

## COMUNE DI NOVARA



AGENZIA DEL DEMANIO  
Direzione Regionale Piemonte e Valle d'Aosta

## VALUTAZIONE SULLA PRESENZA DI INQUINANTI RELATIVAMENTE AL COMPLESSO CASERMA CAVALLI - VIALE FRANCESCO FERRUCCI 4

CIG: ZD019EEB42

Elaborato:

**8.a**

Oggetto:

**RELAZIONE SUGLI INQUINANTI**

(§3.8 CAPITOLATO PRESTAZIONALE)

Revisioni:

Rev. n.	Data	Oggetto revisione	Redatto	Controllato	Approvato
0	12/2016	Emissione	VF	LF	LF

Il Responsabile del Procedimento  
Ing. Daniela Maria ODDONE

Il Direttore dell'Esecuzione  
Ing. Filippo TULINO

Il Legale Rappresentante di C.S.G.  
Geol. Luigi FOGLINO



**C.S.G. s.r.l.**  
**Centro Servizi di Geoingegneria**

15010 RICALDONE (AL) - ITALY - via Cazzulini 15/A  
tel. +39 0144 74277 fax +39 0144 745914 web www.csgrl.eu e-mail csg@csgrl.eu

## INDICE

1. PREMESSA .....	3
2. RIFERIMENTI NORMATIVI .....	3
3. OGGETTO DELLE INDAGINI PRELIMINARI .....	3
4. MODALITÀ DI ANALISI DEI CAMPIONI .....	8
5. RISULTATI DELLE ANALISI E RAFFRONTO CON LE CSC DI RIFERIMENTO.....	12
6. CONSIDERAZIONI IN MERITO ALLA PRESENZA DI INQUINANTI NEL COMPLESSO “CASERMA CAVALLI” .....	15

Allegati nel testo:

- Stratigrafia sondaggi S1, S2bis, S3, S4 e S5

## 1. PREMESSA

La presente relazione sugli inquinanti, redatta a seguito dell'incarico conferito dall'Agenzia del Demanio Direzione Regionale Piemonte e Valle d'Aosta con contratto prot. n. 2016/12343/DR-TO del 15 settembre 2016 inerente la "Valutazione sulla presenza di inquinanti relativamente al complesso Caserma Cavalli", ha lo scopo di individuare il superamento delle CSC in relazione alla destinazione d'uso attuale e futura dell'immobile, definendo le modalità di analisi utilizzate, l'elenco degli inquinanti ricercati e le concentrazioni rilevate ai sensi dell'art. 242, comma 2, del D.Lgs. 152/2006 e delle linee guida riportate nell'allegato 2 al Titolo V della Parte quarta del predetto decreto.

## 2. RIFERIMENTI NORMATIVI

La normativa di riferimento vigente in materia ambientale è:

- D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152 recante "Norme in materia ambientale", pubblicato su G.U. n.88 del 14 aprile 2006;

L'esecuzione delle indagini preliminari, in accordo con quanto stabilito dall'allegato 2 "Criteri generali per la caratterizzazione dei siti contaminati" al Titolo V della Parte quarta del predetto decreto, è stata condotta in conformità al D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81 recante "Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n.123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro".

## 3. OGGETTO DELLE INDAGINI PRELIMINARI

Come illustrato nell'elaborato 4.a) *Relazione generale sul piano delle indagini preliminari* e nell'elaborato 4.d) *Disciplinare delle indagini preliminari*, le indagini hanno riguardato il suolo, il sottosuolo e le acque sotterranee e sono consistite in sondaggi e prelievi di campioni di terreno ed acque sotterranee da destinare ad analisi di laboratorio.

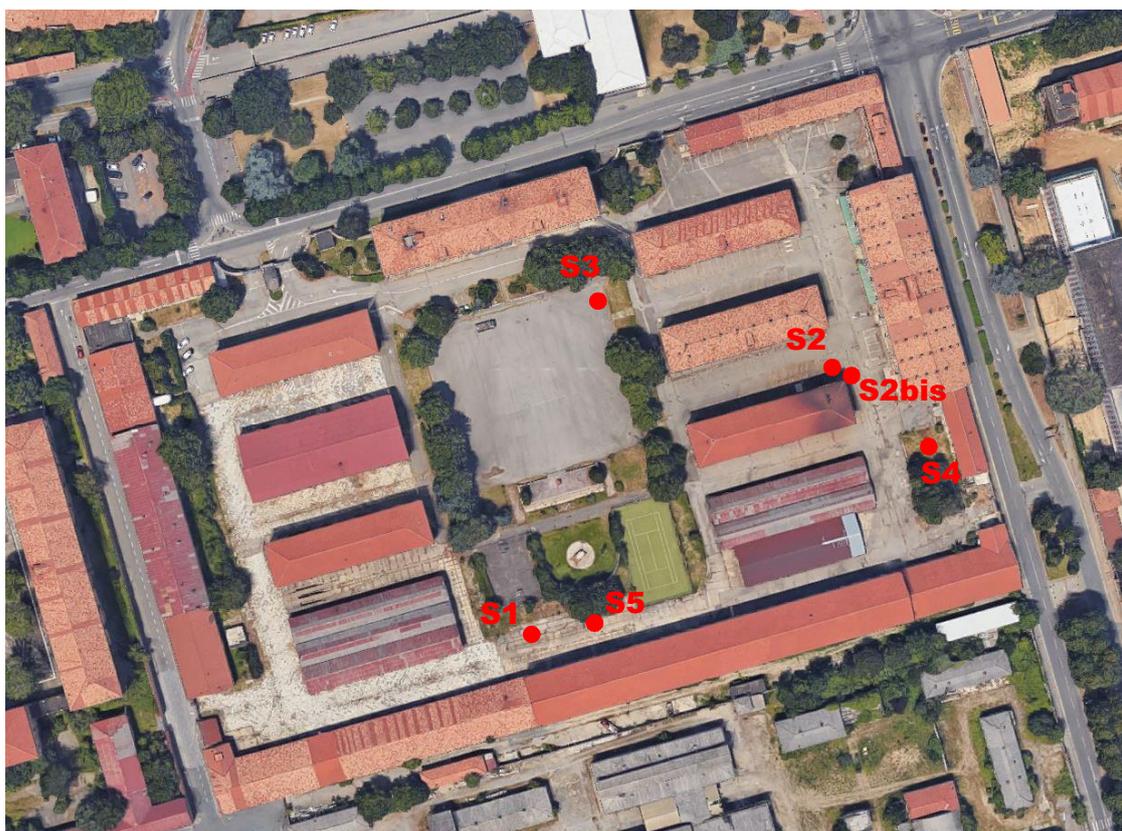
L'ubicazione delle indagini è stata definita tenendo in considerazione le potenziali fonti di contaminazione e le caratteristiche idrogeologiche del settore ed è stata perfezionata in corso d'opera sulla base delle informazioni desunte durante le indagini stesse.

Ubicazione	Tipologia indagine caratterizzazione suolo e sottosuolo	Prof. massima	N totale campioni
Zona serbatoi uso rifornimento lato S	n.1 sondaggio (S1) con prelievo n.3 campioni	15 m p.c.	3
Zona serbatoi centrale termica	n.1 sondaggio (S2bis) con prelievo n.2 campioni	2.4 m p.c.	2
Zona NE piazza centrale d'armi	n.1 sondaggio (S3) con prelievo n.3 campioni	5 m p.c.	3
Zona caricamento munizioni	n.1 sondaggio (S4) con prelievo n.3 campioni	15 m p.c.	3
Zona serbatoi uso rifornimento lato E	n.1 sondaggio (S5) con prelievo n.2 campioni	5 m p.c.	2

**Tabella 1-** Schema riassuntivo delle indagini preliminari per la caratterizzazione di suolo e sottosuolo.

Ubicazione	Tipologia indagine caratterizzazione acque sotterranee	Prof. massima
Zona serbatoi uso rifornimento lato S	n.1 sondaggio (S1) attrezzato con tubo piezometrico per campionamento acque di falda	15 m p.c.
Zona caricamento munizioni	n.1 sondaggio (S4) attrezzato con tubo piezometrico per campionamento acque di falda	15 m p.c.

**Tabella 2-** Schema riassuntivo delle indagini preliminari per la caratterizzazione delle acque sotterranee.



**Figura 1-** Immagine satellitare con individuazione punti di indagine (Google 2016).

Si rimanda all'elaborato 8.b) *Mappa degli inquinanti* per l'ubicazione dei punti di indagine sulla mappa dell'area.

L'ubicazione finale dei sondaggi è stata definita localmente con il Maresciallo Aratari, referente militare dell'area, al fine di evitare per quanto possibile l'intercettazione di sottoservizi. Tuttavia, durante la perforazione del sondaggio S2 alla profondità di 0.8 m p.c. è stato intercettato un vuoto e la successiva presenza di acque e morchie oleose di idrocarburi, probabilmente riconducibile ad un pozzetto o ad una vecchia cisterna di gasolio per riscaldamento inertizzata (presenza di sabbia), la cui posizione non era nota, e si è provveduto immediatamente ad interrompere la perforazione e a ripristinare lo stato dei luoghi mediante cementazione. In seguito è stato perforato un nuovo sondaggio sostitutivo del precedente, denominato S2bis, ubicato sempre in prossimità di S2. Nella tabella 3 sono riportate le coordinate UTM dei punti di indagine e le relative quote.

Punto di indagine	Coordinate UTM32		Quota [m s.l.m.]
	Est [m]	Nord [m]	
S1	470914.30	5031982.98	152.9
S2	471007.55	5032069.56	153.4
S2bis	471013.66	5032071.39	153.3
S3	470935.84	5032094.28	154.1
S4	471041.29	5032047.90	153.4
S5	470929.72	5031991.30	153.1

**Tabella 3-** Coordinate UTM e quote dei sondaggi.

I campioni di terreno da destinare alle analisi di laboratorio sono stati prelevati in quantità significative e rappresentative immediatamente a seguito dell'estrusione del materiale dal carotiere. In particolare, con riferimento ai sondaggi S1 e S4 i campioni sono stati prelevati rispettivamente:

- Campione 1: da 0 a -1 m p.c.;
- Campione 2: da -5 a -6 m p.c.;
- Campione 3: da -11 a -13 m p.c. (zona di frangia capillare).

Per quanto riguarda il sondaggio S3 i campioni sono stati prelevati alle seguenti quote:

- Campione 1: da 0 a -1 m p.c.;
- Campione 2: da -2 a -3 m p.c.;
- Campione 3: da -4 a -5 m p.c.

Per quanto riguarda il sondaggio S2bis, viste le evidenze di inquinamento già a quota 1.5 m p.c., la perforazione è stata interrotta ad una profondità di 2.4 m p.c. in modo da evitare la possibile contaminazione dei terreni sottostanti. Pertanto i campioni sono:

- Campione 1: da -1.5 a -2 m p.c.;
- Campione 2: da -2.2 a -2.4 m p.c.

Infine, per quanto concerne il sondaggio S5, i campioni sono stati prelevati alle seguenti quote:

- Campione 1: da 0 a -1 m p.c.;
- Campione 2: da -4 a -5 m p.c.

Quest'ultimo sondaggio, aggiuntivo rispetto quelli previsti originariamente, è stato eseguito al fine di indagare ulteriormente la zona dei serbatoi di benzina e gasolio ad uso rifornimento per gli automezzi, non essendo emerso durante la perforazione del primo sondaggio (S1) alcun indizio olfattivo di contaminazione del terreno.



**Figura 2-** Perforazione sondaggio S1.

Per la caratterizzazione delle acque sotterranee, i due sondaggi S1 e S4 sono stati attrezzati con tubo piezometrico in modo da poter campionare adeguatamente le acque di falda, come previsto dall'All. 2 al Titolo V della Parte quarta del D.Lgs. 152/2016. Durante i campionamenti delle acque non è stato rinvenuto del prodotto surnatante in fase libera all'interno dei piezometri né sono state riscontrate altre evidenze di inquinamento.

Al termine delle perforazioni dei sondaggi S1, S3, S4 e S5 sono stati posati i pozzetti di protezione mentre in corrispondenza di S2 e S2 bis sono stati ripristinati i luoghi mediante opportuna cementazione.



**Figura 3-** Stato finale dei luoghi (da sx: S1, S3, S4).

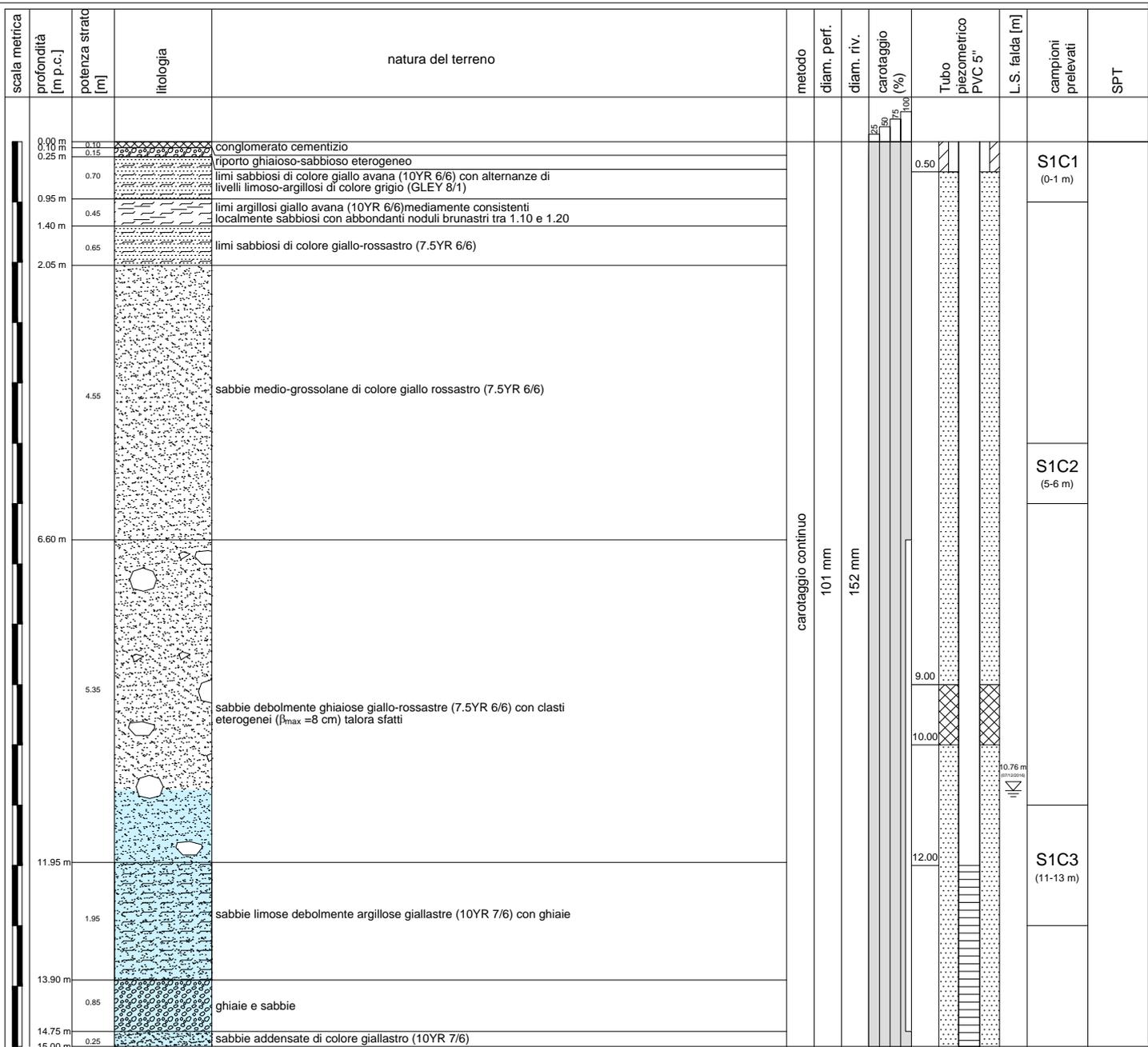


**Figura 4-** Stato finale dei luoghi (da sx: S5, S2, S2bis).

# STRATIGRAFIA SONDAGGIO S1



Località: Caserma Cavalli (Novara)  
 Coordinate UTM32: 470914.295 E, 5031982.979 N  
 Quota: 152.9 m s.l.m.  
 Proprietà: Agenzia del Demanio - Dir. Reg. Piemonte e Valle d'Aosta  
 Ditta incaricata delle indagini: C.S.G. S.r.l.  
 Data perforazione: 28-29 Novembre 2016





# STRATIGRAFIA SONDAGGIO S2bis

Località: Caserma Cavalli (Novara)

Coordinate UTM32: 471013.657 E, 5032071.387 N

Quota: 153.3 m s.l.m.

Proprietà: Agenzia del Demanio - Dir. Reg. Piemonte e Valle d'Aosta

Ditta incaricata delle indagini: C.S.G. S.r.l.

Data perforazione: 1 Dicembre 2016

scala metrica	profondità [m p.c.]	potenza strat. [m]	litologia	natura del terreno	metodo	diam. perf.	diam. riv.	carotaggio (%)	Cementazione	L.S. falda [m]	campioni prelevati	SPT
0.00 m		0.20		conglomerato bituminoso (0-0.02 m p.c.) e conglomerato cementizio	carotaggio continuo	101 mm	152 mm	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="width: 10%; height: 10px; background-color: #ccc;"></div> </div>				
0.20 m			riporto ghiaioso									
0.25 m		0.45	riporto sabbioso-ghiaioso grigio-verde (5GY 5/2) con detrito di laterizi									
0.70 m		0.70	sabbie limose grigio-verdastre (5GY 5/2) (forte odore di idrocarburi tra 0.95 e 1.40 m p.c.)									
1.40 m		0.10	limi sabbiosi grigi (10Y 6/2) saturi in idrocarburi									
1.50 m		0.50	limi argillosi grigi/grigi-giallastri (10Y 6/2 - 5Y 7/4) con presenza di idrocarburi							S2bisC1 (1.5-2 m)		
2.00 m		0.40	limi argillosi giallo ocra (10YR 6/6) con ossidi, presenza di idrocarburi tra 2.00 e 2.20 m p.c.								S2bisC2 (2.2-2.4 m)	
2.40 m												



# STRATIGRAFIA SONDAGGIO S3



Località: Caserma Cavalli (Novara)

Coordinate UTM32: 470935.844 E, 5032094.283 N

Quota: 154.1 m s.l.m.

Proprietà: Agenzia del Demanio - Dir. Reg. Piemonte e Valle d'Aosta

Ditta incaricata delle indagini: C.S.G. S.r.l.

Data perforazione: 30 Novembre 2016

scala metrica profondità [m p.c.]	potenza strat. [m]	litologia	natura del terreno	metodo	diam. perf.	diam. riv.	carotaggio (%)	Tubo piezometrico PVC 5"	L.S. falda [m]	campioni prelevati	SPT
0.00 m	0.10			carotaggio continuo	101 mm	152 mm	125 150 175 100%	0.50		S3C1 (0-1 m)	
0.10 m	0.32	conglomerato bituminoso									
0.40 m	0.20	riporto ghiaioso-sabbioso									
0.60 m	0.20	riporto sabbioso con tracce di laterizi									
1.05 m	0.45	sabbie fini limose e sabbie limose con ghiaietti alterati e noduli di ossidi tra 0.95 e 1.05 m p.c.									
2.30 m	2.40	limi argillosi di colore giallastro				2.00		S3C2 (2-3 m)			
3.60 m	1.30	argille limoso-sabbiose variegato nocciola-giallastro (10YR 6/6) con abbondanti noduli di ossidi									
5.00 m	1.40	sabbie medie addensate giallo rossastre (7.5YR 6/6)								S3C3 (4-5 m)	





# STRATIGRAFIA SONDAGGIO S4

Località: Caserma Cavalli (Novara)  
 Coordinate UTM32: 471041.286 E, 5032047.901 N  
 Quota: 153.4 m s.l.m.  
 Proprietà: Agenzia del Demanio - Dir. Reg. Piemonte e Valle d'Aosta  
 Ditta incaricata delle indagini: C.S.G. S.r.l.  
 Data perforazione: 1-2 Dicembre 2016

scala metrica	profondità [m p.c.]	potenza strat [m]	litologia	natura del terreno	metodo	diam. perf.	diam. riv.	carotaggio (%)	Tubo piezometrico PVC 5"	L.S. falda [m]	campioni prelevati	SPT
			<b>STRATIGRAFIA</b>	<b>LITOLOGIA</b>								
	0.00 m	0.10		terreno vegetale							S4C1 (0-1 m)	
	2.40			riporto eterogeneo limoso-sabbioso con ghiaie e detrito di laterizi					0.50			
	2.50 m			limi sabbiosi di colore giallo avana (10YR 6/6) localmente variegato grigio								
	4.05 m	1.55		limi argillosi consistenti, localmente sabbiosi con abbondanti noduli di ossidi (in particolare tra 4.20 e 4.55 m p.c.) variegati ocra/grigio (10YR 3/4 - 10YR 7/8)								
	5.10 m	0.35		limi di colore giallastro (10YR 6/4) variegato ocra (10YR 5/6)							S4C2 (5-6 m)	
	5.45 m			sabbie medie grossolane brunastre (10YR 5/4 - 10YR 4/4) con ghiaietti								
	8.10 m	2.65		sabbie medie di colore giallastro (10YR 5/4)								
	10.05 m	1.95		sabbie e ghiaie con presenza di clasti eterogenei anche fortemente alterati talora sfatti ( $\beta_{max} = 9$ cm)					9.00			
	12.10 m	2.05		limi sabbiosi alternati a sabbie limose marrone rossiccio chiaro (2.5YR 6/4) con frustoli carboniosi					10.00			
	13.20 m	1.10		sabbie sciolte								
	13.70 m	0.50		argille limose variegata grigio-giallastre (10Y 6/2 - 2.5Y 6/4)								
	13.95 m	0.25		sabbie debolmente limose giallastre con frustoli carboniosi (2.5Y 6/4)								
	15.00 m	1.05							12.00		S4C3 (11-13 m)	
					carotaggio continuo	101 mm	152 mm			10.95 m		





# STRATIGRAFIA SONDAGGIO S5

Località: Caserma Cavalli (Novara)  
 Coordinate UTM32: 470929.724 E, 5031991.298 N  
 Quota: 153.1 m s.l.m.  
 Proprietà: Agenzia del Demanio - Dir. Reg. Piemonte e Valle d'Aosta  
 Ditta incaricata delle indagini: C.S.G. S.r.l.  
 Data perforazione: 2 Dicembre 2016

scala metrica profondità [m p.c.]	potenza strat [m]	litologia	natura del terreno	metodo	diam. perf.	diam. riv.	carotaggio (%)	Tubo piezometrico PVC 5"	L.S. falda [m]	campioni prelevati	SPT
0.00 m	0.10						125				
0.10 m	0.25		conglomerato bituminoso				150				
0.35 m	0.35		riporto ghiaioso-sabbioso				175	0.50		S5C1 (0-1 m)	
0.70 m			riporto sabbioso-limoso con ghiaie e detrito di laterizi				100				
1.90 m	1.20		limi sabbiosi di colore ocra	carotaggio continuo	101 mm	152 mm		2.00			
5.00 m	3.10		sabbie medio-grossolane con rare ghiaie (clasti fortemente alterati) color nocciola-rossastro (10YR 5/4 - 10YR 4/4)							S5C2 (4-5 m)	



#### 4. MODALITÀ DI ANALISI DEI CAMPIONI

Le analisi chimiche di terreni e acque sono state condotte dal laboratorio IDROGEO LAB Srl, con sede in Alessandria Via Santi 29, laboratorio accreditato e operante in regime di qualità (certificato ACCREDIA).

Le analisi chimiche sui campioni di terreno, volte a determinare la concentrazione delle sostanze di cui all'allegato 5 al Titolo V della Parte quarta del D.Lgs. 152/2006 ed ad accertarne la conformità rispetto ai valori soglia stabiliti (CSC – Tabella 1 dell'Allegato 5 predetto), sono state condotte adottando metodologie ufficialmente riconosciute tali da garantire l'ottenimento di valori 10 volte inferiori rispetto ai valori di concentrazione limite.

Il set di sostanze da ricercare e quantificare con le determinazioni analitiche è stato individuato sulla base dei possibili contaminanti derivanti dalle attività svolte nel complesso "Caserma Cavalli" e sulla base di osservazioni in sito durante la perforazione dei sondaggi e il campionamento. I metodi di analisi fanno riferimento a quanto normato e nello specifico il metodo utilizzato per ogni sostanza da ricercare è riportato in Tabella 4.

<b>Sondaggi S1 – S2bis – S3 – S4 – S5 - Suolo e Sottosuolo</b>	
<u>Sostanza</u>	<u>Metodo</u>
<i>Composti inorganici</i>	
- Arsenico	- EPA 3051A 2007 + EPA 200.8 1994
- Cadmio	- EPA 3051A 2007 + EPA 200.8 1994
- Cobalto	- EPA 3051A 2007 + EPA 200.8 1994
- Cromo totale	- EPA 3051A 2007 + EPA 200.8 1994
- Cromo VI	- CNR IRSA Vol. 3 16 Q64 1986
- Mercurio	- EPA 3051A 2007 + EPA 200.8 1994
- Nichel	- EPA 3051A 2007 + EPA 200.8 1994
- Piombo	- EPA 3051A 2007 + EPA 200.8 1994
- Rame	- EPA 3051A 2007 + EPA 200.8 1994
- Zinco	- EPA 3051A 2007 + EPA 200.8 1994
- Fluoruri	- DM 13/09/99 met IV.2
<i>Altre sostanze</i>	
- Amianto	- DM 06/09/1994 GU n. 288 10/12/1994 All. 1met.B
<i>Organici Aromatici</i>	
- Benzene	- EPA 5035A 2002 + EPA 8260C 2006
- Etilbenzene	- EPA 5035A 2002 + EPA 8260C 2006
- Stirene	- EPA 5035A 2002 + EPA 8260C 2006
- Toluene	- EPA 5035A 2002 + EPA 8260C 2006
- Xilene	- EPA 5035A 2002 + EPA 8260C 2006
- Sommatoria organici aromatici	
<i>Diossine e furani</i>	
- PCB	- EPA 3545A 2007 + EPA 8270D 2007
<i>Idrocarburi</i>	
- Idrocarburi Leggeri C ≤ 12	- EPA 5021A 2003 + EPA 8260C 2006
- Idrocarburi Pesanti C > 12	- UNI EN ISO 16703:2011
<i>Aromatici policiclici</i>	
- Benzo(a)antracene	- EPA 3545A 2007 + EPA 8270D 2007
- Benzo(a)pirene	- EPA 3545A 2007 + EPA 8270D 2007
- Benzo(b)fluorantene	- EPA 3545A 2007 + EPA 8270D 2007
- Benzo(k,)fluorantene	- EPA 3545A 2007 + EPA 8270D 2007
- Benzo(g, h, i,)perilene	- EPA 3545A 2007 + EPA 8270D 2007
- Crisene	- EPA 3545A 2007 + EPA 8270D 2007
- Dibenzo(a,e)pirene	- EPA 3545A 2007 + EPA 8270D 2007

<b>Sondaggi S1 – S2bis – S3 – S4 – S5 - Suolo e Sottosuolo</b>	
<u>Sostanza</u>	<u>Metodo</u>
- Dibenzo(a,l)pirene	- EPA 3545A 2007 + EPA 8270D 2007
- Dibenzo(a,i)pirene	- EPA 3545A 2007 + EPA 8270D 2007
- Dibenzo(a,h)pirene	- EPA 3545A 2007 + EPA 8270D 2007
- Dibenzo(a,h)antracene	- EPA 3545A 2007 + EPA 8270D 2007
- Indenopirene	- EPA 3545A 2007 + EPA 8270D 2007
- Pirene	- EPA 3545A 2007 + EPA 8270D 2007
- Sommatoria policiclici aromatici	

**Tabella 4-** Sostanze da ricercare e quantificare con le determinazioni analitiche – Suolo e sottosuolo (da Tabella 1 dell'allegato 5 al Titolo V della Parte quarta del D.Lgs. 152/2006).

Le analisi di laboratorio sono state condotte sulla frazione di granulometria inferiore a 2 mm, la concentrazione del campione è stata determinata riferendosi alla totalità dei materiali secchi, quindi comprensiva anche dello scheletro. In tabella 5 vengono riportati i valori limite di CSC validi per suolo e sottosuolo come stabiliti nell'allegato 5 al Titolo V della Parte Quarta del D. Lgs. 152/2006.

<u>Sostanza</u>	<u>CSC ai sensi del D. Lgs 152/2006</u>	
	<i>A</i> <i>siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale</i> <i>(mg kg<sup>-1</sup> espressi come ss)</i>	<i>B</i> <i>siti ad uso commerciale e industriale</i> <i>(mg kg<sup>-1</sup> espressi come ss)</i>
<i>Composti inorganici</i>		
- Arsenico	20	50
- Cadmio	2	15
- Cobalto	20	250
- Cromo totale	150	800
- Cromo VI	2	15
- Mercurio	1	5
- Nichel	120	500
- Piombo	100	1000
- Rame	120	600
- Zinco	150	1500
- Fluoruri	100	2000
<i>Altre sostanze</i>		
- Amianto	1000	1000
<i>Organici Aromatici</i>		
- Benzene	0.1	2
- Etilbenzene	0.5	50
- Stirene	0.5	50
- Toluene	0.5	50
- Xilene	0.5	50
- Sommatoria organici aromatici	1	100
<i>Diossine e furani</i>		
- PCB	0.06	5
<i>Idrocarburi</i>		
- Idrocarburi Leggeri C ≤ 12	10	250
- Idrocarburi Pesanti C > 12	50	750
<i>Aromatici policiclici</i>		
- Benzo(a)antracene	0.5	10
- Benzo(a)pirene	0.1	10

<u>Sostanza</u>	<i>CSC ai sensi del D. Lgs 152/2006</i>	
	<i>A siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale (mg kg<sup>-1</sup> espressi come ss)</i>	<i>B siti ad uso commerciale e industriale (mg kg<sup>-1</sup> espressi come ss)</i>
- Benzo(b)fluorantene	0.5	10
- Benzo(k,)fluorantene	0.5	10
- Benzo(g, h, i,)perilene	0.1	10
- Crisene	5	50
- Dibenzo(a,e)pirene	0.1	10
- Dibenzo(a,l)pirene	0.1	10
- Dibenzo(a,i)pirene	0.1	10
- Dibenzo(a,h)pirene	0.1	10
- Dibenzo(a,h)antracene	0.1	10
- Indenopirene	0.1	10
- Pirene	5	50
- Sommatoria policiclici aromatici	10	100

**Tabella 5-** Valori limite di CSC – Suolo e sottosuolo  
(da Tabella 1 dell'allegato 5 al Titolo V della Parte quarta del D.Lgs. 152/2006).

Per quanto concerne le analisi sui campioni di acque, anch'esse sono state condotte con metodologie ufficialmente riconosciute tali da garantire l'ottenimento di valori 10 volte inferiori rispetto ai valori CSC della tabella 2 dell'Allegato 5 predetto, riportati in tabella 6.

In tabella 6 sono riportate le sostanze oggetto di analisi da ricercare e quantificare con le determinazioni analitiche di laboratorio e i relativi metodi utilizzati.

<b>Sondaggi S1 – S4 - Acque sotterranee</b>	
<u>Sostanza</u>	<u>Metodo</u>
<i>Metalli</i>	
- Antimonio	- EPA 200.8 1994
- Arsenico	- EPA 200.8 1994
- Cadmio	- EPA 200.8 1994
- Cobalto	- EPA 200.8 1994
- Cromo totale	- EPA 200.8 1994
- Cromo (VI)	- APAT CNR IRSA 3150C Man 29 2003
- Mercurio	- EPA 200.8 1994
- Nichel	- EPA 200.8 1994
- Piombo	- EPA 200.8 1994
- Rame	- EPA 200.8 1994
- Zinco	- EPA 200.8 1994
<i>Inquinanti inorganici</i>	
- Fluoruri	- APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003
<i>Composti Organici Aromatici</i>	
- Benzene	- EPA 5030C 2003 + EPA 8260C 2006
- Etilbenzene	- EPA 5030C 2003 + EPA 8260C 2006
- Stirene	- EPA 5030C 2003 + EPA 8260C 2006
- Toluene	- EPA 5030C 2003 + EPA 8260C 2006
- Xileni	- EPA 5030C 2003 + EPA 8260C 2006
<i>Altre sostanze</i>	
- PCB	- EPA 3510C 1196 + EPA 8270D 2007
- Idrocarburi Totali	- EPA 5021A 2003 + EPA 8015D 2003 + MISO 9377-2:2002
- Amianto (fibre A>10 mm)	- Reg. Piemonte PRA 2016-2020 All. 4 (SEM/EDS)
<i>Policiclici Aromatici</i>	
- Benzo(a) antracene	- EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2007
- Benzo (a) pirene	- EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2007

<b>Sondaggi S1 – S4 - Acque sotterranee</b>	
<u>Sostanza</u>	<u>Metodo</u>
- Benzo (b) fluorantene	- EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2007
- Benzo (k,) fluorantene	- EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2007
- Benzo (g, h, i) perilene	- EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2007
- Crisene	- EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2007
- Dibenzo (a, h) antracene	- EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2007
- Indeno (1,2,3 - c, d) pirene	- EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2007
- Pirene	- EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2007

**Tabella 6-** Sostanze da ricercare e quantificare con le determinazioni analitiche – Acque sotterranee (da Tabella 2 dell'allegato 5 al Titolo V della Parte quarta del D.Lgs. 152/2006).

In tabella 7 sono riportati i valori limite di CSC validi per le acque sotterranee come stabiliti nell'allegato 5 al Titolo V della Parte Quarta del D. Lgs. 152/2006.

<u>Sostanza</u>	<u>CSC ai sensi del D. Lgs 152/2006</u> ( $\mu\text{g/l}$ )
<i>Metalli</i>	
- Antimonio	200
- Arsenico	10
- Cadmio	5
- Cobalto	50
- Cromo totale	50
- Cromo (VI)	5
- Mercurio	1
- Nichel	20
- Piombo	10
- Rame	1000
- Zinco	3000
<i>Inquinanti inorganici</i>	
- Fluoruri	1500
<i>Composti Organici Aromatici</i>	
- Benzene	1
- Etilbenzene	50
- Stirene	25
- Toluene	15
- Xileni	10
<i>Altre sostanze</i>	
- PCB	0.01
- Idrocarburi Totali	350
- Amianto (fibre A>10 mm)	
<i>Policiclici Aromatici</i>	
- Benzo(a) antracene	0.1
- Benzo (a) pirene	0.01
- Benzo (b) fluorantene	0.1
- Benzo (k,) fluorantene	0.05
- Benzo (g, h, i) perilene	0.01
- Crisene	5
- Dibenzo (a, h) antracene	0.01
- Indeno (1,2,3-c,d) pirene	0.1
- Pirene	50

**Tabella 7-** Valori limite di CSC – Acque sotterranee (da Tabella 1 dell'allegato 5 al Titolo V della Parte quarta del D.Lgs. 152/2006).

## 5. RISULTATI DELLE ANALISI E RAFFRONTO CON LE CSC DI RIFERIMENTO

Nel presente paragrafo sono sintetizzati i risultati delle analisi di laboratorio condotte sui campioni di terreno e di acque di falda e confrontati con i valori di CSC di riferimento stabiliti dal D.Lgs. 152/2006 nelle tabelle 1 e 2 dell'Allegato 5 al titolo V della parte quarta.

<b>Sondaggi S1 – S2bis – S3 - Suolo e Sottosuolo</b>										
<i>Sostanza</i>	<i>CSC</i>		<i>S1</i>			<i>S2bis</i>		<i>S3</i>		
	A	B	C1	C2	C3	C1	C2	C1	C2	C3
<i>Composti inorganici</i>										
Arsenico	20	50	12.2	11.1	6.2	8.9	18.7	4.7	16.7	8.7
Cadmio	2	15	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
Cobalto	20	250	14.5	7.1	4.8	8.7	16.4	4.5	36.2	5.2
Cromo totale	150	800	69	34	22	35	75	18	61	24
Cromo VI	2	15	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
Mercurio	1	5	<0.1	0.19	<0.1	0.46	0.14	<0.1	<0.1	<0.1
Nichel	120	500	33	22	12	22	41	10	45	15
Piombo	100	1000	13	9	5	11	19	12	27	6
Rame	120	600	14	19	10	13	21	9	22	12
Zinco	150	1500	48	56	31	42	59	24	53	31
Fluoruri	100	2000	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
<i>Altre sostanze</i>										
Amianto	1000	1000	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100
<i>Organici Aromatici</i>										
Benzene	0.1	2	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Etilbenzene	0.5	50	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Stirene	0.5	50	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Toluene	0.5	50	0.02	0.02	0.04	0.04	0.03	0.04	0.04	0.03
Xilene	0.5	50	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.03	0.03
Sommatoria organici aromatici	1	100	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
<i>Diossine e furani</i>										
PCB	0.06	5	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
<i>Idrocarburi</i>										
Idrocarburi Pesanti C<12	50	750	71	72	40	1924	122	<20	23	30
Idrocarburi Leggeri C ≤ 12	10	250	<1	<1	<1	35	<1	<1	<1	<1
<i>Aromatici policiclici</i>										
Benzo(a)antracene	0.5	10	<0.01	<0.01	<0.01	0.02	<0.01	0.02	<0.01	<0.01
Benzo(a)pirene	0.1	10	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.02	<0.01	<0.01
Benzo(b)fluorantene	0.5	10	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.05	<0.01	<0.01
Benzo(k)fluorantene	0.5	10	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.02	<0.01	<0.01
Benzo(g, h, i,)perilene	0.1	10	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.02	<0.01	<0.01
Crisene	5	50	<0.01	<0.01	<0.01	0.03	<0.01	0.02	<0.01	<0.01
Dibenzo(a,e)pirene	0.1	10	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Dibenzo(a,l)pirene	0.1	10	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Dibenzo(a,i)pirene	0.1	10	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Dibenzo(a,h)pirene	0.1	10	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Dibenzo(a,h)antracene	0.1	10	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Indenopirene	0.1	10	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.02	<0.01	<0.01
Pirene	5	50	<0.01	<0.01	<0.01	0.43	<0.01	0.04	<0.01	<0.01
Sommatoria policiclici aromatici	10	100	0.05	0.05	0.05	0.09	0.05	0.17	0.05	0.05

**Tabella 8-** Riepilogo risultati analisi terreni sondaggi S1, S2bis e S3 (in magenta superamento CSC lim. A, in rosso superamento CSC lim. B) – valori espressi in mg/kg ss.

<b>Sondaggi S4 – S5 - Suolo e Sottosuolo</b>							
<i>Sostanza</i>	<i>CSC</i>		<i>S4</i>			<i>S5</i>	
	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>S4C1</i>	<i>S4C2</i>	<i>S4C3</i>	<i>S5C1</i>	<i>S5C2</i>
<i>Composti inorganici</i>							
Arsenico	20	50	11.8	13.3	7.2	7.1	8.4
Cadmio	2	15	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
Cobalto	20	250	8	10	12.4	5.8	6.2
Cromo totale	150	800	35	47	38	27	26
Cromo VI	2	15	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
Mercurio	1	5	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Nichel	120	500	22	32	27	16	16
Piombo	100	1000	22	13	12	20	8
Rame	120	600	18	15	24	16	12
Zinco	150	1500	52	55	60	45	36
Fluoruri	100	2000	<10	<10	<10	<10	<10
<i>Altre sostanze</i>							
Amianto	1000	1000	<100	<100	<100	<100	<100
<i>Organici Aromatici</i>							
Benzene	0.1	2	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Etilbenzene	0.5	50	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Stirene	0.5	50	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Toluene	0.5	50	0.04	0.02	0.04	0.02	0.02
Xilene	0.5	50	<0.01	<0.01	<0.01	0.02	0.02
Sommatoria organici aromatici	1	100	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
<i>Diossine e furani</i>							
PCB	0.06	5	<0.005	<0.005	<0.005	0.007	<0.005
<i>Idrocarburi</i>							
Idrocarburi Pesanti C<12	50	750	76	89	50	191	<20
Idrocarburi Leggeri C ≤ 12	10	250	<1	<1	<1	<1	<1
<i>Aromatici policiclici</i>							
Benzo(a)antracene	0.5	10	0.03	<0.01	<0.01	0.23	<0.01
Benzo(a)pirene	0.1	10	0.03	<0.01	<0.01	0.25	<0.01
Benzo(b)fluorantene	0.5	10	0.04	<0.01	<0.01	0.35	<0.01
Benzo(k)fluorantene	0.5	10	0.01	<0.01	<0.01	0.11	<0.01
Benzo(g, h, i,)perilene	0.1	10	0.02	<0.01	<0.01	0.17	<0.01
Crisene	5	50	0.03	<0.01	<0.01	0.23	<0.01
Dibenzo(a,e)pirene	0.1	10	<0.01	<0.01	<0.01	0.02	<0.01
Dibenzo(a,l)pirene	0.1	10	<0.01	<0.01	<0.01	0.03	<0.01
Dibenzo(a,i)pirene	0.1	10	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Dibenzo(a,h)pirene	0.1	10	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Dibenzo(a,h)antracene	0.1	10	<0.01	<0.01	<0.01	0.04	<0.01
Indenopirene	0.1	10	0.02	<0.01	<0.01	0.17	<0.01
Pirene	5	50	0.04	<0.01	<0.01	0.43	<0.01
Sommatoria policiclici aromatici	10	100	0.18	0.05	0.05	1.40	0.05

**Tabella 9-** Riepilogo risultati analisi terreni sondaggi S4 e S5 (in magenta superamento CSC lim. A, in rosso superamento CSC lim. B) – valori espressi in mg/kg ss.

Analogamente vengono nel seguito riportati i risultati inerenti le analisi delle acque di falda campionate nei piezometri allestiti nei sondaggi S1 e S4.

<b>Sondaggi S1 – S4 - Acque sotterranee</b>			
<u>Sostanza</u>	<u>CSC</u>	<u>S1</u>	<u>S4</u>
<i>Metalli</i>			
- Antimonio	200	0.38	0.26
- Arsenico	10	0.5	0.6
- Cadmio	5	<0.1	<0.1
- Cobalto	50	<1	1.6
- Cromo totale	50	2.1	2.7
- Cromo (VI)	5	<1	<1
- Mercurio	1	<0.1	<0.1
- Nichel	20	3.8	6.1
- Piombo	10	0.7	3.9
- Rame	1000	<5	6
- Zinco	3000	14	19
<i>Inquinanti inorganici</i>			
- Fluoruri	1500	138	189
<i>Composti Organici Aromatici</i>			
- Benzene	1	<0.01	0.04
- Etilbenzene	50	<0.01	0.03
- Stirene	25	<0.01	<0.01
- Toluene	15	0.04	0.08
- Xileni	10	0.01	0.01
<i>Altre sostanze</i>			
- PCB	0.01	<0.002	<0.002
- Idrocarburi Totali	350	<50	66
- Amianto (fibre A>10 mm)		<100	<100
<i>Policiclici Aromatici</i>			
- Benzo(a) antracene	0.1	<0.002	<0.002
- Benzo (a) pirene	0.01	<0.002	<0.002
- Benzo (b) fluorantene	0.1	<0.002	<0.002
- Benzo (k,) fluorantene	0.05	<0.002	0.002
- Benzo (g, h, i) perilene	0.01	<0.002	0.002
- Crisene	5	0.002	0.005
- Dibenzo (a, h) antracene	0.01	<0.002	<0.002
- Indeno (1,2,3-c,d) pirene	0.1	<0.002	<0.002
- Pirene	50	0.012	0.021

**Tabella 10-** Riepilogo risultati analisi acque di falda piezometri S1 e S4 (in rosso superamento CSC) – valori espressi in µg/l.

## 6. CONSIDERAZIONI IN MERITO ALLA PRESENZA DI INQUINANTI NEL COMPLESSO “CASERMA CAVALLI”

Dalle analisi condotte sui terreni è stato riscontrato quanto segue:

- Sondaggio S1: superamento del valore di CSC per il lim. A (relativo a “siti ad uso verde pubblico, privato o residenziale”) riguardante gli idrocarburi pesanti C>12 nei campioni C1 (0-1 m p.c.) e C2 (5-6 m p.c.); le concentrazioni misurate dei restanti parametri risultano inferiori a quelli limite più restrittivi (lim. A); i valori relativi al campione C3 (11-13 m p.c.) risultano interamente rientranti nei limiti più restrittivi;
- Sondaggio S2bis: per quanto riguarda il campione C1 (1.5-2 m p.c.) è stato rilevato il superamento della CSC lim. B relativamente agli idrocarburi pesanti C>12 ed il superamento della CSC lim. A relativamente agli idrocarburi leggeri C ≤ 12; per quanto riguarda il campione C2 (2.2-2.4 m p.c.) è stato rilevato il superamento della CSC lim. A relativamente agli idrocarburi pesanti C>12; le concentrazioni misurate dei restanti parametri di entrambi i campioni risultano inferiori a quelli limite più restrittivi (lim. A);
- Sondaggio S3: superamento del valore di CSC per il lim. A riguardante il cobalto nel campione C2 (2-3 m p.c.), le concentrazioni misurate dei restanti parametri risultano inferiori a quelli limite più restrittivi (lim. A); i valori relativi al campione C1 (0-1 m p.c.) e C3 (4-5 m p.c.) risultano interamente rientranti nei limiti più restrittivi;
- Sondaggio S4: superamento del valore di CSC per il lim. A riguardante gli idrocarburi pesanti C>12 nei campioni C1 (0-1 m p.c.) e C2 (5-6 m p.c.), le concentrazioni misurate dei restanti parametri risultano inferiori a quelli limite più restrittivi (lim. A); i valori relativi al campione C3 (11-13 m p.c.) risultano interamente rientranti nei limiti più restrittivi;
- Sondaggio S5: per quanto riguarda il campione C1 (0-1 m p.c.) è stato rilevato il superamento della CSC lim. A relativamente agli idrocarburi pesanti C>12, benzo(a)pirene, benzo(g,h,i)perilene e indeno(1,2,3-c,d)pirene; le concentrazioni misurate dei restanti parametri risultano inferiori a quelli limite più restrittivi (lim. A); i valori relativi al campione C2 (4-5 m p.c.) risultano interamente rientranti nei limiti più restrittivi.

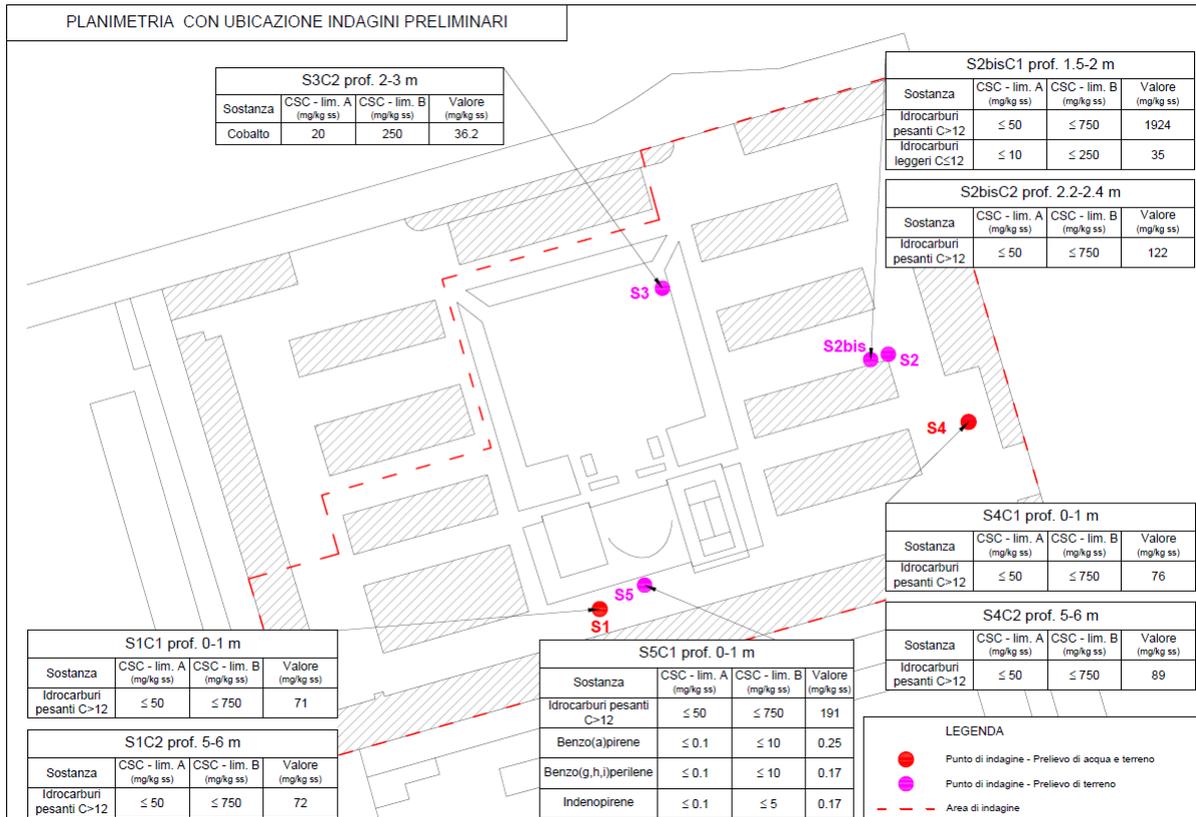


Figura 5- Planimetria con ubicazione indagini preliminari e indicazione dei superamenti di CSC.

Sulla base dei risultati delle analisi, allo stato attuale delle indagini, si può concludere che gli inquinanti presenti nel sottosuolo della Caserma Cavalli sono localizzati nell'ambito delle aree interessate dai serbatoi interrati di idrocarburi per automezzi e riscaldamento e sono da ricondurre principalmente ad idrocarburi pesanti C>12 ed in forma subordinata ad idrocarburi leggeri C<12 (S2bisC1) e benzo(a)pirene, benzo(g,h,i)perilene e indeno(1,2,3-c,d)pirene (S5C1). Gli inquinanti sono stati osservati nei campioni superficiali e intermedi (0-1 e 5-6 m p.c.) e non risultano presenti nelle suddette località in corrispondenza dei campioni più profondi (11-13 m p.c.), né in falda.

Nel settore N in corrispondenza del sondaggio S3 è stata rilevata la presenza di cobalto in quantità lievemente eccedente il valore limite A (valore misurato 36.2 mg/kg ss rispetto al valore di CSC pari a 20 mg/kg ss). Il dato deriva da un campione prelevato ad una profondità di 2-3 m p.c. di argille limoso-sabbiose con abbondante presenza di noduli di ossidi. Si tratta di un deposito tipicamente eluviale mediamente alterato in cui il contenuto in nichel e cobalto è generalmente anche significativo e, molto probabilmente, è attribuibile ad origine geologica.

Per quanto concerne le acque sotterranee, sulla base delle analisi effettuate, ad oggi non risultano contaminazioni.