

ALLEGATO 3

**Relazione geologica e ambientale**

Arch. Alessandra Testa

**Elaborato Peritale**  
**PROCEDURA ESECUTIVA N. 948/12 R.G.Es.**

**Relazione geologica ed ambientale**

**Via Guido Coppin snc**  
**Milano**

Committente: Arch. Alessandra Testa			
N. copie consegnate e modalità di consegna: 1 copia in formato elettronico *.PDF, firmata digitalmente			Data Documento: Giugno 2022
Redatto da: F.N.	Approvato da F.A.A.N.	Disegni di: F.N.	Codice Documento: A022038 Perizia Geologica
N° Revisione /aggiornamento:	Data /aggiornamento:	Revisione	N° CD-ROM: Codice Commessa: A022038
Note:			

## Sommario

1	Premessa .....	3
2	Inquadramento geografico .....	4
3	Inquadramento geologico.....	7
3.1	Inquadramento Geologico .....	7
3.2	Inquadramento Idrogeologico .....	10
3.3	Analisi della struttura idrogeologica, della soggiacenza e della piezometria nell'area.....	12
4	Vincolistica e Fattibilità Geologica ed Idraulica Locale .....	14
5	Situazione Attuale delle bonifiche in atto.....	18
6	Stima dei costi di Bonifica di sito contaminato.....	19
7	Conclusioni.....	21

## ALLEGATI

## 1 Premessa

La presente relazione ha come scopo quello di verificare che l'elaborato peritale effettuato dall'Ing. Serena Elia in data 10 Agosto 2015 presenti, per la parte dei costi di bonifica, una valutazione adeguata degli stessi.

Lo scrivente è stato incaricato in data Aprile 2022 di effettuare la predetta verifica.

In data 8 Aprile 2022 lo scrivente si è recato sul posto a visionare i luoghi.

L'area è data dalle Particelle 186 ed 187, foglio 570 del Comune di Milano ed interessa una porzione dell'ex ambito estrattivo "Cava Tre Castelli" in cui, successivamente alla cessazione dell'attività estrattiva, si è riempita la fossa di scavo con rifiuti di varia origine.

L'area è sotto sequestro giudiziario dal 14/12/1992 e solo nella porzione interessata dalle opere della costruenda MM4 sono state effettuate indagini ambientali ed opere di bonifica di sito contaminato.

L'area di deposito temporaneo del cantiere MM4, a quanto riferito allo scrivente, è stata bonificata ed è in restituzione alla proprietà, ma mancano totalmente i verbali di collaudo delle avvenute opere di bonifica.

Allo stato attuale tutte le indagini ambientali di caratterizzazione sono stati realizzate solo nelle aree interessate dal cantiere MM4.

Esistono dei piezometri di controllo esterni all'area, utili per i controlli ambientali sul potenziale stato d'inquinamento della falda freatica della zona.

Le restanti parti non sono state indagate.

## 2 Inquadramento geografico

L'area oggetto d'indagine è ubicata all'interno del Comune di Milano.

Sulla Carta Tecnica Regionale, scala 1:10000 è presente sul foglio B6b3 (Fig. 1). La quota altimetrica a cui si trova l'area in oggetto è 115,0 m s.l.m. circa

Mentre catastalmente l'area in oggetto è individuabile al Foglio 570 Particelle 186 ed 187 Comune censuario di Milano come visibile in figura 2.

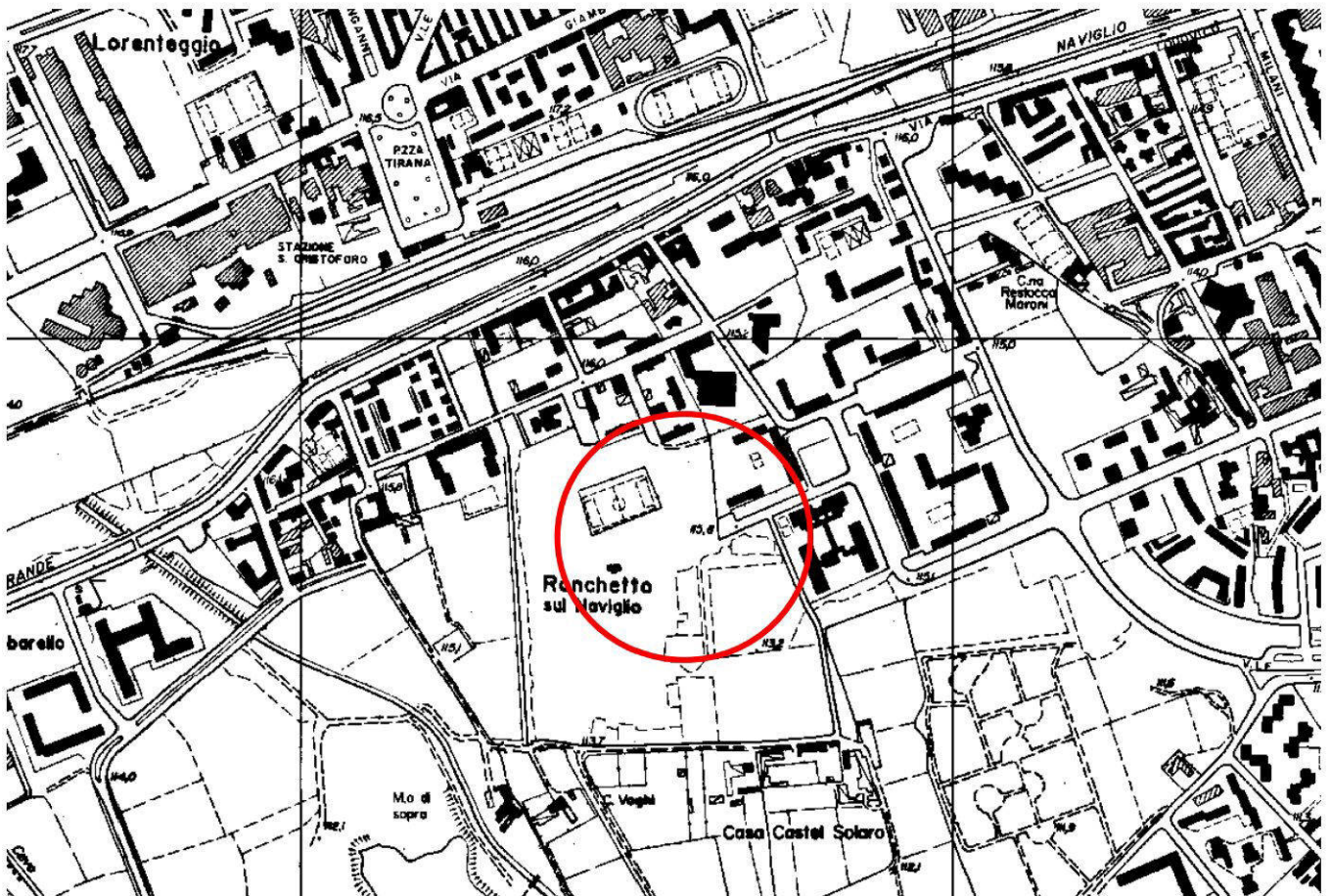
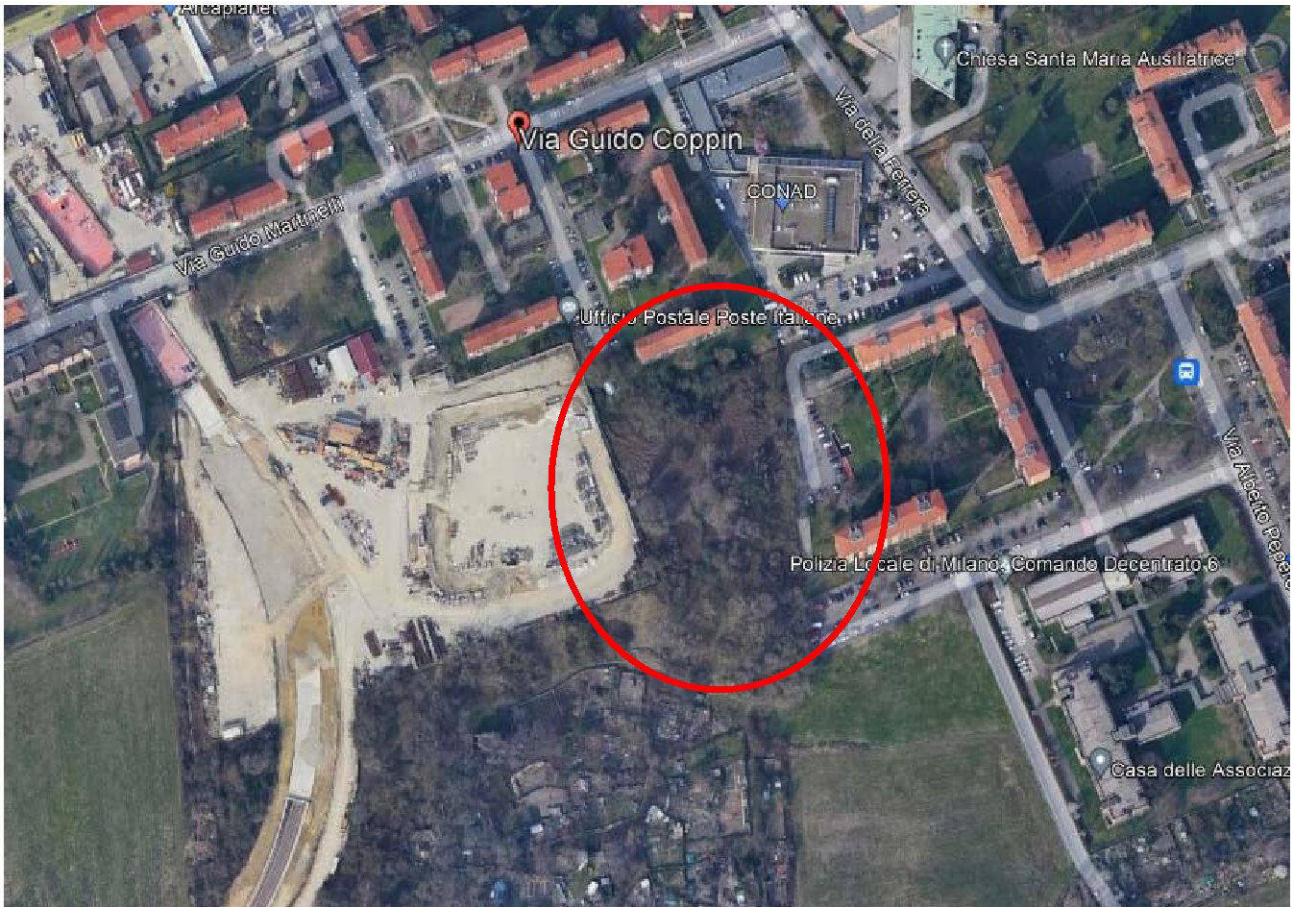


Figura 1: Ubicazione area di intervento (rosso) – CTR Lombardia tavola B6b3 - scala 1:10.000



**Figura 2:** Ubicazione area di intervento (rosso) – Foglio 70 Particella 50



**Figura 3:** Ubicazione area di intervento (rosso) – Vista Satellitare dell’Area da Google Earth

### 3 Inquadramento geologico

#### 3.1 Inquadramento Geologico

La porzione di territorio di interesse è interamente pianeggiante e si colloca nella media pianura milanese.

L'evoluzione della zona risente di quei complessi fenomeni che si sono verificati nella Pianura Padana nel periodo Plio-Quaternario.

Nel presente studio non verranno presi in considerazione i processi che hanno portato alla formazione del substrato roccioso in quanto questi non hanno influenza sulle caratteristiche strutturali e tessiture della copertura quaternaria.

L'evoluzione plioquaternaria (Figura 4) della Pianura Padana può essere sostanzialmente suddivisa in tre fasi (Francani, 1997):

1. Pliocene superiore-Pleistocene inferiore: fase di regressione marina con ritiro delle acque del "mare Padano" ed inizio della sedimentazione di depositi continentali fluvio-lacustri, deltizi e di pianura costiera.
2. Pleistocene: fase glaciale che viene suddivisa dalla letteratura tradizionale (ripresa in Francani, 1997) in Mindel, Riss e Wurm.
3. Olocene: fase postglaciale caratterizzata da una prevalente sedimentazione alluvionale ed erosione fluviale.

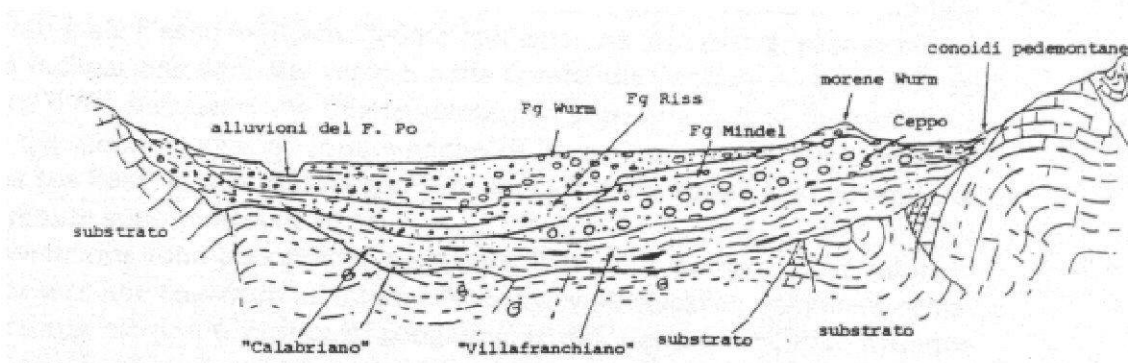


Figura 1: la geologia della Pianura Padana (Da Francani, 1997)



La classificazione allostratigrafica proposta dal CARG ricomprende l'area all'interno di un "Deposito Antropico (Riporti e Riempimenti) – h". Da un punto di vista più generale l'area viene collocata nel Supersistema di Besnate: in particolare nell'unità di Minoprio (BMI) costituita da ghiaie a supporto clastico e di matrice; matrice sabbiosa o sabbioso limosa; limi ghiaiosi; sabbie, sabbie limose e limi (depositi fluvio-glaciali). Superficie limite superiore caratterizzata da suoli con spessore medio di 1,5 m. con copertura loessica non osservata. Questa unità è stata datata al Pleistocene Medio – Pleistocene Superiore. (Fig. 5)

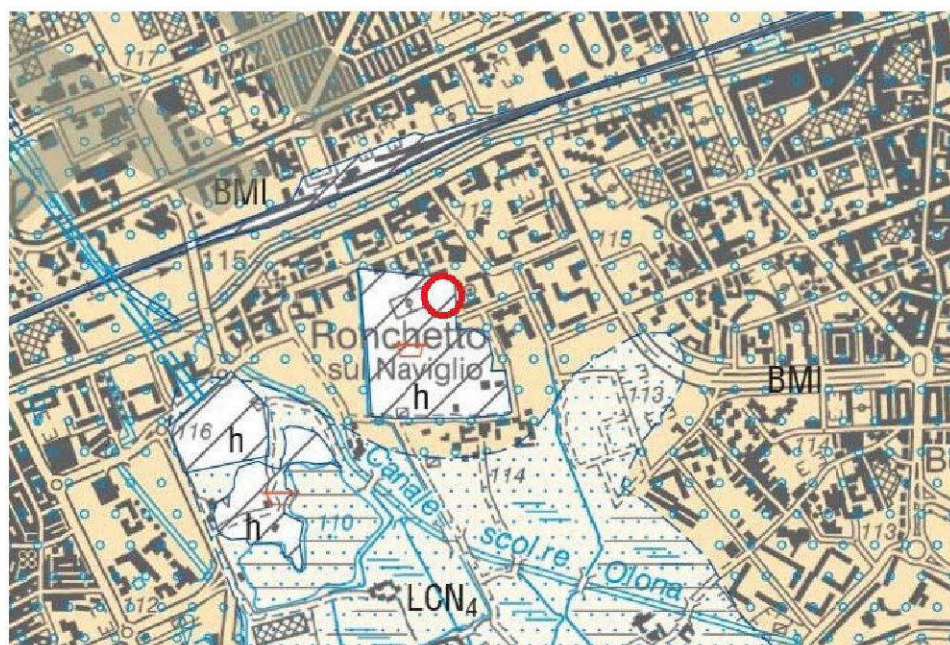
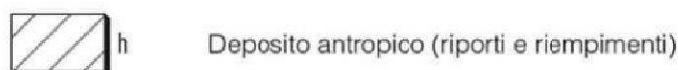


Figura 5: Stralcio Carta geologica – Progetto CARG – Foglio Milano – Scala 1:50.000 – area d'indagine indicata dal cerchio rosso.

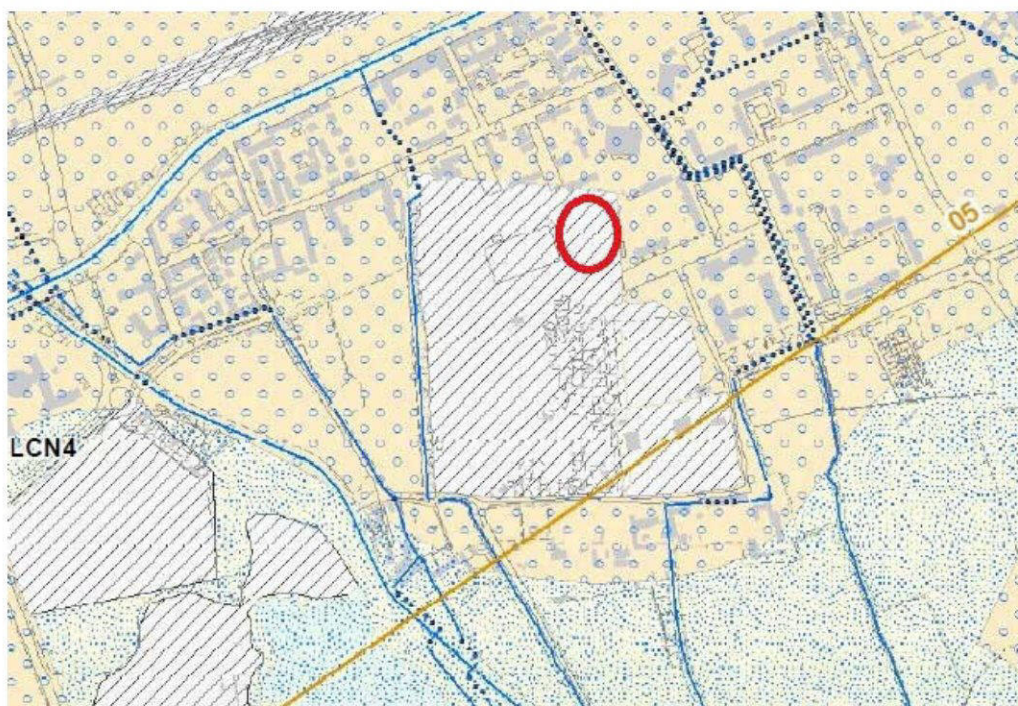
**Legenda:**



**Sovrassegna delle unità neogenico – quaternarie:**

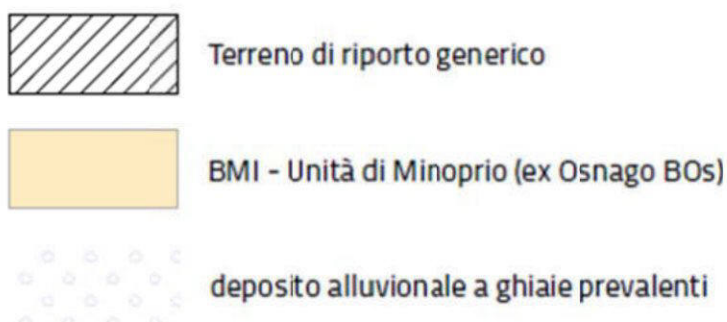


Anche il recente aggiornamento della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio (P.G.T.) del Comune di Milano stilato nell'ottobre 2019 dalla società Hydrodata S.p.a. colloca l'area in oggetto all'interno di una zona caratterizzata da un terreno di riporto generico. Più in generale ed in accordo con quanto già evidenziato dalla cartografia CARG l'area è classificata come copertura quaternaria "BMI – Unità di Minoprio (Ex Osnago BOs)" avente una litologia superficiale caratterizzata da un deposito alluvionale a ghiaie prevalenti.



**Figura 6:** Carta Geologica – P.G.T. Comune di Milano – Scala 1:10000 – In rosso area oggetto di studio

**Legenda:**



### 3.2 Inquadramento Idrogeologico

La struttura idrogeologica di questa porzione di Pianura Padana ha un andamento sostanzialmente omogeneo caratterizzato dalla presenza di terreni di origine fluvioglaciale di età Pleistocenica depositi su un substrato pre-Pleistocenico. Questi depositi costituiscono i tre acquiferi significativi individuati a scala regionale (Francani & Pozzi, 1981): I e II acquifero (acquifero tradizionale), III acquifero (acquifero profondo).

Le unità idrogeologiche, costituenti i tre acquiferi sopra menzionati, sono di seguito elencate (Avanzini et al., 1995):

- **Unità ghiaioso-sabbiosa** (Pleistocene superiore): è costituita da depositi alluvionali recenti e antichi e dai depositi fluvioglaciali würmiani. I depositi sono sciolti, con ghiaie e sabbie dominanti. La falda contenuta in questi depositi non è confinata.
- **Unità sabbioso-ghiaiosa-limosa** (Pleistocene medio): è costituita da un'alternanza di depositi ghiaioso-sabbiosi, sabbiosi e limoso-argillosi con lenti conglomeratiche o arenitiche. La falda contenuta in questa unità è libera o semiconfinata e generalmente in collegamento con quella soprastante.
- **Unità a conglomerati e arenarie** (Pleistocene inferiore): è formata da litologie prevalentemente conglomeratiche con arenarie in subordine passanti localmente a ghiaie e sabbie.
- **Unità sabbioso-argillosa** (Pleistocene inferiore): è formata prevalentemente da argille e limi di colore grigio e giallo con lenti più o meno estese di sabbie, ghiaie e conglomerati.
- **Unità argillosa** (Calabriano): è costituita da argille e limi di colore grigio cinereo-azzurro con micro e macrofossili marini, alle quali sono subordinati livelli sabbiosi generalmente di modesto spessore.

Le prime tre unità sono costituite da depositi di tipo continentale e si riconoscono fino a circa 80 m di profondità. Al di sotto di questa quota si trovano depositi di ambiente di transizione appartenenti all'Unità sabbioso-argillosa. Tale unità è caratterizzata da un'alternanza di strati sabbiosi o argillosi con una netta prevalenza di questi ultimi. Seguono infine i depositi di ambiente marino dell'Unità argillosa caratterizzata dalla dominanza delle argille rispetto alle sabbie.

Con riferimento alla più recente pubblicazione "Geologia degli Acquiferi Padani della Regione Lombardia" (Regione Lombardia, Eni Divisione Agip, 2002), che introduce nuove unità idrostratigrafiche, alla unità ghiaioso-sabbiosa corrisponde il Gruppo acquifero denominato "A"; le unità ghiaioso-sabbioso-limosa e l'unità a conglomerati e arenarie basali costituiscono il Gruppo acquifero "B"; l'unità sabbioso-argillosa corrisponde ai



Gruppi acquiferi “C” e “D”; l’unità argillosa in facies marina costituisce il substrato della serie.

La figura 7 mostra uno schema dei rapporti stratigrafici con il confronto delle classificazioni delle unità idrogeologiche proposte da vari Autori.

In genere nella pianura lombarda si definisce “acquifero tradizionale” la struttura idrogeologica formata dalle prime tre Unità; al suo interno localmente è possibile distinguere una falda superiore libera e altre sottostanti inferiori semi-confinate o confinate.

La suddivisione dell’acquifero in tre parti è legata alla necessità di distinguerne le caratteristiche idrauliche e chimiche delle falde stesse.

Il primo può essere distinto dal secondo per il fatto di avere una falda libera.

Il terzo acquifero che ha falde confinate come il secondo può essere distinto da questo per la natura chimica delle sue acque che contengono spesso idrogeno solforato e ferro.

La figura 8 è una rappresentazione schematica degli acquiferi milanesi nella quale vengono specificati i caratteri litologici, idrologici ed i rapporti reciproci tra i diversi acquiferi.

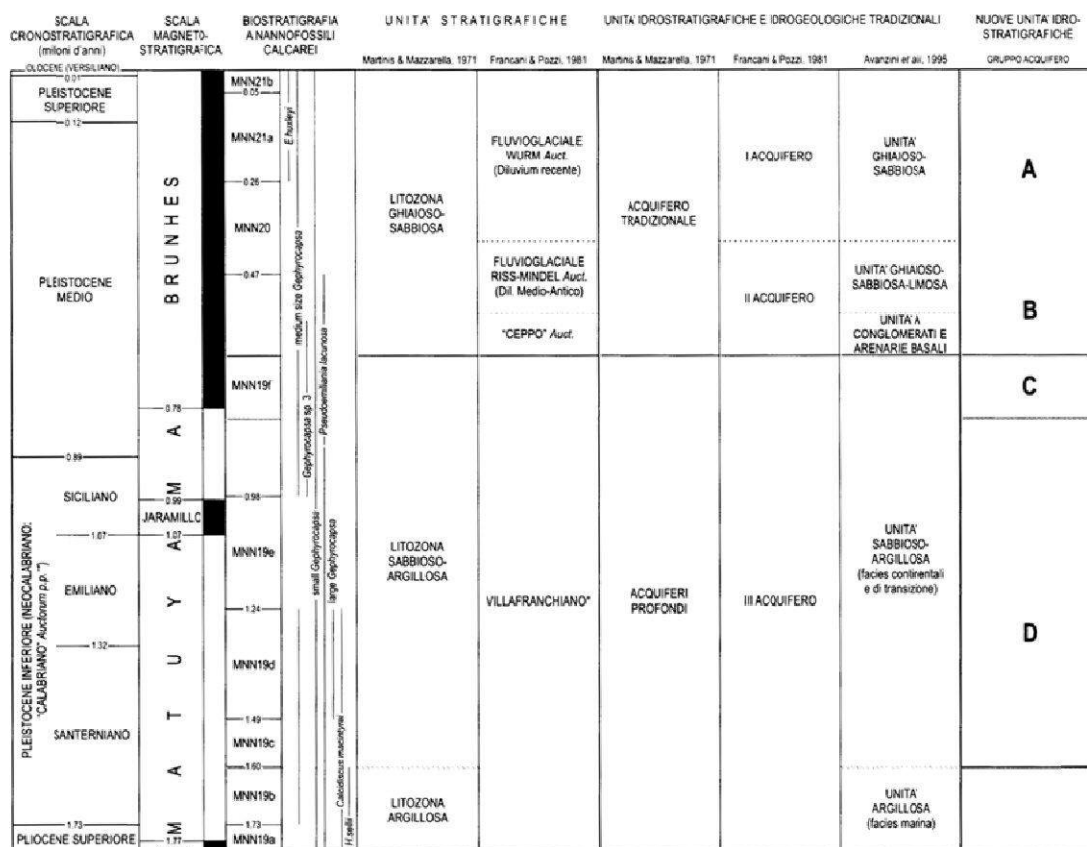


Figura 7: Schema dei rapporti stratigrafici da “Geologia degli Acquiferi Padani della Regione Lombardia”.

LITOSTRATIGRAFIA E ACQUIFERI DEL SUD-EST MILANESE

LITOZONA GHIAIOSO-SABBIOSA con "Acquifero tradizionale"	<p>Unità GHIAIOSO-SABBIOSA: Ghiaie e sabbie con intercalazioni di limi e argille. Depositi alluvionali e fluvio-glaciali del Wurm. Età: Olocene-Pleistocene. Acquiferi: "Primo acquifero", insaturo (falda freatica). Spessore dell'Unità: 40-50 metri.</p> <p>Unità SABBIOSO-GHIAIOSA: Sabbie con intercalazioni argillose e ghiaiose. Corrispondenti ai depositi glaciali e fluvio-glaciali del Mindel-Riss dell'Alta Pianura, alla cui base si trovano i conglomerati del "Ceppo". Età: Pleistocene inferiore. Acquiferi: complesso multistrato del "Secondo acquifero" con livelli semiconfinati o confinati. Spessore dell'Unità: 50-90 metri.</p>
LITOZONA SABBIOSO-ARGILLOSA con terzo acquifero (C)	<p>Unità SABBIOSO-ARGILLOSA (Habitat continentale): Sabbie con abbondanti argille. Depositi deltizio-lagunari. Età: Pleistocene inferiore. Acquiferi: complesso multistrato del "Terzo acquifero" con alcuni livelli (C), confinati. Spessore dell'Unità: 140 metri circa.</p>
LITOZONA ARGILLOSA con acquifero M	<p>Unità ARGILLOSA (Habitat marino): Argille con intercalazioni sabbiose. Depositi marini, costieri e di mare aperto. Età: Pleistocene inferiore. Acquiferi: nella parte alta è presente qualche livello, confinato, ad acqua dolce (M); il passaggio alle acque salmastre e salate si trova al di sotto dei 700 metri di profondità. Spessore dell'Unità: circa 720 metri fino al top del Pliocene.</p>

Figura 8: Schema generale degli acquiferi milanesi (tratto da Barnaba, 1997)

### 3.3 Analisi della struttura idrogeologica, della soggiacenza e della piezometria nell'area

Il livello freatico nel comune di Milano ha subito nel corso del secolo scorso oscillazioni significative in risposta alle mutate condizioni di bilancio tra le disponibilità ed i prelievi d'acqua.

Alla fine del XIX secolo e nei primi decenni del XX secolo, la falda era subaffiorante in gran parte dell'area cittadina ed affiorante in molte zone dei dintorni urbani.

La soggiacenza media della falda è andata lentamente aumentando fino agli anni '50 per poi subire un incremento marcato in corrispondenza del 1954-55 ed arrivare ad oltre 25 m da p.c. alla metà degli anni '70.

Una prima fase di risalita della falda è stata osservata a partire dalla seconda metà degli anni '70 fino agli anni '80 in cui è rimasta pressoché stazionaria fino agli anni '90.

L'evoluzione del livello della falda è in stretta relazione con quello dei prelievi idrici, mentre le variazioni dovute a cause climatiche sembrano rivestire un ruolo decisamente minore.

Nella Carta Idrogeologica ricavata dal P.G.T. del comune di Milano e redatta dalla società Hydrodata S.p.a. nell'Ottobre 2019, si nota che l'area di interesse si colloca tra l'isopiezometrica principale di quota 110 m. e quella, ausiliaria, di quota 109 m. con soggiacenza media di circa 5 metri dal piano campagna, con pannello piezometrico regolare con direzione di flusso circa N-O/S-E (Figura 9). L'area quindi si inserisce all'interno

della fascia di soggiacenza compresa tra 0 e 5 metri dal piano campagna. Nell'area non è presente alcun tipo di reticolo idrografico né scoperto né tombinato e non viene attenzionata come area di protezione, fascia 200 metri, di pozzi acquedottistici comunali.



Figura 9: Ubicazione area di intervento – Carta Idrogeologica – Scala 1:20000 – In giallo area d'intervento

**Legenda:**

**Acque superficiali**

Scoperto    Tombinato    In progetto

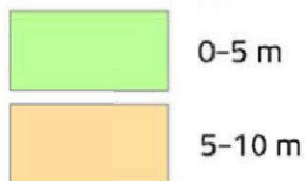
— — — — —    Reticolo idrografico

**Linee isopiezometriche**

— 120 — Isopiezometriche principali (ogni 5 m)

- - - - - Isopiezometriche ausiliarie (ogni 1 m)

### Fasce di soggiacenza



## 4 Vincolistica e Fattibilità Geologica ed Idraulica Locale

Per la verifica dei vincoli eventualmente presenti nell'area oggetto del presente lavoro è stato consultato il Piano di Governo del Territorio (PGT) del Comune di Milano (MI):

- Carta dei Vincoli – Scala 1:20000;
- Carta di Fattibilità Geologica e Idraulica – Scala 1:20000;
- Carta di Sintesi – Scala 1:20000;



Figura 10: Carta dei Vincoli – Scala 1:20000 – In giallo area di intervento

Come visibile in figura 10, Carta dei Vincoli, sull'area di interesse non sussiste alcun tipo di vincolo

(Pianificazione di Bacino/PGRA, Piano per l'assetto Idrogeologico PAI, Idrografico ed Idrogeologico).

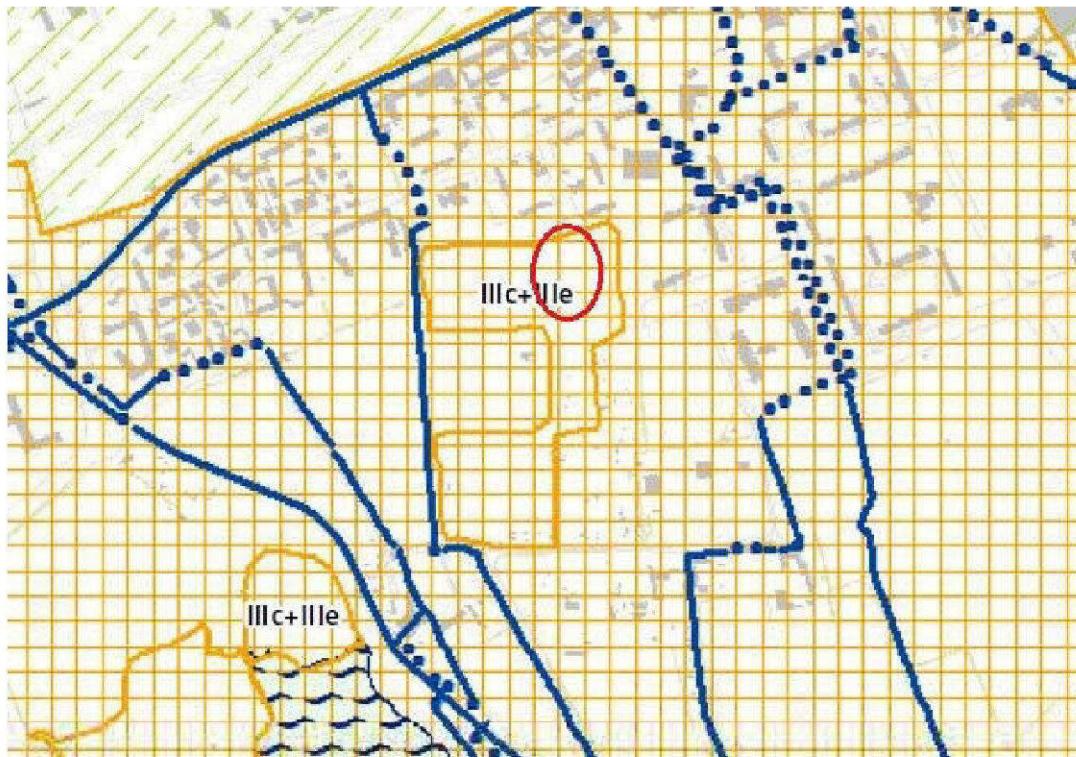
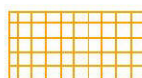


Figura 11: Carta di Fattibilità – Scala 1:20000 – In rosso area d'intervento

**Legenda:**

**Classi di fattibilità geologica**



**Classe III - Fattibilità con consistenti limitazioni**

- Classe IIIc - Aree a bassa soggiacenza della falda (< 5 m)
- Classe IIIe - Aree estrattive attive o dismesse

Per quanto riguarda invece la Fattibilità Geologica ed Idraulica, mostrata in figura 11, l'area è inserita all'interno della classe di fattibilità III – “Fattibilità con consistenti limitazioni” ed in particolare viene evidenziata



la classe di fattibilità IIIc – Aree a bassa soggiacenza della falda (< 5 m.) e la classe di fattibilità IIIe – Aree estrattive dismesse o attive.



Figura 12: Carta di Sintesi – Scala 1:20000 – In rosso area d'intervento

**Legenda:**

**Ambiti interessati da emergenze idriche**

 Aree a bassa soggiacenza della falda (< 5 m)

**USO DEL SUOLO**

**Attività estrattive**

 Cave cessate

Come illustrato nella carta di Sintesi, in figura 12, l'area ricade all'interno di un ambito interessato da emergenze idriche (aree a bassa soggiacenza della falda <5 metri) e, da un punto di vista dell'uso del suolo, viene segnalata un'attività estrattiva cessata.

## 5 Situazione Attuale delle bonifiche in atto

Analizzando i verbali delle conferenze di servizio e gli altri documenti (benchè parziali, in quanto non si è ricevuta tutta la documentazione richiesta) si può osservare che è stata effettuata una bonifica parziale solo sulle aree (particella 187) relative al cantiere temporaneo della MM4.

Questa bonifica è ancora in via di completamento, anche se un'area (quella ricadente sulla zona di deposito temporaneo di cantiere) è già stata sgomberata.

In data 8 Aprile 2022 lo scrivente ha effettuato un sopralluogo nei due mappali interessati dalla presente perizia (vedasi report fotografico allegato).

Nelle aree non interessate dalle attività di MM si è osservata la presenza di un boschetto spontaneo, con aree a radura, interessate da rovi infestanti e/o da coltivazioni dismesse (probabilmente abusive) e di sentieri.

Vi è la presenza superficiale di sporadici rifiuti abbandonati.

Nell'area di deposito temporaneo MM, ora sgomberata (pro parte) si nota che le opere di pulizia non sono state completate e manca ancora la posa di un terreno di coltivo o quant'altro necessario alla restituzione nella situazione "quo ante".

L'area di deposito temporaneo del cantiere MM4, a quanto riferito allo scrivente, è stata bonificata ed è in restituzione alla proprietà, ma mancano totalmente i verbali di collaudo delle avvenute opere di bonifica.

Allo stato attuale tutte le indagini ambientali di caratterizzazione sono stati realizzate solo nelle aree interessate dal cantiere MM4.

Esistono dei piezometri di controllo esterni all'area, utili per i controlli ambientali sul potenziale stato d'inquinamento della falda freatica della zona.

Le restanti parti non sono state indagate.

## 6 Stima dei costi di Bonifica di sito contaminato

La superficie totale delle due particelle risulta essere pari a 6.150 m<sup>2</sup>.

L'area di deposito temporaneo del cantiere MM4, a quanto riferito allo scrivente, è stata bonificata con messa in sicurezza temporanea ed è in restituzione alla proprietà, ma mancano totalmente i verbali di collaudo delle avvenute opere di bonifica.

Pertanto, allo stato attuale, essa deve essere considerata ancora come contaminata e NON bonificata !

Occorre premettere che il presente studio e confronto con l'elaborato peritale del 2015 a firma dell'Ing. Elia andrebbe sicuramente implementato con le risultanze di indagini ambientali anche nelle aree non controllate da MM4 (assolutamente necessarie per un computo economico preciso delle opere di bonifica).

Per ora la valutazione economica è da ritenersi stimata, anche se con un ottimo grado di approssimazione alla realtà !

La contaminazione fin'ora riscontrata aveva rilevato il superamento delle CSC della colonna B all.5 Titolo V Parte Quarta del d.lgs. 152/06 e s.m.ei. per i parametri idrocarburi C>12 e metalli a diverse profondità, a partire dalla quota di -2,00 m e la non conformità nel test di cessione svolto ai sensi dell'art. 41 della Legge 98/2013 per i parametri Arsenico, Cromo e Piombo

In caso di bonifica, essa andrà estesa a tutta l'area interessata dalle due particelle.

La bonifica, a parere dello scrivente, andrà effettuata in due fasi:

Una prima fase di scavo e smaltimento in discariche esterne dei terreni contaminati e dei rifiuti. Questa fase, oltre a riguardare l'area edificabile (stimata dall'Ing. Elia in metri quadri 413), bisogna considerare anche il terreno di scotico (almeno 1,5 – 1,8 m da p.c.) per tutti i mappali.

Una seconda fase con la messa in sicurezza permanente (MISP) tramite Analisi di Rischio Sito Specifica (ADR) ed opere connesse, riguardante tutti i mappali.

Solo in caso di opere di maggior respiro edilizio (P.L., ecc.) dovranno essere indagate e bonificate anche le aree non di proprietà, in concertazione con altri proponenti.

La seguente tabella illustra i costi di bonifica dell'area allo stato dei prezzi del 2022.

Voce	UM	Quantità	P.U. (€)	P.Tot. (€)
Indagini Ambientali di caratterizzazione	Corpo			25.000,00
Analisi Chimiche terreni/rifiuti	Cad	40 (stimate)	350,00	14.000,00 €
Costi per pareri Enti, ecc.	Corpo			5.000,00 €
Costi di collaudo Finale	Corpo			10.000,00 €
Elaborazione progetti di bonifica ed ADR	Corpo			15.000,00 €
Scavo di bonifica	€/ton	11.070,00 m <sup>3</sup> pari a 18.819,00 ton (fattore di conversione 1,7)	35,00	658.665,00
Smaltimento terreni	€/ton	11.070,00 m <sup>3</sup> pari a 18.819,00 ton (fattore di conversione 1,7)	100,00	1.881.900,00
Messa in opera di misure di sicurezza per MISP & ADR	€/m <sup>2</sup>	6.150 m <sup>2</sup>	55,00	338.250,00 €
Oneri Sicurezza (5 %)				147.390,00
Varie (5 %)				154.760,00
<b>TOTALE</b>				<b>3.249.965,00</b>

Confrontando il presente risultato con quello della perizia dell'Ing. Elia (stimato in 609.000,00 € nel 2015) si nota che esso è ampiamente sottostimato.

Certamente influisce il forte aumento dei prezzi avvenuto in campo edile tra il 2021 ed il 2022, ma comunque esso non tiene conto della mutata sensibilità ambientale del Comune di Milano (e degli enti in generale), oltrechè dell'attuale legislazione ambientale, che prescrive indagini di dettaglio ed opere di bonifica più onerose.

E' lapalissiano che questi costi potranno variare (in positivo o negativo) solo dopo un'accurata indagine ambientale dell'area.

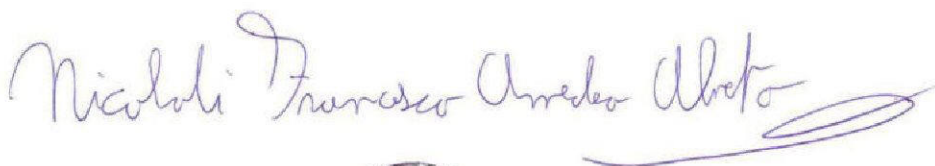
## 7 Conclusioni

Visto quanto esposto nei precedenti capitoli, si ritiene che la perizia dell'Ing. Elia (datata 2015), per la parte riguardante la bonifica del sito contaminato, sia ampiamente sottostimata, vuoi per l'aumento generalizzato dei prezzi del 2021-22 vuoi per le mutate esigenze ambientali.

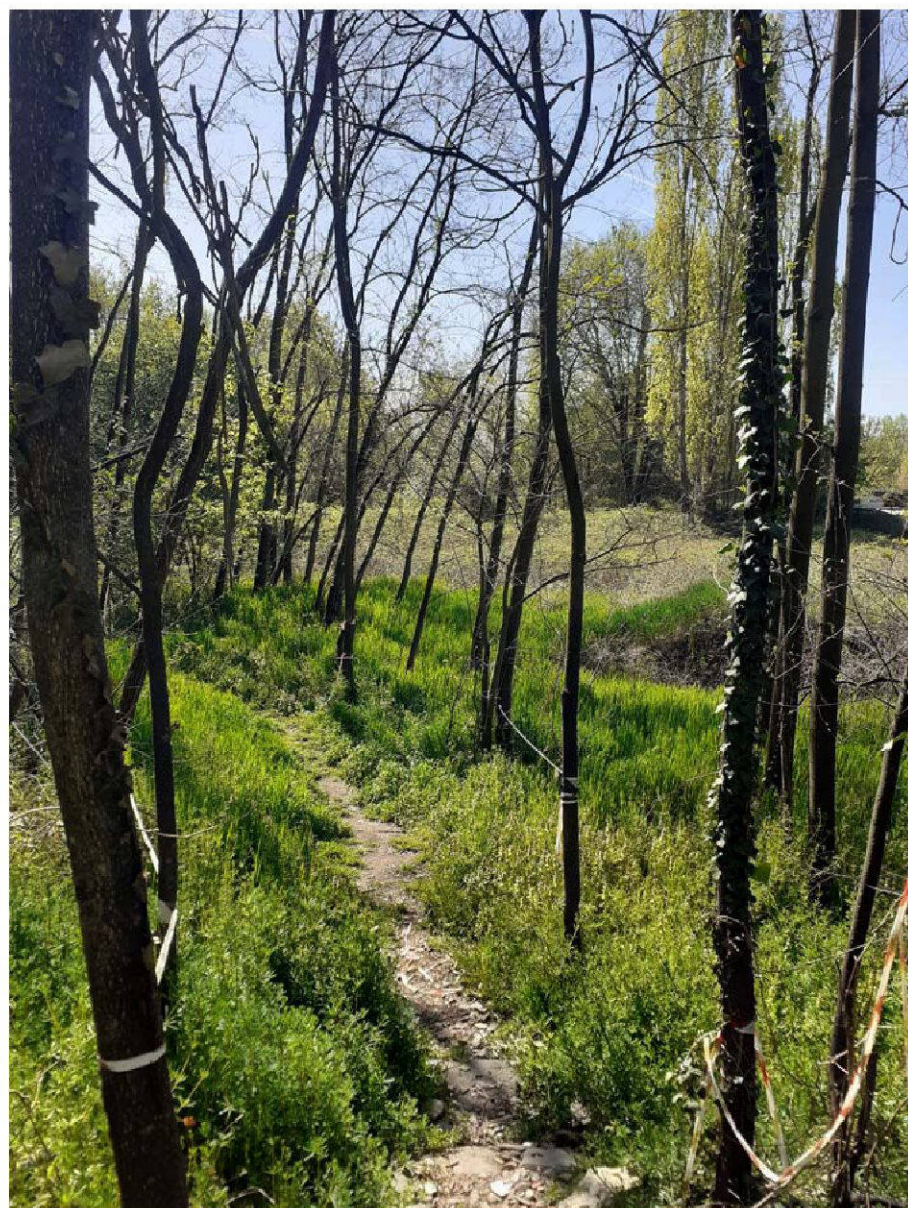
Sicuramente saranno da effettuare indagini ambientali nell'area, al fine di meglio definire i costi economici di un eventuale bonifica di sito contaminato.

**Desio, li 19 Giugno 2022**

**Dr Geol. Nicolodi Francesco Amedeo Alberto**

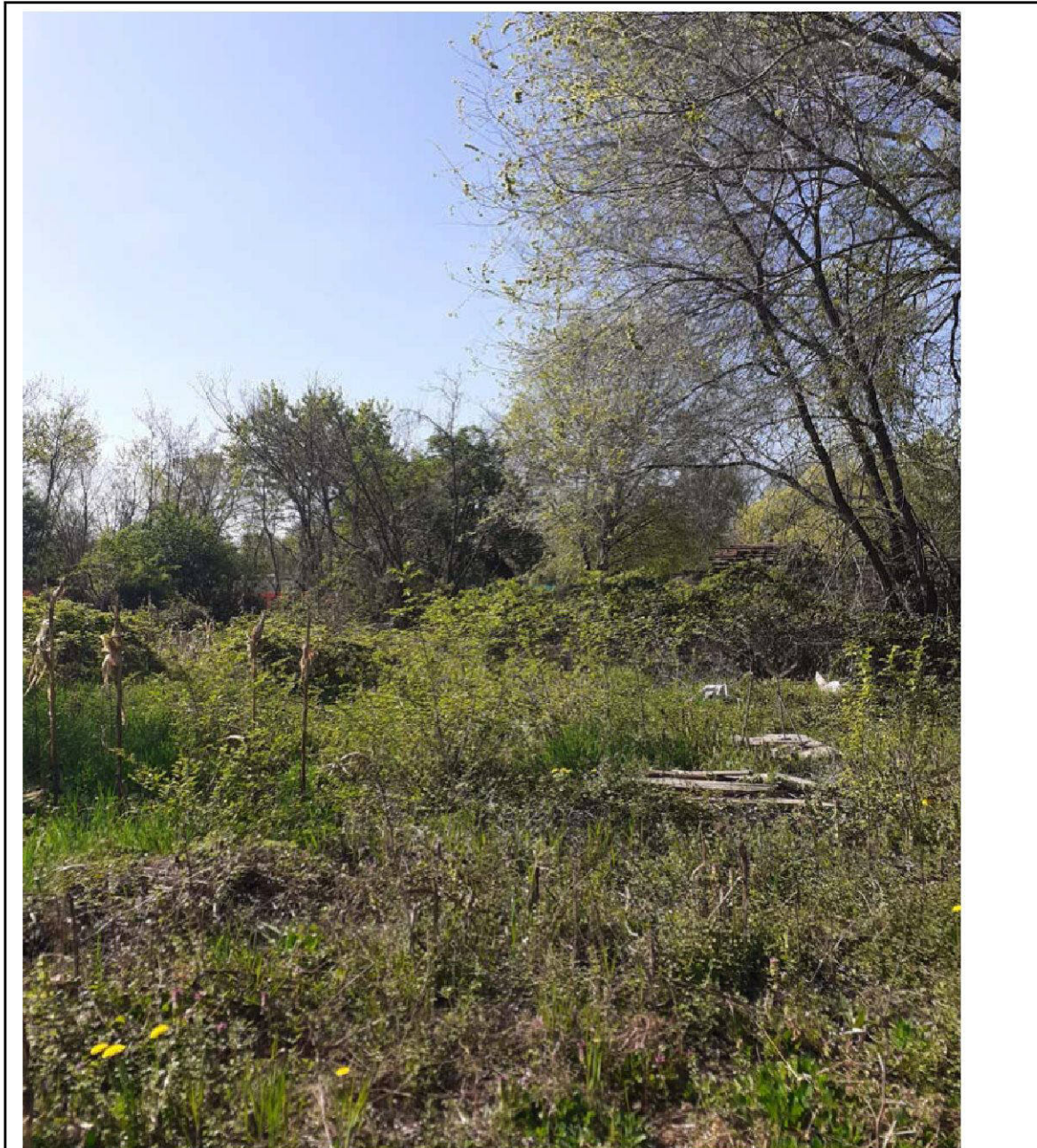


# ***ALLEGATO FOTOGRAFICO***



Area Boscata





Area infestata da rovi e con sporadici rifiuti soprassuolo

Egr. Arch. Alessandra Testa

**Oggetto: Integrazione al Report A022038 del Giugno 2022**

Egr. Arch. Testa

A seguito della ricezione dei documenti riguardanti la bonifica conclusa della porzione della "ex Cava Tre Castelli" operata dalla società della costruenda Metropolitana M4, si viene a ribadire INTEGRALMENTE le conclusioni della nota indicata in oggetto.

Si rimane a disposizione per ogni richiesta di chiarimento

Distinti saluti

Desio, li 28/09/2022

Dr Geol Nicolodi Francesco

