a firma di Dott. Geol. D'Alessio, Dott. Geol. Gentilizi e Dott. Pisacane.
- “Indagine geognostica-geotecnica sul terreno di costruzione di un manufatto di loculi presso il cimitero nuovo di Sesto S. Giovanni (MI)”, novembre 2001, a firma di Dott. Geol. Ezio Granata
- “Indagine geognostica per l'ampliamento del cimitero nuovo di Sesto S. Giovanni (MI)”, giugno 1996, a firma di Studio geologico Associato Bruzzi & Corno.
- “Fenomeni di contaminazione delle acque sotterranee della Provincia di Milano” - Provincia di Milano, Direzione generale ambiente.
- “Inquinamento diffuso da solventi clorurati nelle acque di falda: il caso di Sesto San Giovanni” – Acque sotterranee, giugno 2010, a firma di Massimiliano Confalonieri e Madela Torretta (ARPA – Dipartimento di Monza e Brianza).
- “Oscillazione del livello della falda idrica sotterranea milanese nel periodo 1990-1995” Acque sotterranee marzo 1997 a firma di R. Airoldi, G. Peterlongo, P. Casati, M. De Amicis.
- SIF Sistema Informativo Falda Provincia di Milano.
- SIT Sistema Informativo Territoriale Regione Lombardia.
- Suoli e paesaggi della Pianura Lombarda – ERSAF Regione Lombardia.
- PTCP Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale – Provincia di Milano.
- D.lgs 3 aprile 2006 n 152 “Codice dell'Ambiente” e s.m.i.
- Regolamento Regionale n. 6 del 2004, allegato 1 e s.m.i.
- NTC 2018 “Nuove norme Tecniche per le costruzioni”

Allegato 1  
Schede

## CAPACITÀ PROTETTIVA DEI SUOLI NEI CONFRONTI DELLE ACQUE SOTTERRANEE MODELLO INTERPRETATIVO

		La classe di attitudine è determinata da quella in cui ricade il fattore (parabole) più indicata		
Classi attitudine ▶		E	M	B
Parametri ▼		elevata	moderata	bassa
1	Permeabilità	bassa (classi 4-5-6)	moderata (classe 3)	elevata (classi 1-2)
2	Profondità falda (cm)	>100	50-100 (con perm. bassa)	< 50 cm (con perm. bassa) < 100 cm (con perm. moderata)
3	Granulometria 1°m	AFI-AMF-LFI-FFI-LGR-FRA-SKA Tutte le classi "over" (comprese le over SAB, over SKS, over FRM) in cui il 1° termine sia AFI, AMF o LFI	FGR-SKF Tutte le classi "over" (comprese le over SAB, over SKS, over FRM) in cui il 1° termine sia FFI o LGR	SAB-SKS-FRM Classi "over" in cui il 1° termine sia SAB, SKS o FRM
4	Inondabilità	assente	lieve	moderata
5	Modificatori chimici pH_H2O <sup>(1)</sup> e CSC <sup>(1)</sup>	pH>5,5 CSC>10	4,5≤pH≤5,5 5≤CSC≤10	pH<4,5 CSC<5

<sup>(1)</sup> valori di pH e di CSC più alti tra quelli riscontrati entro 100 cm

**CAPACITÀ PROTETTIVA DEI SUOLI NEI CONFRONTI DELLE ACQUE  
SUPERFICIALI  
MODELLO INTERPRETATIVO**

codice limitazione	La classe protettiva è determinata da quella in cui ricade il fattore (parametro) più limitante			
	<b>Classi</b> <b>attitudine</b> ▲	<b>E</b> <i>elevata</i>	<b>M</b> <i>moderata</i>	<b>B</b> <i>bassa</i>
	<b>Parametri</b> ▼			
<b>1</b>	<b>Gruppo idrologico</b>	A-B	C	D
<b>2</b>	<b>Indice di runoff superficiale</b>	T-MB	B-M	A-MA
<b>3</b>	<b>Inondabilità</b>	assente o lieve	moderata	alta o molto alta

Allegato 2  
Documentazione fotografica

**CIMITERO NUOVO – VIA MARZABOTTO**



Particolare tra gallerie ipogee e campi santi – pendenza strada



Gallerie ipogee



Particolare lato Fiume Lambro



Particolare lato cavo



Variazione delle topografia



Particolare zona meridionale



Lato sud – in secondo piano cumulo



Lato sud cimitero – originaria topografia



Zona sud oltre l'area cimiteriale



Zona sud oltre l'area cimiteriale



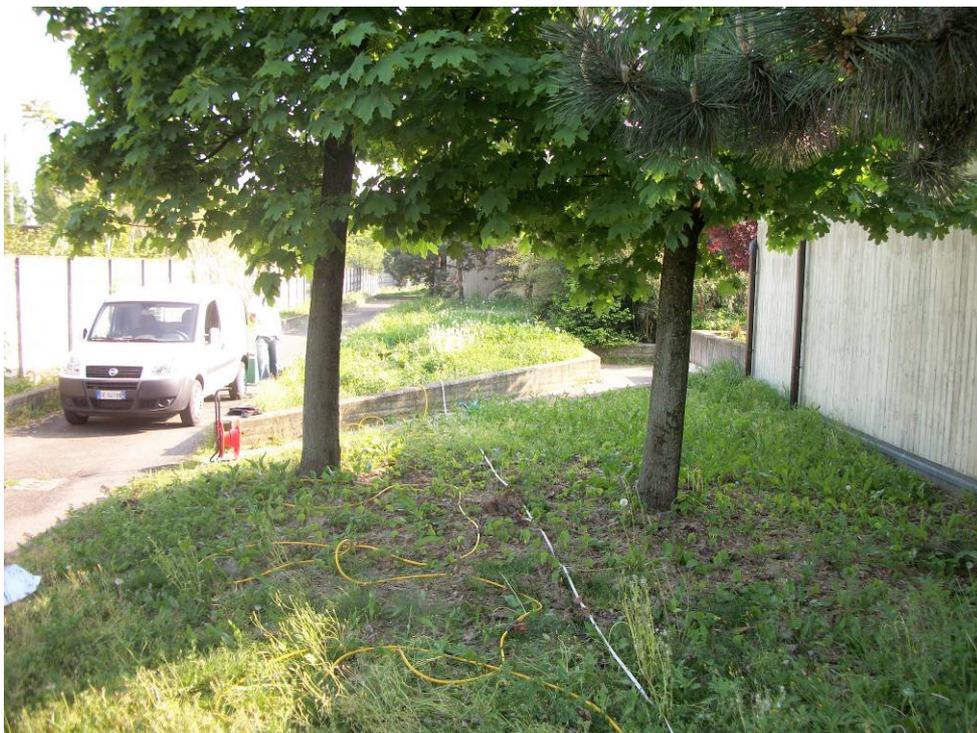
Esecuzione linea geoelettrica 1



Esecuzione linea geoelettrica 2



Esecuzione linea geoelettrica 3



Esecuzione linea geoelettrica 4



Fase di installazione piezometro 1



Fase di installazione piezometro 2



Fase di installazione piezometro 3



Fase di installazione piezometro 4



Fase di installazione piezometro 5



Fase di installazione piezometro 6



Fase di installazione piezometro 7

**CIMITERO MONUMENTALE – VIA RIMEMBRANZE**



Ingresso



Particolare interno



Lato est – viale alberato



Lato sud