



**NOUVELLE LIGNE LYON TURIN – NUOVA LINEA TORINO LIONE  
PARTIE COMMUNE FRANCO-ITALIENNE – PARTE COMUNE ITALO-FRANCESE  
CUP C11J05000030001**

**Chantier Opérationnel 10 – Cantiere Operativo 10  
CIG Z2727BDB1C**

**LOT 2: TRAVAUX DE VALORISATION DES TERRES ET ROCES D'EXCAVATION COTÉ ITALIE – CHANTIER  
OPERATIONNEL 10 (CO10) – LOTTO 2: LAVORI DI VALORIZZAZIONE TERRE E ROCCE DA SCAVO LATO  
ITALIA – CANTIERE OPERATIVO 10 (CO10)**

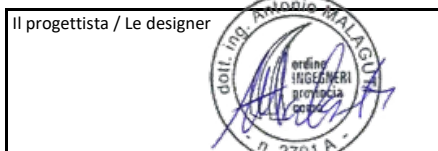
**DOSSIER DE CONSULTATION DES ENTREPRISES - DOSSIER A – DOSSIER DI CONSULTAZIONE DELLE  
IMPRESE - DOSSIER A DOSSIER DE PLANS - ELABORATI TECNICI  
PLAN D'UTILISATION DES MATÉRIAUX D'EXCAVATION UNIQUE – PIANO DI UTILIZZO TERRE E ROCCE DA  
SCAVO UNITARIO**

**ANN. D - ETUDE DES VALEURS NATURELLES PIANA DI SUSÀ E BUSSOLENO / ALL. SEZIONE D - STUDIO  
SUI VALORI DI FONDO SITO-SPECIFICI PIANA DI SUSÀ E BUSSOLENO**

| Indice | Date/ Data | Modifications / Modifiche  | Etabli par / Concepito da | Vérfié par / Controllato da | Autorisé par / Autorizzato da |
|--------|------------|--|---------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| 0      | 15/09/2020 | Première diffusion / Prima emissione                                 | M. Biasioli               | C. Ognibene                 | A. Mordasini<br>A. Malaguti   |
| A      | 05/07/2021 | Révision suite commentaires ARPA,<br>Revisione seguito commenti ARPA | M. Biasioli               | C. Ognibene                 | A. Mordasini<br>A. Malaguti   |
|        |            |  |                           |                             |                               |
|        |            |  |                           |                             |                               |
|        |            |  |                           |                             |                               |

|   |   |   |   |                      |   |   |   |                  |   |   |   |                   |   |                 |   |
|---|---|---|---|----------------------|---|---|---|------------------|---|---|---|-------------------|---|-----------------|---|
| 1   | 0 | 0 | C | 1                    | 8 | 0 | 3 | 5                | 1 | 0 | 0 | -                 | - | 0               | 0 |
| Cantiere Operativo<br>Chantier Opérationnel |   |   |   | Contratto<br>Contrat |   |   |   | Opera<br>Ouvrage |   |   |   | Tratta<br>Section |   | Parte<br>Partie |   |

|               |                                    |                  |  |   |   |        |   |   |   |
|---------------|------------------------------------|------------------|--|---|---|--------|---|---|---|
| G             | R                                  | E                | G                                      | E | 3 | 0      | 8 | 1 | A |
| Fase<br>Phase | Tipo documento<br>Type de document | Oggetto<br>Objet | Numero documento<br>Numéro de document |   |   | Indice |   |   |   |



L'appaltatore / L'entrepreneur

-

Scala / Echelle

|                         |   |
|-------------------------|---|
| A                       | P |
| Stato / Statut          |   |
|                         |   |
| Indirizzo / Adresse GED |   |

Il Direttore dei Lavori / Le Maître d'Oeuvre



## SOMMAIRE / INDICE

|     |  |    |
|-----|--|----|
| 1   | PREMESSA.....  | 4  |
| 1.1 | I valori di fondo naturale nell'ambito di studio .....   | 5  |
| 2   | DESCRIZIONE INDAGINI ESEGUITE .....  | 8  |
| 3   | ESITI DELLE ANALISI AMBIENTALI ESEGUITE .....  | 9  |
| 4   | DEFINIZIONE DEL DATASET CAMPIONARIO .....  | 12 |
| 4.1 | Trattamento dei valori <LOD, <LOQ .....  | 12 |
| 4.2 | Identificazione dei sub-set campionari in funzioni di fattori che controllano la distribuzione dei parametri di studio ..... | 12 |
| 5   | ELABORAZIONI STATISTICHE EFFETTUATE .....  | 14 |
| 5.1 | Statistica descrittiva e distribuzione delle popolazioni .....   | 14 |
| 5.2 | Individuazione dei dati anomali (outliers) .....   | 21 |
| 5.3 | Distribuzione statistica di riferimento .....  | 25 |
| 6   | IDENTIFICAZIONE DEI VALORI DI FONDO SITO SPECIFICI E CONCLUSIONI OPERATIVE .....   | 26 |
| 6.1 | Definizione dei valori di fondo sito specifici .....   | 26 |
| 6.2 | Confronto statistica descrittiva indagini integrative con le CSC di riferimento .....  | 27 |
| 6.3 | Conclusioni e indicazioni operative .....  | 27 |

### ALLEGATI

- ALLEGATO 1 – Studio valori di fondo Arpa Piemonte
- ALLEGATO 2 – Planimetria indagini
- ALLEGATO 3 – Stratigrafie indagini
- ALLEGATO 4 – Esiti analisi caratterizzazione terreni
- ALLEGATO 5 – Rapporti di prova indagini
- ALLEGATO 6 - Dataset campionario (formato editabile)

## RESUME / RIASSUNTO

Il presente documento costituisce lo studio per la determinazione dei valori di fondo naturale del sito di destinazione dei materiali di scavo della Piana di Susa e Bussoleno, realizzato a partire dalle indagini ambientali eseguite in fase di Progettazione Definitiva, delle indagini integrative svolte nel corso del 2019 da parte di TELT.

Il presente documento recepisce inoltre le istruttorie specifiche ARPA di cui al parere tecnico 11792 del 08/02/2021 e le indicazioni emerse in sede di tavolo tecnico del 08/06/2021

## 1 PREMESSA

Nell'ambito della gestione dei materiali di scavo della nuova linea Torino-Lione, in fase di Variante al Progetto Definitivo, è stato definito l'approccio metodologico per l'esecuzione del Piano di accertamento dei valori di fondo naturale ai sensi dell'art. 5 comma 4 del DM 161/12, in relazione ai siti di produzione e di destinazione dei materiali di risulta derivanti dalla realizzazione delle opere previste. Tale approccio metodologico, descritto nel documento "*Piano di accertamento per la determinazione dei valori di fondo naturale – approccio metodologico*" (PRV-C3B-LOM-6809A) è stato condiviso, in fase istruttoria, con Arpa Piemonte così come richiesto dalla Commissione Tecnica VIA VAS del MATTM (paragrafo k del parere tecnico prot. CTVA/3958 del 24/11/2017).

Successivamente, con l'approvazione della variante al Progetto Definitivo, avvenuta con (Delibere CIPE n. 30/2018 del 21/03/2018 e n. 39/2018 del 26/04/2018), sono state introdotte alcune prescrizioni, le quali sono state recepite tramite la redazione di una versione integrata ed aggiornata del suddetto approccio "*Piano di accertamento per la determinazione dei valori di fondo naturale: Approccio metodologico*" (4-100-181207-SP02-O-0-ERE-AM-0001-A del 18/02/2019). Anche questo elaborato è stato condiviso con ARPA Piemonte.

Nel corso del 2019 TELT ha quindi eseguito le indagini ambientali finalizzate all'accertamento dei valori di fondo naturale descritte negli elaborati sopracitati e in ottemperanza alle prescrizioni delle delibere CIPE.

La necessità di approfondimenti circa il fondo naturale dei siti di produzione/destinazione del materiale da scavo deriva dal fatto che le indagini ambientali eseguite in fase di Progettazione Preliminare e Definitiva hanno evidenziato presenza di superamenti delle Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC) di cui alla Col. A e B della Tab. 1, all. 5 parte IV del D.Lgs. 152/05 e s.m.i. per alcuni parametri riconducibili a fenomeni di fondo naturale

In funzione di tali superamenti, ed in ottemperanza a quanto previsto dalla normativa ambientale vigente, **è stato sviluppato il presente studio per la determinazione dei valori di fondo naturale sito-specifici del Sito di destinazione di Piana di Susa e Bussoleno**, con la finalità di:

- definire il valore di fondo naturale di alcuni parametri per l'area, da assumersi come riferimento in caso questi risultassero superiori alle CSC di riferimento per il Sito;
- verificare la compatibilità dei materiali estratti dallo scavo delle opere della Torino-Lione con il sito in oggetto.

Le elaborazioni statistiche effettuate per il presente studio sono quelle descritte dalle "*Linee guida per la determinazione dei valori di fondo per i suoli e per le acque sotterranee*", documento tecnico preparato dall'SNPA/ISPRA (adottate il 01/08/2017), nonché le metodiche previste dalla nuova norma UNI ISO 19258:2018 (*Soil quality -- Guidance on the determination of background values*).

Si specifica che il parametro amianto non è stato oggetto di definizione di valore di fondo in quanto dalla Delibera ISPRA n. 54/2019 viene dichiarato "*non quantificabile, in termini numerici, il fondo naturale relativamente al parametro amianto, in quanto tale elemento si presenta all'interno degli ammassi rocciosi con concentrazioni variabili in modo estremo da punto a punto, tali da produrre set di dati con un'elevata percentuale di "non-detect" e punte isolate di concentrazioni molto elevate*".

Le elaborazioni statistiche effettuate per il presente studio sono quelle descritte dalle "*Linee guida per la determinazione dei valori di fondo per i suoli e per le acque sotterranee*", documento tecnico preparato dall'SNPA/ISPRA (adottate il 01/08/2017), nonché adottano le

metodiche previste dalla norma UNI ISO 19258:2018 (Soil quality -- Guidance on the determination of background values).

Infine, le elaborazioni statistiche condotte nel presente documento fanno riferimento, unicamente a scopo bibliografico e non per confronto diretto, con quelle sviluppate da ARPA Piemonte nel proprio documento *“Parametri statistici e valori di fondo di Cromo, Nichel, Arsenico per le aree omogenee di concentrazione dei suoli nei comuni di Caprie, Bussoleno, Susa e Torrazza Piemonte”*, riportato in **Allegato 1**.

Il presente documento è stato oggetto di istruttoria tecnica ARPA in ottemperanza a quanto previsto dall’art. 5 del DM 161/12 e la presente versione recepisce le istruttorie specifiche ARPA di cui al parere tecnico 11792 del 08/02/2021 nonché le indicazioni emerse in sede di tavolo tecnico tra ARPA e TELT del 08/09/2021.

Nel succitato parere, in merito al calcolo dei valori di fondo sviluppati per la Piana di Susa e Bussoleno ARPA riporta quanto segue:

#### ***Plana di Susa e Bussoleno***

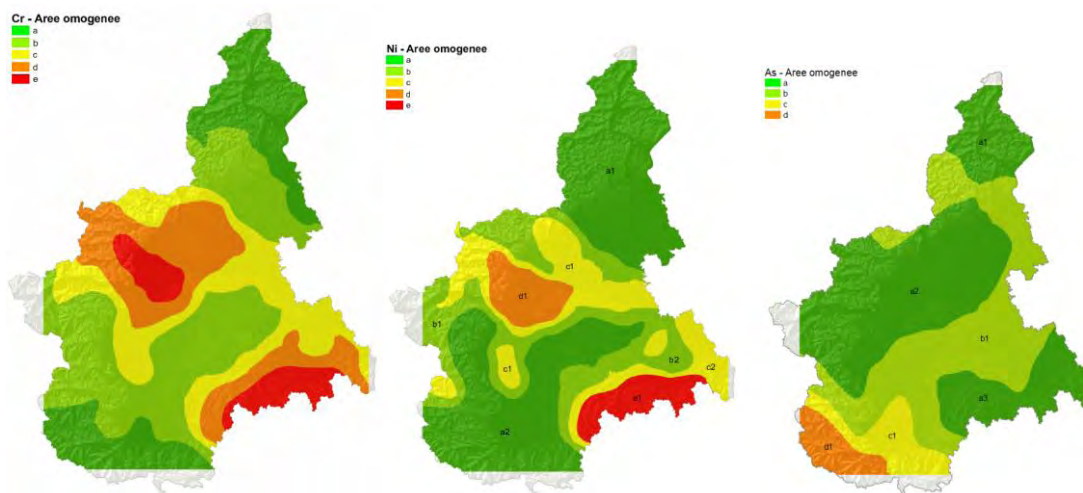
**Si fa presente che il differente metodo di recupero del campione (sondaggio geognostico e pozzetto esplorativo), qualora il campionamento sia effettuato come previsto dalle LLGG SNPA (Linee guida sull’applicazione della disciplina per l’utilizzo delle terre e rocce da scavo, doc. n.54/19), non determina, così come affermato nell’elaborato, la non confrontabilità dei dati. Tuttavia tale affermazione, sebbene non appropriata, non modifica la valutazione successiva dei dati.**

ARPA Piemonte **ha pertanto condiviso i Valori di Fondo Naturale** proposti da TELT (sintetizzati al **Paragrafo 6**) per le aree della Piana di Susa e Bussoleno definiti a seguito delle elaborazioni statistiche descritte nel seguito.

### **1.1 I valori di fondo naturale nell’ambito di studio**

Nella figura seguente vengono riportati alcune elaborazioni cartografiche di ARPA Piemonte relative alla contaminazione diffusa da metalli pesanti/metalloidi, con particolare riferimento a Cr, Ni e As, nel sottosuolo del territorio di Susa e Bussoleno. I dati fanno riferimento alla rete di monitoraggio della qualità dei suoli gestita da ARPA Piemonte. I risultati della rete evidenziano la presenza sul territorio piemontese di **aree critiche caratterizzate da probabilità elevate di superamento dei limiti di legge** (D. Lgs 152/06 - Allegato 5 - Tabella 1 - colonna A) attribuibili in prevalenza “a caratteristiche naturali del terreno” per: Cromo (Cr), Nichel (Ni) e Arsenico (As). Di questi elementi, Cr e Ni fanno parte del presente studio.

Le aree critiche di concentrazione di questi metalli sono comparabili, con le dovute considerazioni attinenti alla scala di dettaglio con la quale sono presentate, alla definizione di "ambito territoriale con fondo naturale": riportata da Dpr, n. 120/2017 nell’articolo 2 (lettera h): **"ambito territoriale con fondo naturale"**: porzione di territorio geograficamente individuabile in cui può essere dimostrato che un valore di concentrazione di una o più sostanze nel suolo, superiore alle concentrazioni soglia di contaminazione di cui alle colonne A e B, Tabella 1, Allegato 5, al Titolo V, della Parte IV del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, sia ascrivibile a fenomeni naturali legati alla specifica pedogenesi del territorio stesso, alle sue caratteristiche litologiche e alle condizioni chimico-fisiche presenti.



**Figura 1: Aree omogenee di concentrazione (a, b, c) e aree critiche (d, e) con probabilità elevate di superamento dei limiti di legge (parametri Cromo, a sx. Nichel, in centro e Arsenico, a dx.). Fonte: Parametri statistici e valori di fondo di Cromo, Nichel e Arsenico per le aree omogenee di concentrazione dei suoli dei comuni di Caprie, Bussoleno, Susa e Torrazza Piemonte, ARPA Piemonte, 2017.**

La tabella seguente riporta un estratto dei dati elaborati da ARPA Piemonte e relativi ai parametri Cr, Ni e As nell'area di interesse. Nello specifico si riporta la statistica descrittiva, i percentili, i valori di fondo (1) e conteggio di campioni analizzati del Cromo (Cr), Nichel (Ni) e As (Arsenico) nei suoli nell'areale dei **comuni di Susa e Bussoleno**.

| Aree omogenee                         |       | Cromo_c1 | Nichel_c1 | Arsenico_a2 |
|---------------------------------------|-------|----------|-----------|-------------|
| Media                                 | mg/kg | 137      | 115       | 7           |
| Mediana                               | mg/kg | 113      | 100       | 6           |
| Dev. St                               | mg/kg | 139      | 79        | 3           |
| CV                                    | -     | 1,0      | 0,7       | 0,5         |
| Min                                   | mg/kg | 15       | 19        | 1           |
| Max                                   | mg/kg | 1300     | 600       | 18          |
| 25° percentile (Q1)                   | mg/kg | 77       | 73        | 4           |
| 50° percentile                        | mg/kg | 113      | 100       | 6           |
| 75° percentile (Q3)                   | mg/kg | 160      | 136       | 9           |
| 90° percentile                        | mg/kg | 210      | 170       | 11          |
| 95° percentile                        | mg/kg | 237      | 182       | 13          |
| Soglia outliers $\geq$ <sup>(5)</sup> | mg/kg | 284      | 230       | 16          |
| Numero outliers                       | n     | 2        | 3         | 1           |
| Valore di fondo <sup>(1)</sup>        | mg/kg | 209      | 160       | 10          |
| Campioni <sup>(3)</sup>               | n     | 85       | 85        |             |

<sup>(1)</sup> Valore di *fondo-naturale* calcolato secondo la normativa ISO 19258/2005, corrisponde al 90° percentile della popolazione ricostruita di dati ottenuta dopo aver rimosso gli eventuali valori anomali (outliers). Valori calcolati a grande denominatore di scala; non possono essere considerati sostitutivi dei valori di fondo sito-specifici citati dall'art. 240 del D.Lgs. 152/06. <sup>(2)</sup>. <sup>(5)</sup>= $Q3+1,5*IQR$ ,  $IQR=Q3-Q1$ Fonte: Arpa Piemonte - Rete di monitoraggio ambientale dei suoli (Dati aggiornati al 2016).

Si specifica che le concentrazioni fornite dalle elaborazioni statistiche di ARPA Piemonte, si riferiscono alla totalità dei materiali secchi della sola frazione inferiore a 2 mm, senza includere la frazione di scheletro 2 cm - 2 mm. I dati forniti dalla rete di monitoraggio non sono pertanto direttamente confrontabili con valori di concentrazione relativi a campioni

riferiti alla totalità dei materiali secchi (comprensiva dello scheletro frazione 2 cm - 2 mm in base alle modalità previste dal D.Lgs. 152/06).

Come richiesto da ARPA Piemonte nel proprio parere tecnico 11792 del 08/02/2021 in merito ai contenuti del presente documento, i dati prodotti da ARPA si ritengono citati a mero titolo di fonte bibliografica ma non saranno adottati per il Tunnel di Base in quanto riferibili unicamente a campioni provenienti dagli orizzonti più superficiali del suolo e quindi poco confrontabili con le litologie interessate dagli scavi oggetto del presente documento.

## 2 DESCRIZIONE INDAGINI ESEGUITE

Su richiesta e per conto di TELT, lo studio "COSTRUZIONI TECNO ELETTRICHE S.p.A" ha svolto indagini ambientali nei comuni di Susa e Bussoleno nel periodo compreso tra il 10/12/19 e il 28/02/20.

In occasione della succitata campagna di indagini, sono stati eseguiti pozzetti esplorativi volti al prelievo di campioni da sottoporre ad analisi chimiche presso il Laboratorio Eurolab S.r.l. (IT). Nel dettaglio sono state svolte le seguenti attività:

- n° 25 pozzetti esplorativi condotti ad una profondità massima pari a 1,4 m da p.c. (codice identificativo SPA01-SPA25) in un'area compresa tra l'imbocco di valle del Tunnel di Base e l'autoporto di Susa;
- n° 15 pozzetti esplorativi condotti ad una profondità massima pari a 1,7 m da p.c. (codice identificativo BPA01-BPA15) collocati ad ovest dell'attuale stazione ferroviaria dell'abitato di Bussoleno.

In ogni punto si è provveduto al prelievo di n°2 campioni al di sotto della coltre vegetale, rispettivamente all'interno di:

- terreno di riporto, per un totale di 6 campioni all'interno dei pozzetti SPA02, SPA04 e SPA05;
- depositi fluviali e fluvioglaciali della Piana di Susa, per un totale di 16 campioni all'interno dei pozzetti SPA01, SPA03, SPA06-SPA11;
- depositi di conoide del Rio Scaglione, per un totale di 28 campioni all'interno dei pozzetti SPA12-SPA25;
- depositi fluviali e fluvioglaciali della Piana di Bussoleno, per un totale di 30 campioni all'interno di tutti i pozzetti "BPA".

Sono stati inoltre prelevati i seguenti campioni da sondaggi geognostici realizzati nel 2010 da LTF all'interno della Piana di Susa:

- n°5 campioni all'interno del terreno di riporto, derivanti dai sondaggi S65 e S67;
- n°3 campioni all'interno dei depositi fluviali e fluvioglaciali della Piana di Susa derivanti dal sondaggio S66;
- n°2 campioni all'interno dei depositi di conoide del Rio Scaglione provenienti dal foro S72.

Si rimanda all'**Allegato 2** per i dettagli sull'ubicazione delle indagini eseguite ed all'**Allegato 3** per le stratigrafie di dettaglio.



### 3 ESITI DELLE ANALISI AMBIENTALI ESEGUITE

Su un totale di n° 90 campioni prelevati, sono state effettuate le seguenti analisi ambientali:

- Residuo secco a 105°C;
- Scheletro;
- Metalli (Sn, Zn, Ag, Ba, As, V, Tl, Se, Be, Sb, Cd, Co, Cr, Hg, Ni e Cu);
- Composti inorganici (Cianuri liberi, Fluoruri e Cr VI);
- BTEX;
- IPA;
- Composti alifatici clorurati cancerogeni e non cancerogeni;
- Composti alifatici alogenati cancerogeni;
- Nitrobenzeni;
- Clorobenzeni;
- Fenoli e clorofenoli;
- Fitofarmaci;
- Diossine e furani;
- PCB e PCT;
- Idrocarburi C>12;
- Amianto (analisi condotte sul campione tal quale).

**Le Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC) di riferimento per il Sito, come descritto nell'elaborato "Piano di accertamento per la determinazione dei valori di fondo naturale: Approccio metodologico" (4-100-181207-SP02-O-0-ERE-AM-0001-A del 18/02/2019) sono quelle di cui alla Col. B, Tab. 1, All. 5 Parte IV del D.Lgs. 152/06 e s.m.i. (siti a destinazione d'uso industriale/commerciale).**

Sulla base degli esiti analitici ottenuti per la *Piana di Susa*, confrontandoli con le CSC, si osserva quanto segue:

#### **Composti inorganici:**

- superamenti delle CSC di cui alle Col. A per il parametro Cobalto sui campioni SPA03CB, e SPA04CB con concentrazioni rispettivamente pari a 23 e 24 mg/kg a fronte di una CSC pari a 20 mg/kg;
- superamenti delle CSC di cui alle Col. A per il parametro Cromo Totale sui campioni SPA01-SPA05 su entrambi i campioni, SPA06CB, SPA07CA, SPA07CB, SPA08CA, SPA08CB, SPA10CA e SPA10CB con concentrazioni variabili tra 160 e 340 mg/kg a fronte di una CSC pari a 150 mg/kg;
- superamenti delle CSC di cui alle Col. A per il parametro Mercurio unicamente sul campione SPA17CB con una concentrazione pari a 2,4 mg/kg a fronte di una CSC pari a 2 mg/kg;
- superamenti delle CSC di cui alle Col. A per il parametro Nichel sui campioni SPA01-SPA08 su entrambi i campioni, SPA10CA e SPA10CB con concentrazioni variabili tra 140 e 320 mg/kg a fronte di una CSC pari a 120 mg/kg;
- superamenti delle CSC di cui alle Col. A per il parametro Piombo unicamente sul campione S66CB con una concentrazione pari a 300 mg/kg a fronte di una CSC pari a 100 mg/kg;

- superamenti delle CSC di cui alle Col. A per il parametro Amianto sui campioni SPA01CB, SPA02CB, SPA03CB, SPA05CB, SPA06CB, SPA07CB e SPA08CB con concentrazioni variabili tra 1010 e 2708 mg/kg a fronte di una CSC pari a 1000 mg/kg.

**Composti organici:**

- superamenti delle CSC di cui alla Col. A di alcuni composti IPA sui campioni SPA13CB e SPA25CB.

I restanti parametri presi in esame hanno mostrato conformità alle CSC di cui alla Col. A.

In relazione ai campioni provenienti dalla *Piana di Bussoleno*, si evidenzia quanto segue:

**Composti inorganici:**

- superamenti delle CSC di cui alle Col. A per il parametro Antimonio unicamente sul campione BPA07CB con una concentrazione pari a 18 mg/kg a fronte di una CSC pari a 10 mg/kg;
- superamenti delle CSC di cui alla Col. A (ma conformità alle CSC di Col. B), per il parametro Cobalto sui campioni BPA02CA, BPA03CA, BPA03CB, BPA08CA, BPA09CB, BPA13CA e BPA13CB con concentrazioni variabili tra 21 e 31 mg/kg a fronte di una CSC pari a 20 mg/kg;
- superamenti delle CSC di cui alle Col. A per il parametro Cromo Totale sui campioni BPA02CA, BPA03CA, BPA03CB, BPA09CA, BPA09CB e BPA13CA con concentrazioni variabili tra 160 e 480 mg/kg a fronte di una CSC pari a 150 mg/kg;
- superamenti delle CSC di cui alle Col. A e B per il parametro Nichel rispettivamente sui campioni BPA02CA, BPA03CB, BPA08CA, BPA09CA, BPA09CB, BPA10CA e BPA13CA con concentrazioni variabili tra 130 e 450 mg/kg a fronte di una CSC pari a 120 mg/kg e sul campione BPA03CA con una concentrazione pari a 550 mg/kg a fronte di una CSC pari a 500 mg/kg;
- superamenti delle CSC di cui alle Col. A per il parametro Piombo sui campioni BPA02CA, BPA09CB e BPA10CB con concentrazioni variabili tra a 120 e 320 mg/kg a fronte di una CSC pari a 100 mg/kg;
- superamenti delle CSC di cui alle Col. A per il parametro Rame sui campioni BPA08CA e BPA08CB rispettivamente con concentrazioni pari a 130 e 210 mg/kg a fronte di una CSC pari a 120 mg/kg;
- superamenti delle CSC di cui alle Col. A per il parametro Zinco sui campioni BPA02CA, BPA08CB e BPA10CB con concentrazioni variabili tra 160 e 170 mg/kg a fronte di una CSC pari a 150 mg/kg.

**Composti organici:**

- superamenti delle CSC di cui alle Col. A per il parametro Idrocarburi C>12 sui campioni BPA09CB e BPA10CA con una concentrazione rispettivamente pari a 57 e 180 mg/kg a fronte di una CSC pari a 50 mg/kg;
- superamenti delle CSC di cui alle Col. A per il parametro PCB sui campioni BPA02CA e BPA10CA con concentrazioni rispettivamente pari a 0,38 e 0,22 mg/kg a fronte di una CSC pari a 0,06 mg/kg;
- superamenti delle CSC di cui alla Col. A per alcuni composti IPA sui campioni BPA07CA, BPA07CB, BPA08CA, BPA08CB, BPA09CA, BPA09CB, BPA10CA, BPA10CB, BPA11CA e BPA11CB.

I restanti parametri presi in esame hanno mostrato conformità alle CSC di cui alla Col. A.

Con riferimento ai superamenti di composti organici e inorganici sopra elencati, si osserva che alcuni pozzetti esplorativi ubicati nella *Piana di Bussoleno* risiedono a ridosso di manufatti antropici (rilevato ferroviario e centrale elettrica di Bussoleno) (**Figura 2**).



**Figura 2: Ubicazione pozzetti esplorativi Piana di Bussoleno. In rosso le indagini limitrofe al rilevato ferroviario e la centrale elettrica (immagine tratta da Google Earth)**

Tali posizioni potrebbero suggerire come in alcuni casi le litologie interessate dai campionamenti possano essere ricondotte a materiale di riporto/rimaneggiato e non a terreno naturale come descritto nelle stratigrafie di campo.

Questa ipotesi è ulteriormente rafforzata dagli esiti delle indagini statistiche (vd **Capitolo 6**) che identificano nei campioni prelevati dai pozzetti BPA03 e BPA13 (ricadenti entrambi nell'area ferroviaria) come possibili outliers, ossia non rappresentativi della distribuzione campionaria presa in esame.

Si rimanda all'**Allegato 4** per le tabelle di sintesi dei risultati analitici ottenuti ed all'**Allegato 5** per i relativi Rapporti di Prova.

## 4 DEFINIZIONE DEL DATASET CAMPIONARIO

Al fine della costituzione del Dataset campionario sono stati utilizzati gli esiti delle indagini integrative ambientali descritte precedentemente nel **Capitolo 3**. Nello specifico i parametri utilizzati nel dataset campionario sono stati i seguenti:

- Cobalto (Co);
- Cromo (Cr);
- Nichel (Ni).

Nella tabella in formato editabile (**Allegato 6**) si riporta il dataset campionario utilizzato per le elaborazioni statistiche finalizzate alla determinazione dei Valori di Fondo naturali del Sito.

La tabella riporta le seguenti informazioni (colonne):

- Nome campione;
- Profondità di prelievo da-a (m da piano campagna);
- Scheletro (%);
- Concentrazioni di Co, Cr e Ni;
- Unità litologica di appartenenza del campione prelevato.

Nello specifico, la relazione descrittiva delle analisi integrative effettuate, permette di ricondurre i materiali di scavo alle seguenti quattro unità litologiche:

- terreni di riporto (r);
- depositi di conoide del Rio Scaglione (kd): depositi recenti riferibili al corso del Rio Scaglione, tributario di destra del F. Dora Riparia, costituiti da ghiaie ciottolose grossolane con matrice sabbioso-ghiaiosa;
- depositi fluviali e fluvioglaciali di fondovalle della Piana di Susa (kb1): depositi attuali e recenti riferibili al F. Dora Riparia, costituiti da ghiaie e ghiaie ciottolose sabbioso-ghiaiose (20% di matrice) clast supported, mal stratificate, e subordinati limi sabbiosi e torbosi. Localmente è presente un diamicton con matrice limosa sabbiosa e ciottoli e blocchi angolosi eterometrici di natura fluvioglaciale;
- depositi fluviali e fluvioglaciali di fondovalle (kb2) della Piana di Bussoleno: depositi attuali e recenti riferibili al F. Dora Riparia, costituiti da ghiaie e ghiaie ciottolose sabbioso-ghiaiose (20% di matrice) clast supported, mal stratificate e subordinati limi sabbiosi e torbosi.

Il dataset campionario è complessivamente costituito da 90 campioni. Di questi è possibile suddividerli in unità geologiche sulla base dei dati stratigrafici in possesso:

- 11 sono riconducibili all'unità r (terreni di riporto);
- 30 sono riconducibili all'unità kd (depositi di conoide);
- 19 sono riconducibili all'unità litologica kb1 (depositi fluviali e fluvioglaciali della Piana di Susa);
- 30 sono riconducibili all'unità litologica kb2 (depositi fluviali e fluvioglaciali della Piana di Bussoleno).

### 4.1 Trattamento dei valori <LOD, <LOQ

Nessuno dei campioni analizzati è risultato inferiore al rispettivo LOD (Limit of Detection) o LOQ (Limit of Quantification).

### 4.2 Identificazione dei sub-set campionari in funzioni di fattori che controllano la distribuzione dei parametri di studio

Le Linee Guida ISPRA riportano quanto segue, *“Qualora un parametro di cui si vuole determinare il VF mostri evidenti correlazioni con le caratteristiche litologiche dei terreni [...]”*

***sarà opportuno suddividere le osservazioni inerenti quel parametro in dataset distinti da elaborare separatamente e all'interno dei quali dette caratteristiche siano sostanzialmente omogenee".***

Nel caso specifico, la distribuzione di Co, Cr e Ni è legata all'assetto geologico locale, essendo questi metalli associati alle rocce ultramafiche, presenti nei depositi alluvionali e nel substrato roccioso oggetto dello studio. Sulla base di queste considerazioni e di uno screening statistico preliminare (si veda il Capitolo seguente per dettagli), è stato scelto di suddividere il dataset campionario in tre sub-set:

- campioni riconducibili all'unità litologica kd;
- campioni riconducibili all'unità litologica kb1 e r (rispettivamente depositi fluviali e fluvioglaciali della Piana di Susa e riporto), aventi caratteristiche litologiche simili e superamenti nelle concentrazioni di riferimento confrontabili;
- campioni riconducibili all'unità litologica kb2 (depositi fluviali e fluvioglaciali della Piana di Bussoleno).

## 5 ELABORAZIONI STATISTICHE EFFETTUATE

A seguito della costituzione del dataset campionario, come descritto al Capitolo precedente, sono state effettuate una serie di elaborazioni statistiche volte a:

- identificare la distribuzione di riferimento per le popolazioni campionarie oggetto di studio;
- identificare potenziali outliers;
- verificare l'eventuale presenza di popolazioni multiple.

### 5.1 Statistica descrittiva e distribuzione delle popolazioni

Una volta individuato il set o il "subset" di osservazioni considerato rappresentativo della popolazione di valori legata ad un determinato contributo/fenomeno, è opportuno individuare una funzione di probabilità che approssimi meglio l'insieme dei dati disponibili (es. gaussiana, log-normale). L'individuazione del tipo di distribuzione che meglio approssima il campione di dati serve a definire i descrittori statistici più appropriati per calcolare il valore del fondo. Questa operazione è tipicamente condotta applicando test statistici (Shapiro e Wilk, D'Agostino, Lilliefors).

Nel caso di specie si è proceduto ad effettuare un'analisi dati finalizzati alla definizione della statistica descrittiva dei tre dataset precedentemente citati.

Si specifica che si è provveduto al trattamento dei dati secondo quanto segue:

- utilizzo delle concentrazioni di riferimento "pure", ricavate in base all'analisi dei terreni sulla frazione inferiore ai 2 cm (come da D.Lgs. 152/06);
- normalizzare le concentrazioni di riferimento prendendo in considerazione la sola frazione inferiore a 2 mm, senza includere la frazione di scheletro 2 cm - 2 mm (come da ex DM 471/99).

Le Tabelle seguenti riportano gli esiti della statistica descrittiva applicata ai tre dataset campionari identificati (unità litologica kd, kb1 e kb2). Come precedentemente indicato le tabelle riportano gli esiti della statistica rispetto ai dati espressi ai sensi del D. Lgs. 152/06 e s.m.i. (parametro con suffisso "152") e quelli elaborati sulla frazione inferiore ai 2 mm (parametri con suffisso "471"). Tale nomenclatura sarà adottata in tutto il prosieguo del documento.

| kd (depositi di conoide)    | Co 152 | Cr 152 | Ni 152 | Co 471 | Cr 471 | Ni 471 |
|-----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Massimo (mg/kg)             | 17     | 140    | 110    | 18,1   | 141    | 110,8  |
| Minimo (mg/kg)              | 4      | 16,0   | 21     | 6,0    | 23,8   | 31,3   |
| Media (mg/kg)               | 9,4    | 51,4   | 54,6   | 11,5   | 62,5   | 66,6   |
| Mediana (mg/kg)             | 9,7    | 49,5   | 56,5   | 11,6   | 61     | 66,2   |
| Deviazione standard (mg/kg) | 2,9    | 25,2   | 18,5   | 2,6    | 26,8   | 17,5   |
| Curtosi                     | 0,5    | 4,1    | 1,5    | 1,2    | 1,2    | 0,5    |
| Asimmetria                  | 0,2    | 1,4    | 0,5    | 0,1    | 0,9    | 0,3    |
| Conteggio                   | 30     | 30     | 30     | 30     | 30     | 30     |

Tabella 1: Statistica descrittiva - Unità kd (D.Lgs. 152/06 e DM 471/99)

| <b>kb1 + r (depositi Piana di Susa+riporto)</b> | Co 152 | Cr 152 | Ni 152 | Co 471 | Cr 471 | Ni 471 |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Massimo (mg/kg)                                 | 24     | 340    | 320    | 26     | 442    | 416    |
| Minimo (mg/kg)                                  | 2,5    | 8,3    | 12,0   | 3,8    | 12,5   | 18,1   |
| Media (mg/kg)                                   | 14,3   | 150,1  | 128,4  | 16,3   | 171,6  | 147,4  |
| Mediana (mg/kg)                                 | 18,0   | 165,0  | 145,0  | 19,1   | 177,5  | 151,5  |
| Deviazione standard (mg/kg)                     | 6,5    | 94,3   | 77,5   | 6,4    | 106,9  | 89,5   |
| Curtosi   | -1,2   | -1,0   | -0,3   | -0,6   | -0,1   | 1,4    |
| Asimmetria                                      | -0,5   | -0,2   | 0,1    | -0,6   | 0,2    | 0,6    |
| Conteggio                                       | 30     | 30     | 30     | 30     | 30     | 30     |

Tabella 2: Statistica descrittiva - Unità kb1+r (D.Lgs. 152/06 e DM 471/99)

| <b>kb2 (depositi Piana di Bussoleno)</b> | Co 152 | Cr 152 | Ni 152 | Co 471 | Cr 471 | Ni 471 |
|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Massimo (mg/kg)                          | 31     | 480    | 550    | 38,9   | 691,2  | 792    |
| Minimo (mg/kg)                           | 4,1    | 25     | 26     | 6,4    | 38,8   | 42,4   |
| Media (mg/kg)                            | 14,5   | 116,6  | 125,8  | 17,7   | 147,5  | 158,9  |
| Mediana (mg/kg)                          | 13,5   | 63,5   | 87,0   | 15,3   | 73,3   | 89,1   |
| Deviazione standard (mg/kg)              | 7,1    | 111,3  | 119,6  | 8,6    | 150,1  | 163,9  |
| Curtosi                                  | -0,2   | 4,0    | 5,9    | 0,4    | 5,6    | 7,7    |
| Asimmetria                               | 0,4    | 2      | 2,4    | 0,9    | 2,3    | 2,7    |
| Conteggio                                | 30     | 30     | 30     | 30     | 30     | 30     |

Tabella 3: Statistica descrittiva - Unità kb2 (D.Lgs. 152/06 e DM 471/99)

Si specifica che in relazione all'Unità kd, non essendo stato rilevato alcun superamento delle CSC di cui alla Col. A della Tab. 1, All. 5 Parte IV del D.Lgs. 152/06 in relazione ai parametri Co, Cr e Ni, non si procederà allo studio statistico per la definizione dei valori di fondo naturali. Pertanto, lo studio statistico in oggetto avrà come obiettivo l'identificazione dei valori di fondo delle unità kb1+r e kb2.

I grafici seguenti mostrano i Q-Q Plots dei due dataset campionari (prima dell'eliminazione di eventuali outliers).

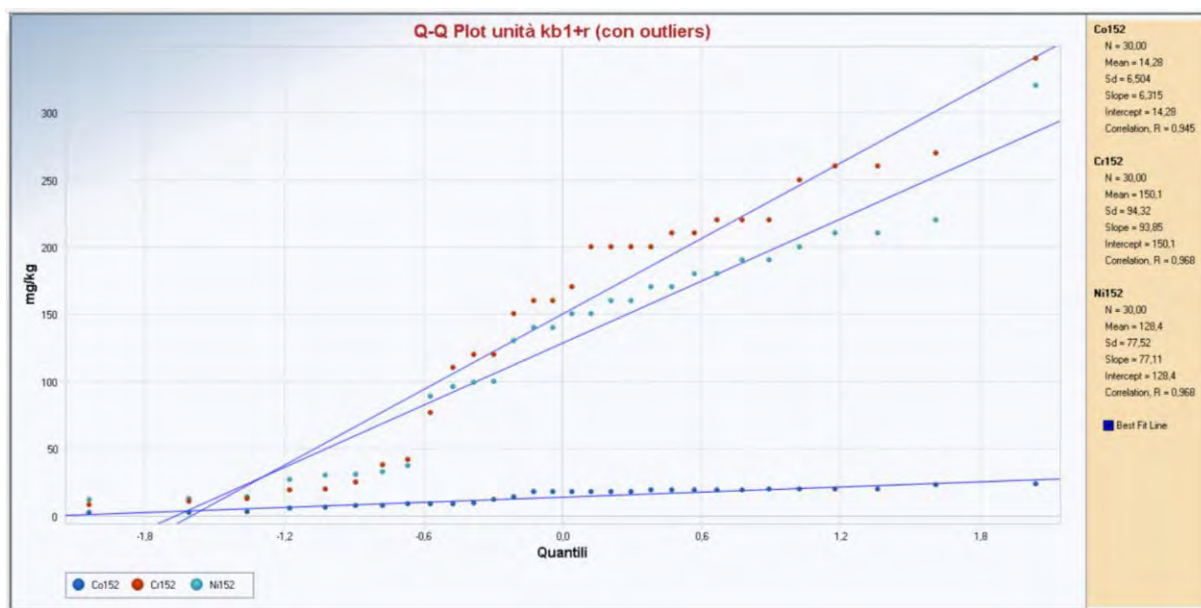


Figura 3: Q-Q Plot Unità kb1+r (con outliers) (D. Lgs. 152/06)

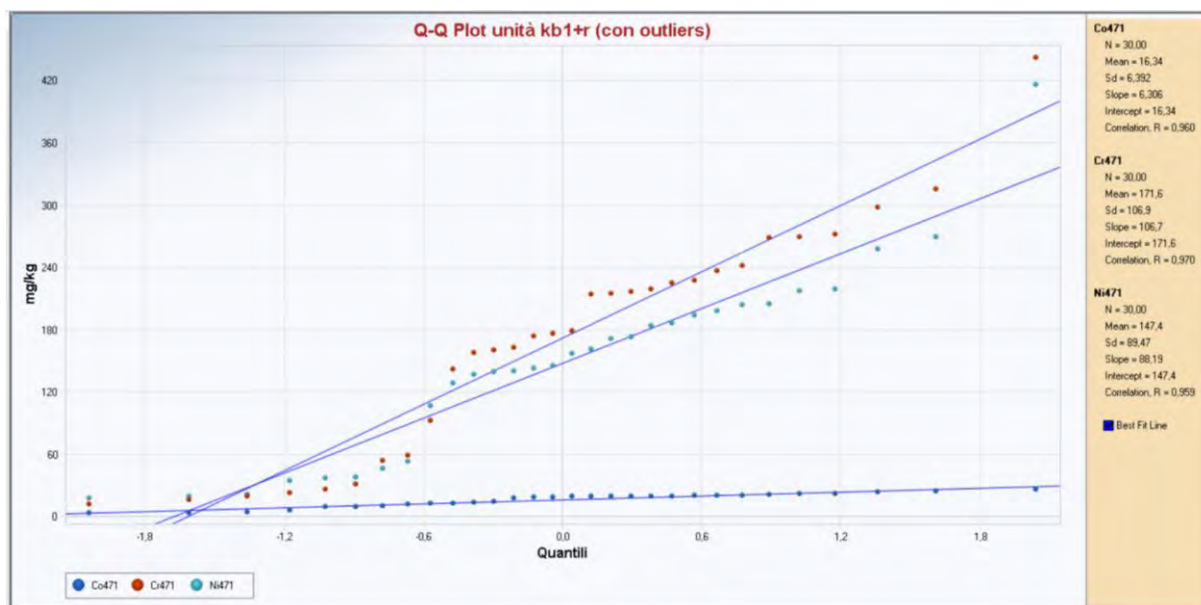


Figura 4: Q-Q Plot Unità kb1+r (con outliers) (DM 471/99)

E' possibile osservare come nella **Figura 3** e **Figura 4**, la popolazione di dati in relazione ai parametri Cr e Ni non sia ben allineata lungo la retta per n°8 campioni (angolo sinistro del grafico) provenienti dai sondaggi S65, S66 e S67. Il differente metodo di recupero del campione (sondaggio geognostico a confronto con il pozzetto esplorativo), può essere la causa della non confrontabilità dei dati.

Qui di seguito si riportano i Q-Q Plot a seguito dell'eliminazione dei campioni sopra citati.



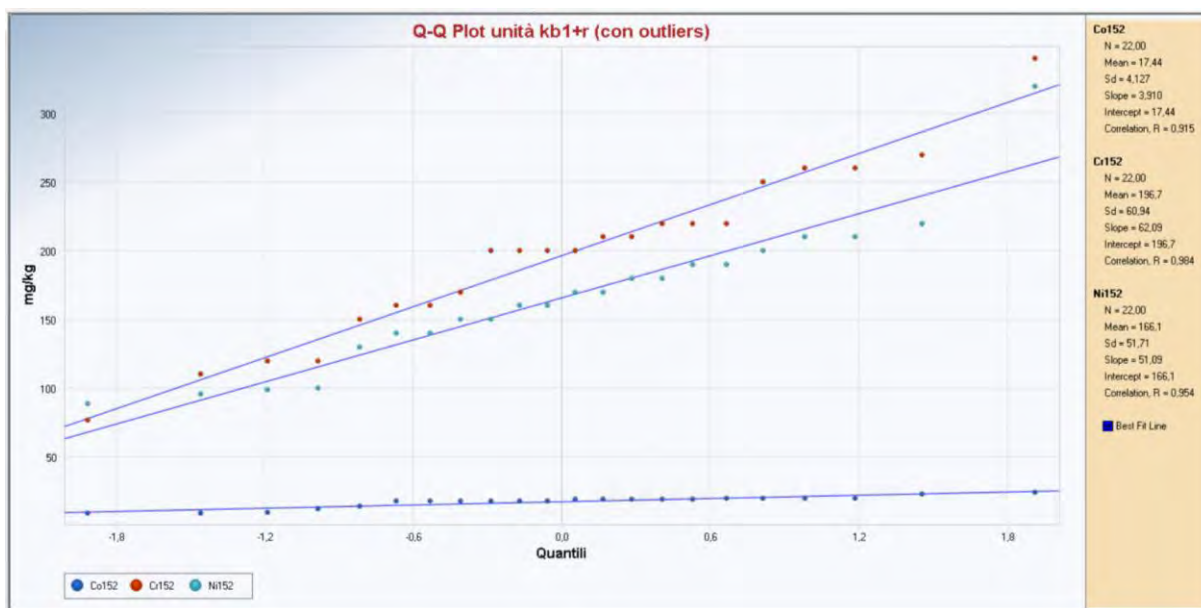


Figura 5: Q-Q Plot Unità kb1+r (con outliers) a seguito eliminazione campioni (D. Lgs. 152/06)

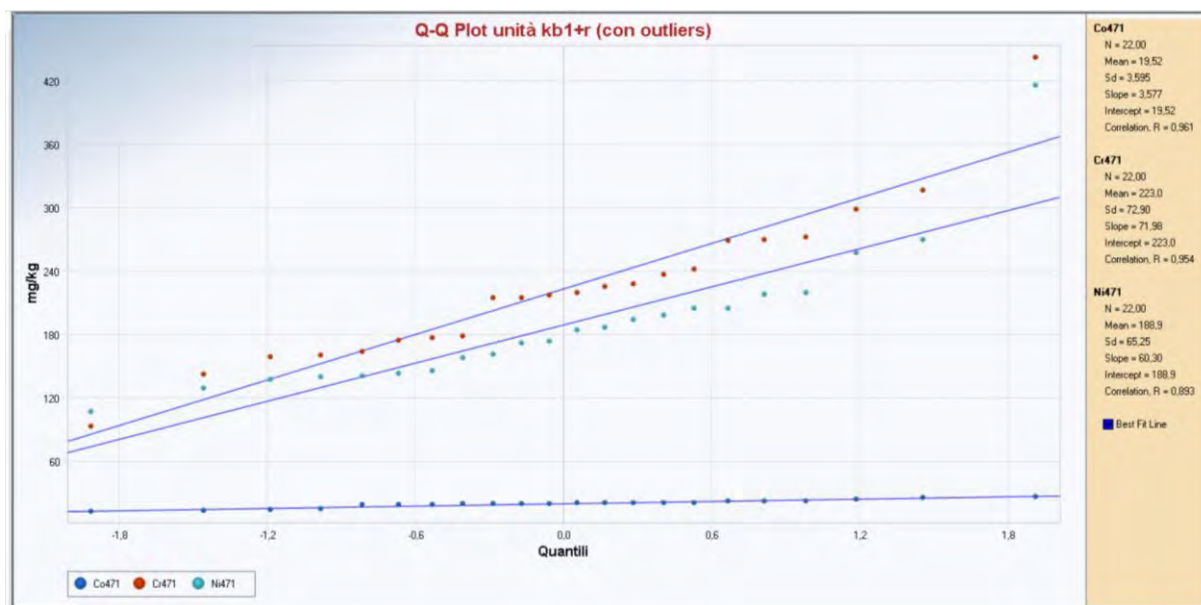


Figura 6: Q-Q Plot Unità kb1+r (con outliers) a seguito eliminazione campioni (DM 471/99)

Qui di seguito si riportano i Q-Q Plot relativi l'unità kb2.



Figura 7: Q-Q Plot Unità kb2 (con outliers) (D. Lgs. 152/06)

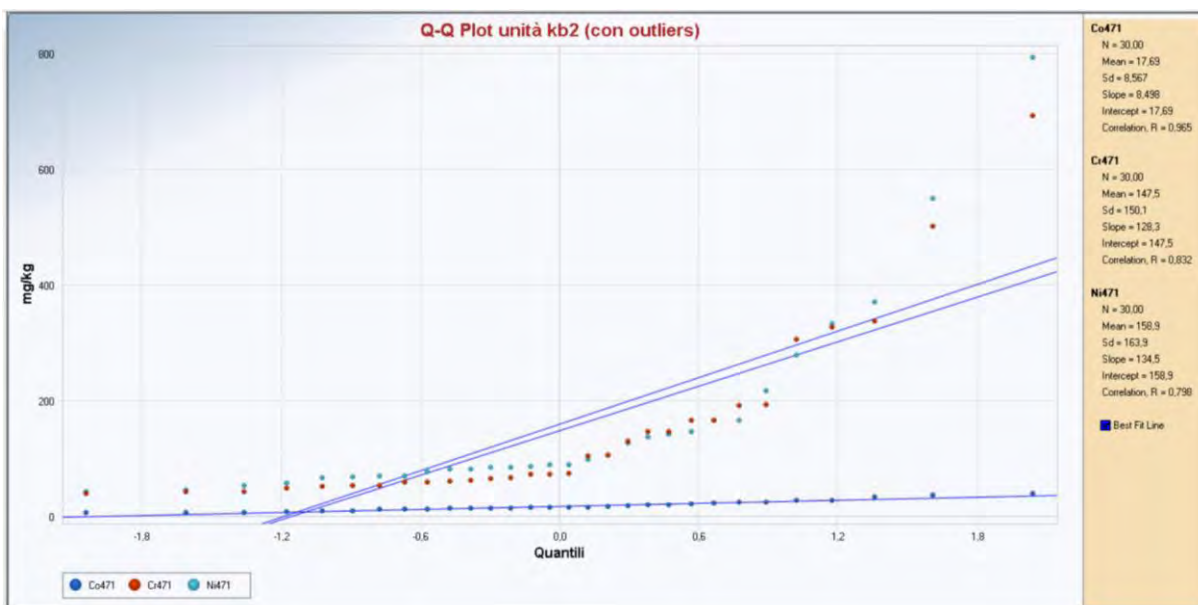


Figura 8: Q-Q Plot Unità kb2 (con outliers) (DM 471/99)

I grafici seguenti mostrano gli istogrammi di distribuzione di Co Cr e Ni nei due dataset, con sovrapposta la curva teorica di distribuzione normale (prima dell'eliminazione di eventuali outliers).

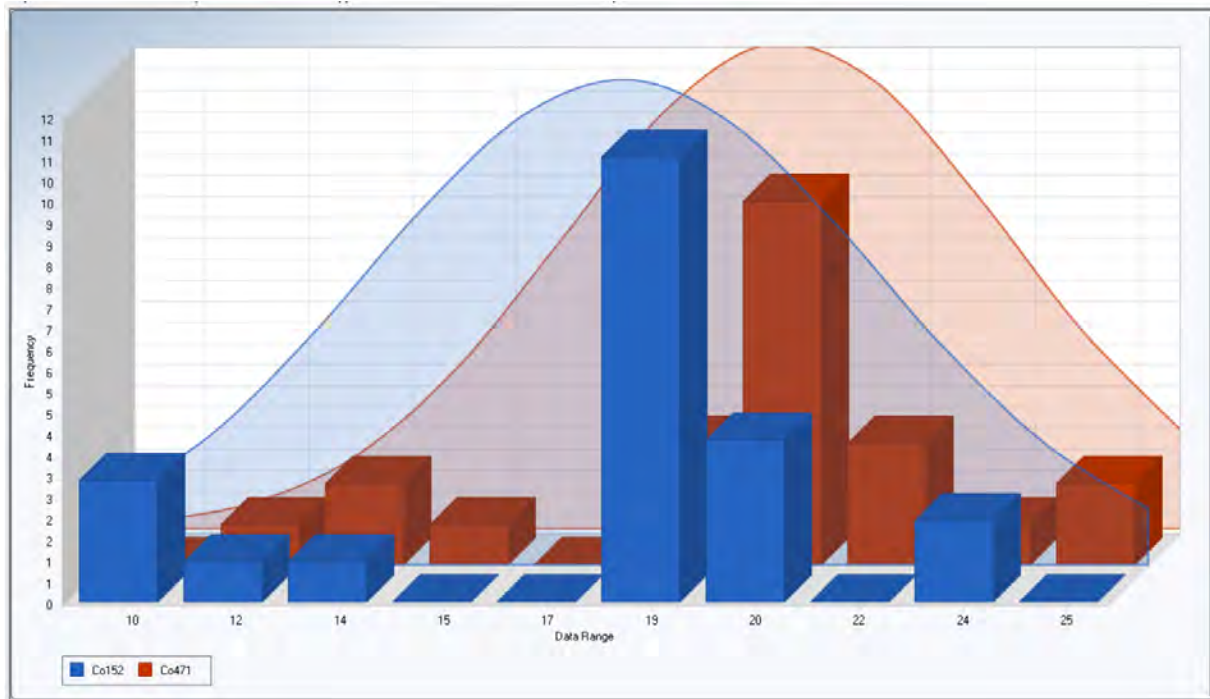


Figura 9: Istogrammi di distribuzione di Co - Unità kb1 (con outliers) (D. Lgs. 152/06 e DM 471/99)



Figura 10: Istogrammi di distribuzione di Cr e Ni - Unità kb1 (con outliers) (D. Lgs. 152/06 e DM 471/99)

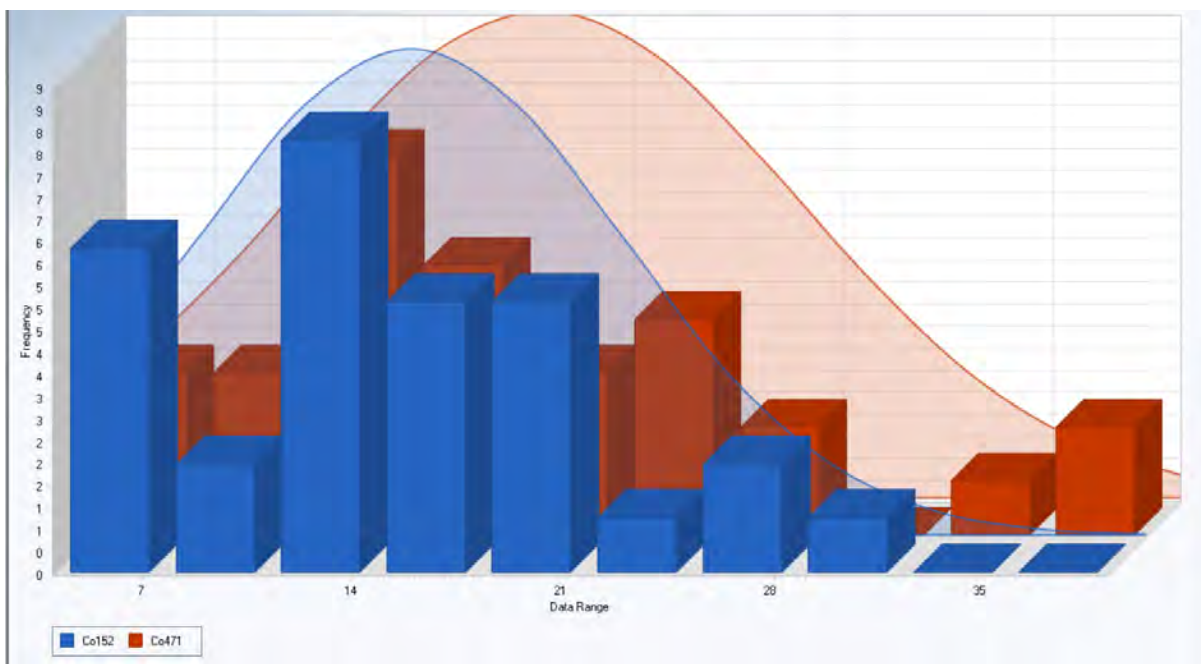


Figura 11: Istogrammi di distribuzione di Co - Unità kb2 (con outliers) (D. Lgs. 152/06 e DM 471/99)

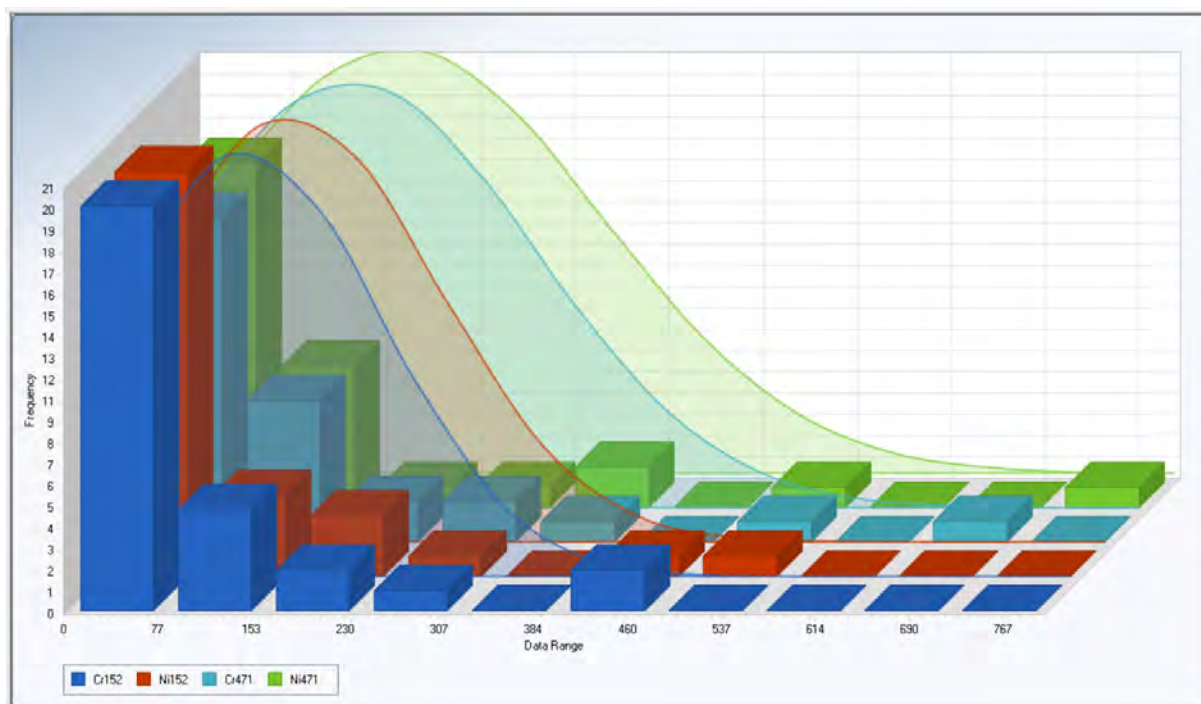


Figura 12: Istogrammi di distribuzione di Cr e Ni - Unità kb2 (con outliers) (D. Lgs. 152/06 e DM 471/99)

Nella Tabella seguente si riportano gli esiti dei test per la verifica della distribuzione campionaria del tipo di distribuzione (livello di significatività 0,05) che meglio approssima il campione di dati di Co, Cr e Ni nei due dataset (test di Shapiro-Wilk e Lilliefors).

| Dataset     | Co 152  | Cr 152   | Ni 152   |
|-------------|---|--|--|
| Unità kb1+r | Data not Normal;<br>Data not Gamma Distributed;<br>Data not Lognormal | Data appear Normal;<br>Data follow Appr. Gamma<br>Distribution;<br>Data appear appr. Lognormal | Data appear Normal;<br>Data appear Gamma<br>Distribution;<br>Data appear appr. Lognormal |

|           |  |  |  |
|-----------|--|--|--|
| Unità kb2 | Data appear Normal;<br>Data appear Gamma Distribution;<br>Data not Lognormal | Data not Normal;<br>Data not Gamma Distributed;<br>Data appear Lognormal | Data not Normal;<br>Data not Gamma Distributed;<br>Data appear Lognormal |
|-----------|--|--|--|

Tabella 4: Esiti test di distribuzione dei due dataset (D. Lgs. 152/06) (con outliers)

| Dataset     | Co 471   | Cr 471  | Ni 471  |
|-------------|--|---|---|
| Unità kb1+r | Data appear appr. Normal;<br>Data not Gamma Distributed;<br>Data not Lognormal | Data appear Normal;<br>Data appear Gamma Distribution;<br>Data appear appr. Lognormal | Data appear appr. Normal;<br>Data appear Gamma Distribution;<br>Data appear Lognormal |
| Unità kb2   | Data not Normal;<br>Data appear Gamma Distribution;<br>Data appear Lognormal   | Data not Normal;<br>Data not Gamma Distributed;<br>Data not Lognormal                 | Data not Normal;<br>Data not Gamma Distributed;<br>Data not Lognormal                 |

Tabella 5: Esiti test di distribuzione dei due dataset (DM 471/99) (con outliers)

Come evidente dalle tabelle soprariportate, i dataset campionari risultano così rispettivamente distribuiti a seconda della gestione dei dati:

**D. Lgs. 152/06:**

- Unità kb1+r: Cobalto nessuna distribuzione, Cromo e Nichel Normale;
- Unità kb2: Cobalto Normale, Cromo Lognormale, Nichel Lognormale;

**DM 471/99:**

- Unità kb1+r: Cobalto Gamma/Lognormale, Cromo e Nichel Normale;
- Unità kb2: Cobalto Gamma/Lognormale, Cromo e Nichel nessuna distribuzione.

**5.2 Individuazione dei dati anomali (outliers)**

Per l'individuazione dei dati anomali, vista la distribuzione statistica delle popolazioni campionarie si è adottato un approccio di tipo grafico, tramite la costruzione di box plots. I box plot sono dei diagrammi che riassumono gli aspetti principali di una distribuzione di valori; la base inferiore e superiore del rettangolo rappresentano rispettivamente il 25 e il 75 percentile (I e III quartile). La linea all'interno del rettangolo rappresenta la mediana (ovvero il 50 percentile). Accanto a questi parametri statistici fondamentali, il box plot deriva altri valori importanti per l'identificazione dei valori anomali; con il termine gradino (step) si indica 1,5 volte la differenza fra il valore corrispondente al 75° percentile e quello al 25° percentile. Per l'identificazione degli outlier tramite i box plots si applica la cosiddetta "soglia di anomalia", ottenuta applicando un fattore 3 nel calcolo della soglia outlier.

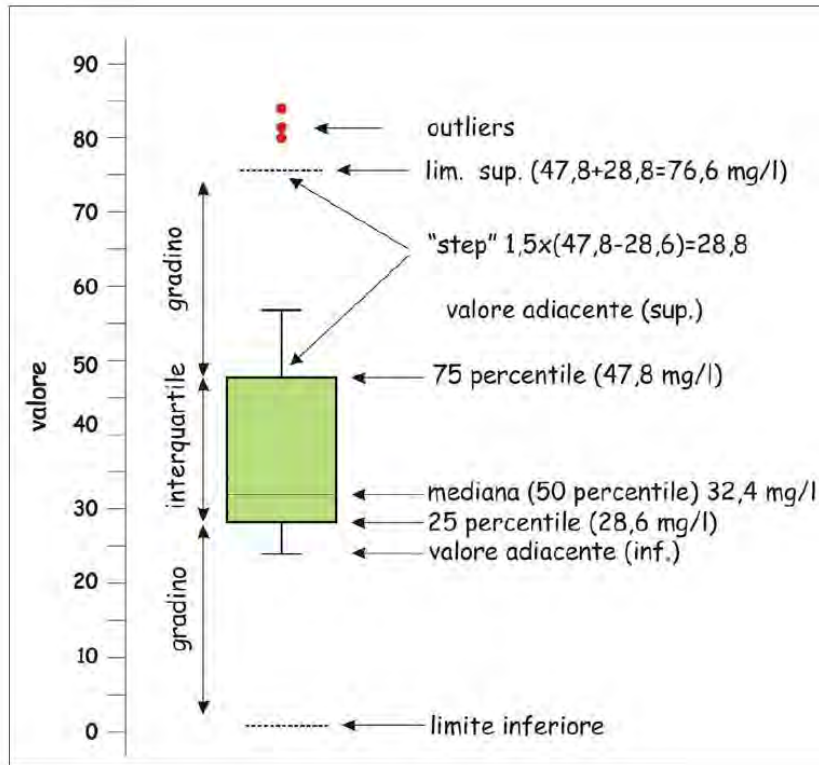


Figura 13: Esempio di BoxPlot e relativi parametri statistici identificativi

Le immagini seguenti mostrano i Box Plots di Co, Cr e Ni per i due dataset campionari esaminati (unità kb1+r e kb2).



Figura 14: Boxplots Co, Cr e Ni, Unità kb1+r (D. Lgs. 152/06)

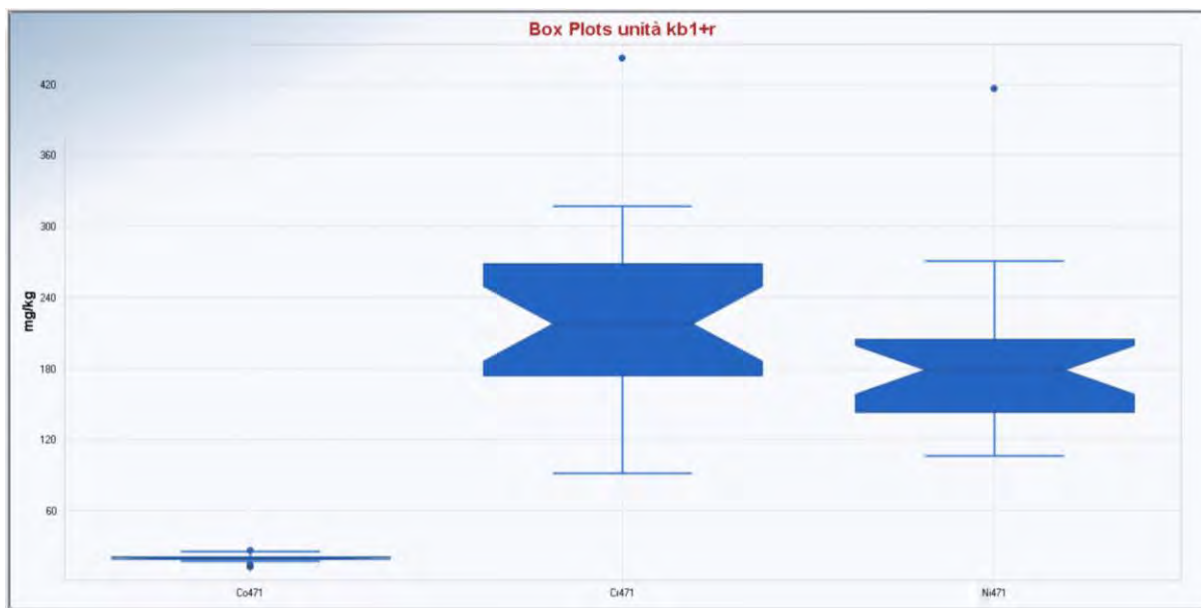


Figura 15: Boxplots Co, Cr e Ni, Unità kb1+r (DM 471/99)

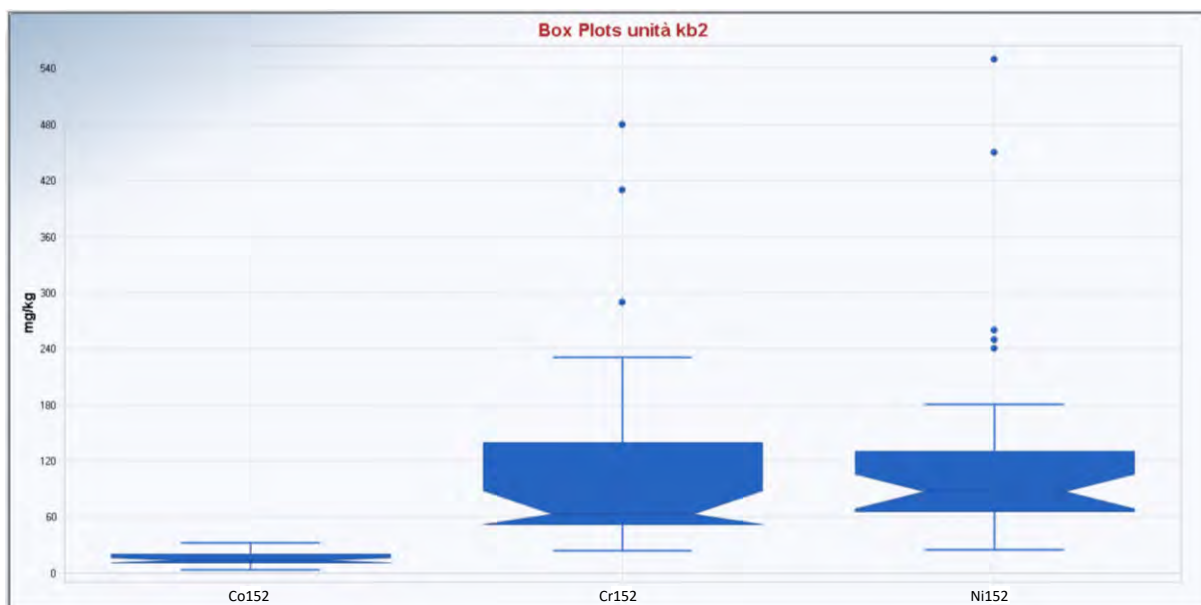


Figura 16: Boxplots Co, Cr e Ni, Unità kb2 (D. Lgs. 152/06)

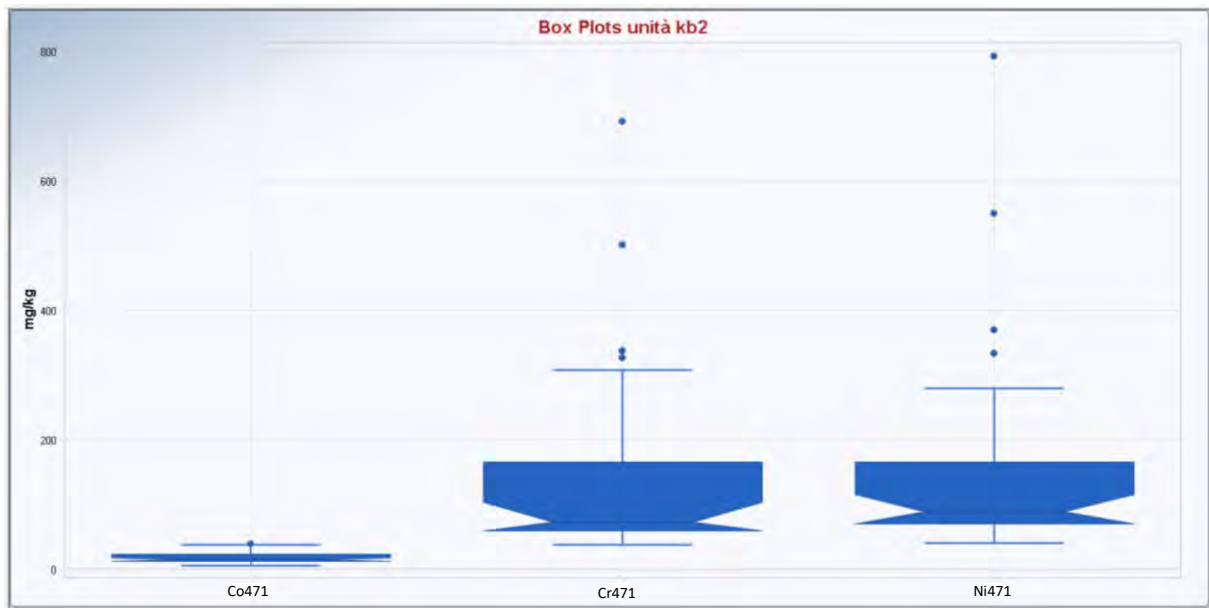


Figura 17: Boxplots Co, Cr e Ni, Unità kb2 (DM 471/99)

Sulla base dei boxplots soprariportati, **sono stati identificati gli outlier** (positivi e negativi) per i due dataset considerati, identificati come quei campioni aventi concentrazioni di Co, Cr e Ni superiori alla “soglia di anomalia” come nel seguito descritto:

- outlier positivo > 75° percentile + 3 IQR
- outlier negativo < 25° percentile - 3 IQR

I valori del 25° percentile, 75° percentile e dei range interquartili identificati per i due dataset campionari sono sintetizzati nelle tabelle seguenti.

| Unità kb1+r         | Co 152 | Cr 152 | Ni 152 | Co 471 | Cr 471 | Ni 471 |
|---------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 75° Percentile      | 20     | 220    | 190    | 21     | 262    | 205    |
| 25° Percentile      | 18     | 160    | 140    | 19     | 175    | 143    |
| Range interquartile | 2      | 60     | 50     | 2      | 87     | 61     |

Tabella 6: Soglia di anomalia outlier Unità kb1+r

| Unità kb2           | Co 152 | Cr 152 | Ni 152 | Co 471 | Cr 471 | Ni 471 |
|---------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 75° Percentile      | 20     | 140    | 128    | 23     | 165    | 160    |
| 25° Percentile      | 11     | 52     | 67     | 12     | 59     | 71     |
| Range interquartile | 9      | 88     | 61     | 10     | 106    | 89     |

Tabella 7: Soglia di anomalia outlier Unità kb2

Secondo la metodica precedentemente descritta sono stati individuati i seguenti potenziali outlier nei due dataset:

- Unità kb1+r:
  - Co – SPA09CA, SPA09CB, SPA11CA e SPA11CB (12, 9,4, 9,2 e 9,1 mg/kg secondo il D. Lgs. 152/06);
  - Cr – nessun outlier;
  - Ni – SPA10CA (416 mg/kg come da normalizzazione al DM 471/99).
- Unità kb2:



- Co - nessun outlier;
- Cr - campioni BPA03CA e BPA13CA (480 e 410 mg/kg secondo il D. Lgs. 152/06 e 691 e 500 come da normalizzazione al DM 471/99);
- Ni - campioni BPA03CA e BPA13CA (550 e 450 mg/kg secondo il D. Lgs. 152/06 e 792 e 549 come da normalizzazione al DM 471/99).

L'eliminazione degli outlier corrispondenti ai campioni prelevati dai pozzetti BPA03CA e BPA13CA sia per il parametro Nichel che Cromo, corrobora l'ipotesi già avanzata nel **Capitolo 3** che i materiali in oggetto non abbiano origine naturale ma siano il prodotto di un rimaneggiamento antropico.

### 5.3 Distribuzione statistica di riferimento

A seguito dell'identificazione degli outlier di cui al paragrafo precedente si è proceduto a rimuovere tali valori dai dataset campionari e quindi alla rielaborazione degli studi circa la distribuzione statistica del dataset campionario, al fine di identificare quella che meglio si approssima alle popolazioni oggetto di studio.

| Dataset     | Co 152   | Cr 152   | Ni 152  |
|-------------|--|--|---|
| Unità kb1+r | Data not Normal;<br>Data not Gamma;<br>Data not Lognormal                          | Data appear Normal;<br>Data appear Gamma Distribution;<br>Data appear Lognormal    | Data appear Normal;<br>Data appear Gamma Distribution;<br>Data appear Lognormal |
| Unità kb2   | Data appear Normal;<br>Data follow appr. Gamma Distribution;<br>Data not Lognormal | Data not Normal;<br>Data follow appr. Gamma Distribution;<br>Data appear Lognormal | Data not Normal;<br>Data appear Gamma Distribution;<br>Data appear Lognormal    |

**Tabella 8: Esiti test di distribuzione dei due dataset (senza outliers D. Lgs. 152/06)**

| Dataset     | Co 471  | Cr 471  | Ni 471  |
|-------------|---|---|---|
| Unità kb1+r | Data appear appr. Normal;<br>Data appear Gamma Distribution;<br>Data appear Lognormal | Data appear Normal;<br>Data appear Gamma Distribution;<br>Data appear Lognormal | Data appear Normal;<br>Data appear Gamma Distribution;<br>Data appear Lognormal |
| Unità kb2   | Data appear Normal;<br>Data appear Gamma Distribution;<br>Data appear Lognormal       | Data not Normal;<br>Data not Gamma Distributed;<br>Data not Lognormal           | Data not Normal;<br>Data not Gamma Distributed;<br>Data appear appr. Lognormal  |

**Tabella 9: Esiti test di distribuzione dei due dataset (senza outliers DM 471/99)**

## 6 IDENTIFICAZIONE DEI VALORI DI FONDO SITO SPECIFICI E CONCLUSIONI OPERATIVE

### 6.1 Definizione dei valori di fondo sito specifici

Sulla base delle elaborazioni statistiche descritte nel Capitolo precedente si è proceduto ad identificare i possibili valori di fondo sito-specifici di Co, Cr e Ni nei due dataset.

I valori di fondo sono stati calcolati con riferimento al parametro UTL 95, al 90° percentile ed al 95° percentile della distribuzione campionaria che meglio approssimava quella di riferimento, privilegiando in questo la distribuzione di tipo Gamma a quella di tipo Log-normale in quanto considerata più stabile, soprattutto nella stima dei grandi percentili. Infatti, come da manuale di ProUCL, la distribuzione di tipo Log-normale va considerata solo dopo test negativi per la distribuzione Normale e Gamma ed è l'ultima distribuzione utile prima di dover operare secondo approcci di tipo non-parametrici.

I valori di fondo così definiti sono riportati nelle Tabelle seguenti suddivisi per unità litologica.

| Descrittori (kb1+r) | UTL 95 | 90° percentile | 95° percentile |
|---------------------|--------|----------------|----------------|
| Co 152              | 24     | 21,2           | 23,2           |
| Cr 152              | 313,9  | 261            | 277,8          |
| Ni 152              | 249,9  | 211,7          | 224            |
| Co 471              | 25,2   | 23             | 23,8           |
| Cr 471              | 366,1  | 294,9          | 317,2          |
| Ni 471              | 297,2  | 242            | 259,5          |

Tabella 10: Calcolo valori di fondo sito specifici per l'unità kb1+r

| Descrittori (kb2) | UTL 95 | 90° percentile | 95° percentile |
|-------------------|--------|----------------|----------------|
| Co 152            | 35,2   | 23,3           | 27,2           |
| Cr 152            | 292,5  | 178,7          | 216,8          |
| Ni 152            | 283,3  | 180,5          | 215,4          |
| Co 471            | 37,5   | 26,3           | 30,2           |
| Cr 471*           | -      | -              | -              |
| Ni 471            | 367,2  | 212,8          | 261,3          |

\*: nessun valore di fondo calcolato in quanto il Cr 471/99 risulta avere distribuzione non parametrica (vd Tabella 9)

Tabella 11: Calcolo valori di fondo sito specifici per l'unità kb2

Con riferimento ai Valori di fondo presentati nelle Tabelle 10 e 11, in funzione delle distribuzioni campionarie e di quanto argomentato nel presente documento, **si propone l'adozione dell'UTL95 come indicatore del fondo naturale del Sito, definito a partire dalle concentrazioni espresse ai sensi del D.Lgs.- 152/06 e s.m.i.**

In relazione ai dati normalizzati secondo il DM 471/99 ed in particolare al parametro Cromo per l'unità geologica kb2, la popolazione campionaria non soddisfa nessuna distribuzione statistica presa in esame. Questo rafforza ulteriormente l'ipotesi che l'unità kb2 non sia composta unicamente da terreni naturali, come descritto dalle stratigrafie di dettaglio.

I valori di fondo soprariportati sono proposti, pertanto, come rappresentativi delle due unità litologiche utilizzate per le elaborazioni statistiche.

Si fa presente, comunque, che anche i superamenti dei valori di fondo proposti sono da ritenersi riconducibili al fondo naturale del Sito, non essendo associati ad alcuna evidenza di contaminazione antropica. In fase costruttiva, pertanto, in applicazione del previsto

protocollo di caratterizzazione in corso d'opera, sarà cura dell'impresa Appaltatrice verificare ed eventualmente aggiornare le elaborazioni statistiche condotte, al fine di verificare la riconducibilità a fenomeni di fondo naturale dei superamenti delle concentrazioni riportate in **Tabella 10 ed in Tabella 11.**

## 6.2 Confronto statistica descrittiva indagini integrative con le CSC di riferimento

Nella tabella seguente si riportano i valori di fondo proposti per il Sito (per le due unità litologiche). Si riportano le concentrazioni espresse anche ai sensi del DM 471/99 (ribadendo tuttavia che in corso d'opera si farà riferimento ai risultati delle caratterizzazioni ambientali espresse ai sensi del D.Lgs. 152/06 e s.m.i, confrontate quindi con i valori di fondo di cui al presente studio).

| Descrittori                       | Co 152    | Co 471 | Cr 152       | Cr 471 | Ni 152       | Ni 471 |
|-----------------------------------|-----------|--------|--------------|--------|--------------|--------|
| Valori di fondo proposti (UTL 95) | <b>24</b> | 25,2   | <b>313,9</b> | 366,1  | <b>249,9</b> | 297,2  |
| CSC – Col. A (mg/kg)              | 20        |        | 150          |        | 120          |        |
| CSC – Col. B (mg/kg)              | 250       |        | 800          |        | 500          |        |

Tabella 12: Confronto valori di fondo proposti con le CSC della Tab. 1 per l'unità kb1+r

| Descrittori                       | Co 152      | Co 471 | Cr 152       | Cr 471 | Ni 152       | Ni 471 |
|-----------------------------------|-------------|--------|--------------|--------|--------------|--------|
| Valori di fondo proposti (UTL 95) | <b>35,2</b> | 37,5   | <b>292,5</b> | -      | <b>283,3</b> | 367,2  |
| CSC – Col. A (mg/kg)              | 20          |        | 150          |        | 120          |        |
| CSC – Col. B (mg/kg)              | 250         |        | 800          |        | 500          |        |

Tabella 13: Confronto valori di fondo proposti con le CSC della Tab. 1 per l'unità kb2

## 6.3 Conclusioni e indicazioni operative

Lo studio effettuato ha mostrato la riconducibilità a fenomeni di fondo naturale dei superamenti delle CSC di Col. A riscontrati per i parametri Co, Cr e Ni.

Le elaborazioni statistiche effettuate, la suddivisione in sub-set omogenei, il confronto con quanto previsto dalle Linee Guida SNPA hanno permesso di determinarne i Valori di Fondo da adottare per il Sito.

Tali valori di fondo potranno eventualmente essere oggetto di aggiornamento in fase costruttiva, in applicazione del previsto protocollo di caratterizzazione in corso d'opera, a cura dell'impresa Appaltatrice.

# ALLEGATO 1

## STUDIO VALORI DI FONDO ARPA PIEMONTE

Torino, 04/08/2017

## **Parametri statistici e valori di fondo di Cromo, Nichel e Arsenico per le aree omogenee di concentrazione dei suoli dei comuni di Caprie, Bussoleno, Susa e Torrazza Piemonte.**

Responsabile struttura  
Ivana Bottazzi

*Referente pratica:*  
Gabriele Fabietti  
Tel. 011.19680210  
[gabriele.fabietti@arpa.piemonte.it](mailto:gabriele.fabietti@arpa.piemonte.it)



## Indice

|  |           |
|--|-----------|
| <b>La rete di monitoraggio ambientale dei suoli del Piemonte.....</b>  | <b>3</b>  |
| Campioni elaborati .....   | 5         |
| Campionamento dei suoli.....   | 6         |
| Analisi dei campioni .....   | 7         |
| Trattamento preliminare dei dati.....  | 7         |
| Elaborazione dei dati per aree omogenee di concentrazione .....  | 8         |
| Indici di contaminazione.....  | 13        |
| L'indice di arricchimento superficiale .....   | 13        |
| Il fattore di arricchimento superficiale .....   | 13        |
| Calcolo dei valori di fondo .....  | 15        |
| Principali risultati .....   | 16        |
| <b>Concentrazioni di Cromo, Nichel, Cobalto e Arsenico a scala regionale .....</b>   | <b>19</b> |
| <b>Concentrazioni di Cromo, Nichel e Arsenico per le aree omogenee che interessano il territorio dei comuni di Caprie, Bussoleno, Susa e Torrazza Piemonte. ....</b> | <b>28</b> |
| <b>Raccomandazioni generali relative all'utilizzo dei dati .....</b>   | <b>34</b> |
| <b>Utilizzo dei dati della rete nell'ambito del D.M. 10 agosto 2012 n. 161 .....</b>   | <b>35</b> |
| <b>Bibliografia.....</b>   | <b>36</b> |

## La rete di monitoraggio ambientale dei suoli del Piemonte

Arpa Piemonte realizza un sistema di monitoraggio dei suoli del territorio piemontese, progettato per produrre dati omogenei e validati relativi ai principali contaminanti, da utilizzare come supporto scientifico di riferimento in attività correlate alla valutazione della qualità del suolo e all'applicazione delle normative che riguardano la contaminazione ambientale.

Il monitoraggio dei suoli è effettuato in corrispondenza di stazioni di monitoraggio distribuite su tutto il territorio regionale, in corrispondenza dei vertici di una maglia sistematica ampliata con livelli successivi di approfondimento.

I dati della rete sistematica sono integrati con analisi di stazioni di monitoraggio rappresentative, realizzate in zone caratterizzate da problemi specifici di contaminazione diffusa del suolo.

Il campionamento dei suoli è effettuato a profondità fisse e per ogni campione prelevato sono analizzati più di 70 contaminanti tra metalli pesanti, idrocarburi policiclici aromatici (IPA) policlorobifenili (PCB), diossine (PCDD) e furani (PCDF) per i quali sono fissati valori limite dal D.Lgs. 152/06, oltre a metalli pesanti non normati e terre rare.

L'utilizzo dei dati delle Rete di monitoraggio ambientale dei suoli permette di valutare la presenza, l'origine e l'intensità delle principali forme di contaminazione diffusa dei suoli del territorio piemontese, e di determinare i valori di fondo di metalli pesanti e metalloidi per i quali sono previsti valori limite dal D.Lgs. 152/06.

Il consistente numero di campioni fornito dalla rete garantisce, attraverso l'utilizzo di modelli predittivi geostatistici, l'ottenimento di rappresentazioni spaziali attendibili a scala regionale dei contaminanti analizzati.

Tramite opportune semplificazioni dei risultati ottenuti dai modelli previsionali, sono delimitate sul territorio aree omogenee di concentrazione dei contaminanti ed aree critiche che presentano probabilità elevate di superamento dei limiti di legge.

In corrispondenza delle aree omogenee di concentrazione individuate per i singoli contaminanti, sono effettuate valutazioni relative alla presenza, origine, intensità della contaminazione diffusa, e sono stati calcolati i valori di fondo.

Le valutazioni relative a presenza, origine, e intensità della contaminazione sono effettuate attraverso l'utilizzo combinato di elaborazioni statistiche, geostatistiche e calcolo di specifici indici di arricchimento.

I valori di fondo del suolo sono determinati in base agli standard internazionali stabiliti dalla normativa ISO 19258/2005 "Soil quality - Guidance on the determination of background values".

I risultati delle elaborazioni hanno permesso di individuare sul territorio piemontese e per i singoli contaminanti, aree critiche che presentano elevate concentrazioni di metalli pesanti associate ad alte probabilità (>50%) di superamento dei limiti di legge.

In base ai risultati ottenuti è possibile individuare due gruppi principali di contaminanti che presentano criticità nei suoli del territorio piemontese.

Un primo gruppo è rappresentato da metalli pesanti e metalloidi (Cromo, Nichel, Cobalto, Arsenico, Vanadio e Berillio) che presentano aree critiche la cui origine è da attribuire in prevalenza alla composizione chimica del materiale di partenza da cui il suolo ha avuto origine.

Questi contaminanti, per i quali è stato determinato il valore di fondo naturale attraverso l'elaborazione dei campioni di suolo profondi, presentano aree critiche di dimensioni elevate con differenze minime tra la concentrazione degli orizzonti superficiali e quelli profondi e valori degli indici di arricchimento molto bassi ad indicare nel loro insieme assenza di fenomeni rilevanti di contaminazione diffusa di origine antropica.

Un secondo gruppo di contaminanti è composto da metalli pesanti (Piombo, Rame, Zinco, Antimonio, Stagno) con aree critiche la cui origine è da attribuire in parte alla composizione chimica del materiale di partenza da cui il suolo ha avuto origine ed in parte a fenomeni più o meno intensi di deposizione superficiale derivante da contaminazione diffusa di origine antropica.

Questi contaminanti, per i quali viene determinato il valore di fondo naturale - antropico attraverso l'elaborazione dei campioni di suolo superficiali, presentano aree critiche molto frammentate e di dimensioni ridotte, con differenze elevate tra la concentrazione degli orizzonti superficiali e quelli profondi ed indici di arricchimento elevati ad indicare nel loro insieme presenza di fenomeni rilevanti di contaminazione diffusa di origine antropica.

I risultati ottenuti colmano una storica carenza di dati e documentazione scientifica, relativa alla caratterizzazione e quantificazione della contaminazione dei suoli del territorio piemontese.

In particolare i dati forniti rappresentano un fondamentale supporto scientifico di riferimento per tutte le attività correlate alla valutazione della qualità del suolo e dell'ambiente in genere, alla pianificazione territoriale su ampia scala e all'applicazione delle normative che riguardano la contaminazione del suolo, quali ad esempio il D.Lgs. 152/06 ed il D.M. 10 agosto 2012 n. 161, che necessitano di informazioni base relative alla contaminazione diffusa del suolo ed ai valori di fondo a scala regionale.

Le basi teoriche utilizzate per le elaborazioni ed interpretazioni dei risultati di questo studio sono il risultato di numerose esperienze maturate da Arpa Piemonte nell'ambito delle attività della Rete di monitoraggio ambientale dei suoli del Piemonte, sintetizzabili nelle pubblicazioni scientifiche riportate in bibliografia.

La *relazione "Arpa Piemonte - Analisi ambientale sulla contaminazione diffusa del suolo del territorio regionale per la definizione dei valori di fondo riguardanti diverse categorie di inquinanti"* può essere scaricata direttamente dal sito dell'Arpa Piemonte

( <http://www.arpa.piemonte.gov.it/approfondimenti/temi-ambientali/suolo/relazione-suolo> ).



### Campioni elaborati

Il monitoraggio dei suoli è effettuato in corrispondenza di stazioni di monitoraggio distribuite su tutto il territorio regionale, in corrispondenza dei vertici di una maglia sistemica ampliata con livelli successivi di approfondimento .

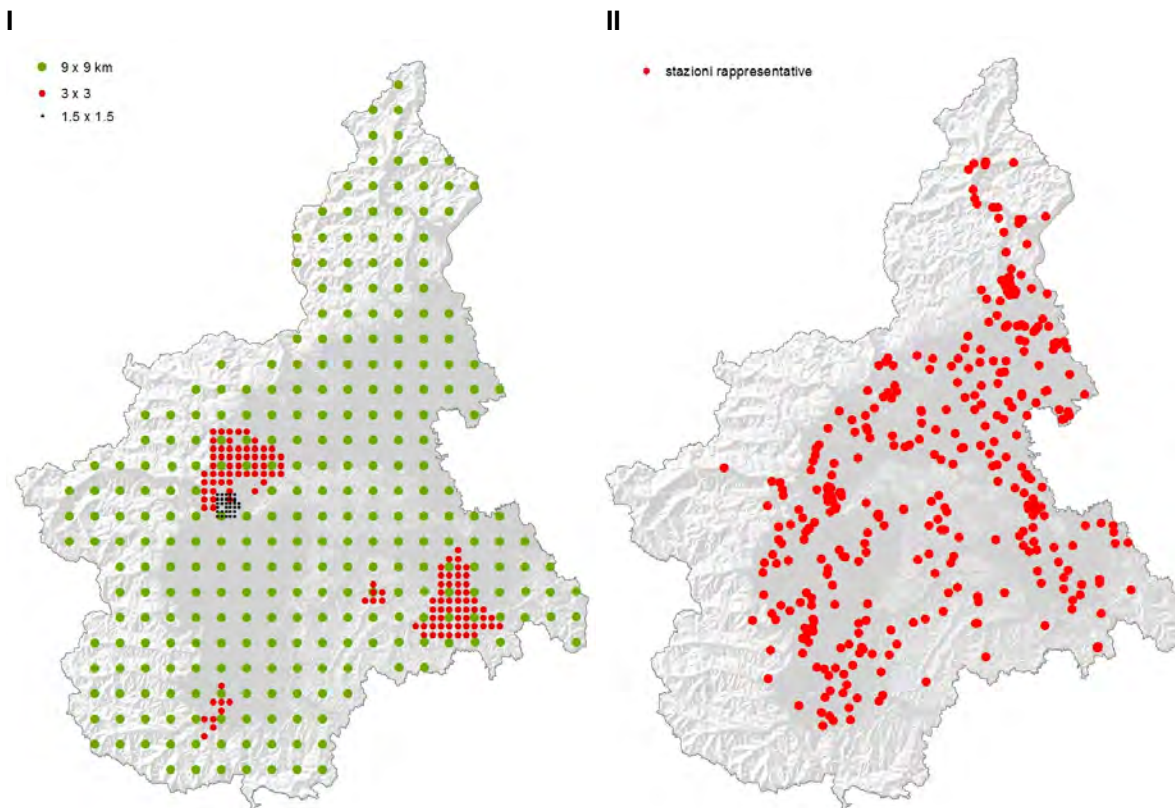
Allo stato attuale sono stati campionati e analizzati i suoli di 470 stazioni su maglia sistemica 9x9 km, realizzata su tutto il territorio piemontese, e 3x3 o 1,5x1,5 km realizzate in aree caratterizzate da problemi rilevanti di contaminazione diffusa del suolo (Figura 1 - I).

I dati della rete sistemica sono integrati con analisi di stazioni di monitoraggio rappresentative (attualmente 340 - Figura 1 - II), realizzate in porzioni di territorio caratterizzate da problemi specifici di contaminazione diffusa del suolo e per le quali viene analizzato un set ridotto di dati.

Il numero di stazioni elaborate per i singoli contaminanti varia in funzione dei criteri stabiliti nel paragrafo relativo al trattamento preliminare dei campioni e nel paragrafo relativo al calcolo dei valori di fondo.

Figura 1

Ubicazione delle stazioni della Rete di monitoraggio ambientale dei suoli del Piemonte. *I* - Stazioni di monitoraggio realizzate su rete sistemica. *II* - Stazioni di monitoraggio rappresentative utilizzate ad integrazione dei dati forniti dalla rete sistemica.



Fonte: Arpa Piemonte - Rete di monitoraggio ambientale dei suoli (Dati aggiornati dicembre 2016).

## Campionamento dei suoli

I campioni di suolo sono prelevati a profondità fisse A e B in base all'uso del suolo:

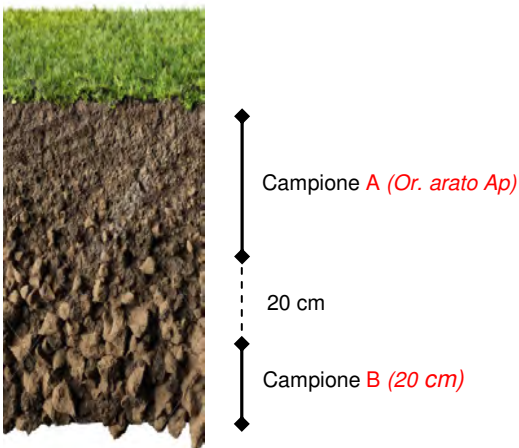
- per i suoli agricoli periodicamente lavorati la profondità di campionamento A corrisponde all'orizzonte arato (Ap) e B al campionamento effettuato a 20 cm dal limite inferiore di Ap (Figura 2);
- per i suoli naturali (bosco, prato – pascolo) e/o indisturbati (incolto) il campione A corrisponde alla profondità 0-10 cm, mentre il campione B è effettuato a profondità compresa tra i 30 ed i 60 cm. Nel campionamento viene scartato lo strato superficiale (orizzonte O) rappresentato da sostanza organica indecomposta e/o parzialmente decomposta e privo di componente minerale.

In corrispondenza della stazione di monitoraggio viene identificata un'area di campionamento di circa 100 m<sup>2</sup> (10 x 10 m – Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.) all'interno della quale vengono prelevati sottocampioni in numero variabile da tre (su una ipotetica diagonale) a cinque (ai vertici ed al centro del poligono) in base alle condizioni di omogeneità pedologica riscontrate. I sottocampioni prelevati per ogni profondità vengono poi omogeneizzati in campo in un'unica aliquota.

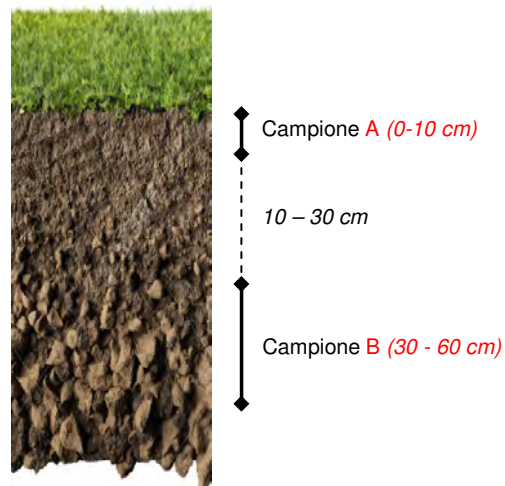
Figura 2

Campionamento a profondità fisse A e B per suoli agricoli - arati e naturali - indisturbati (suoli forestali, pascoli).

Suoli agricoli



Suoli naturali – indisturbati



### **Analisi dei campioni**

Per ogni campione sono analizzati contaminanti per i quali sono fissati valori limite dal D.Lgs. 152/06 per siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale:

- **metalli pesanti e metalloidi** (Antimonio - Sb, Arsenico - As, Berillio - Be, Cadmio - Cd, Cobalto - Co, Cromo - Cr, Mercurio - Hg, Nichel - Ni, Piombo - Pb, Rame - Cu, Selenio - Se, Stagno - Sn, Tallio - Tl, Vanadio - V e Zinco - Zn). Estrazione in *aqua regia* e analisi con ICP-MS (Agilent, 7500CE).
- **idrocarburi policiclici aromatici** (IPA - 16 composti). Estrazione attraverso ASE 200 Accelerated Solvent Extractor (Dionex, Sunnyvale, CA, USA) con diclorometano.
- **diossine e furani** (PCDD/DF - 17 congeneri). Estrazione attraverso ASE 200 Accelerated Solvent Extractor (Dionex, Sunnyvale, CA, USA) con toluene.
- **poli-clorobifenili** (PCB - 30 congeneri). Estrazione attraverso ASE 200 Accelerated Solvent Extractor (Dionex, Sunnyvale, CA, USA) con toluene.

Vengono inoltre analizzati:

- **lantanoidei o "terre rare"** non normati dal D.Lgs. 152/06, ma di notevole interesse per la valutazione della contaminazione diffusa del suolo: (Cerio - Ce, Disprosio - Dy, Erblio - Er, Europio - Eu, Gadolinio - Gd, Olmio - Ho, Lantanio - La, Neodimio - Nd, Praseodimio - Pr, Samario - Sm, Tullio - Tm, Ittrio - Y, e Itterbio - Yb). Estrazione in *aqua regia* e analisi con ICP-MS (Agilent, 7500CE).
- **composti inorganici non normati** dal D.Lgs. 152/06 ma necessari per l'interpretazione di numerosi fenomeni contaminazione. Estrazione in *aqua regia* e analisi con ICP-MS (Agilent, 7500CE).

Le determinazioni analitiche in laboratorio condotte sull'aliquota di granulometria inferiore a 2 mm. La concentrazione del campione si riferisce alla totalità dei materiali secchi della sola frazione inferiore a 2 mm senza includere la frazione di scheletro 2 cm - 2 mm.

### **Trattamento preliminare dei dati**

I dati al disotto del limite di rilevabilità dello strumento di analisi sono inclusi nelle elaborazioni statistiche utilizzando il metodo medium-bound, che si basa sull'assunto che mediamente i dati non rilevabili abbiano un valore pari a metà del limite di rilevabilità ( $NR \cong LR/2$ ).

Non vengono elaborati gli inquinanti per i quali la percentuale di campioni al disotto del limite di rilevabilità è superiore al 60%.

Vengono inoltre esclusi dalle elaborazioni i valori outliers che si discostano dalla mediana oltre 3 volte la distanza interquartile:

$> Q2 + 3 \times IQR$

dove Q2 è il secondo quartile (mediana) e IQR è il range o distanza interquartile tra il primo quartile (Q1) ed il terzo quartile (Q3).

Al fine di evitare di includere nelle elaborazioni statistiche campioni caratterizzati da forme di inquinamento del suolo eccessive ed imputabili prevalentemente a forme di contaminazione puntuale, vengono esclusi dalle elaborazioni i profili con indice di arricchimento superficiale superiore a 3.

### **Elaborazione dei dati per aree omogenee di concentrazione**

Il consistente numero di campioni fornito dalla rete di monitoraggio permette di ottenere, attraverso l'utilizzo di modelli predittivi geostatistici, rappresentazioni spaziali attendibili a scala regionale della concentrazione dei contaminanti analizzati.

Tramite opportune semplificazioni dei risultati ottenuti dai modelli previsionali, sono delimitate sul territorio aree omogenee di concentrazione dei contaminanti ed aree critiche che presentano probabilità elevate (>50%) di superamento dei limiti di legge stabiliti dal *D.Lgs. 152/06* per siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale (*Allegato 5 - Tabella 1 - colonna A*) (Figura 3- I).

La rappresentatività statistica delle popolazioni di dati appartenenti alle singole aree omogenee di concentrazione è verificata attraverso confronto tra popolazioni con test statistici (t-test per campioni indipendenti) e metodi grafici (curve della densità di distribuzione, Box plot, Curve di distribuzione cumulata di frequenza) (Figura 3 – II, III, IV).

In corrispondenza delle aree omogenee di concentrazione individuate, sono effettuate valutazioni relative alla presenza, origine, intensità della contaminazione diffusa, attraverso l'analisi e l'interpretazione dei parametri statistici relativi alle diverse profondità di campionamento ed il calcolo di specifici indici di arricchimento (vedi paragrafo successivo).

L'utilizzo della statistica multivariata (correlazioni di pearson, principal component analysis, cluster analysis) permette di verificare ipotesi relative all'origine prevalente (naturale o naturale-antropica) del contaminante nel suolo, attraverso l'individuazione di correlazioni statisticamente significative tra coppie e/o gruppi di contaminanti attribuibili ad origine comune.

Le aree omogenee di concentrazione di tutti i contaminanti sono classificate in base alle probabilità crescenti di superamento del limite di legge stabiliti dal *D.Lgs. 152/06* per i suoli ad uso verde pubblico, privato e residenziale (*Allegato 5 - Tabella 1 - colonna A*), con lettere che vanno dalla "a" alla "e", come illustrato in tabella (Tabella 1).

Le probabilità di superamento dei limi di legge variano da valori inferiori al 5% per la classe "a", con soglia outliers inferiore al limite di legge, a valori superiori al 75 % per la classe "e", che presenta valori superiori al limite di legge già in corrispondenza del 25° percentile.

Per la rappresentazione sintetica della distribuzione della popolazione di dati, dei percentili, dei valori outliers e di parametri statistici quali media e mediana, sono utilizzati i box plot (Figura 4) , grafici formati da scatole (boxes), baffi (whiskers) e outliers.

I boxes o scatole rappresentano il valore interquartile ( $IQR = Q3 - Q1$ ) dato dall'intervallo tra il primo quartile ( $Q1$ ) ed il terzo quartile ( $Q3$ ).

Le linee verticali che si allungano dai bordi della scatola, dette baffi o whiskers, rappresentano il range di valori con esclusione degli outliers.

La linea continua all'interno del box indica la mediana, valore che in un insieme ordinato di dati occupa la posizione centrale.

I pallini vuoti rappresentano gli outliers, definiti come valori hot-spot con concentrazioni anomale rispetto alla popolazione campionaria, che si discostano dalla mediana oltre una volta e mezza la distanza interquartile ( $> Q3 + 1,5 \times IQR$ ).

Il primo ed il terzo quartile corrispondono rispettivamente alle mediane della prima e della seconda metà dei dati ordinati. Il 25% dei dati è minore o uguale al primo quartile, il 75% dei dati è minore o uguali al terzo quartile.

L'intervallo  $Q3 - Q1$ , definito range o valore interquartile (*IQR*), è interpretato come indice di dispersione, per valutare quanto i valori si allontanino da un valore centrale (mediana -  $Q2$ ). In questo intervallo ricade il 50% dei valori della popolazione di dati considerata.

Lo scarto interquartile risulta molto efficace nello studio e nella valutazione della distribuzione degli inquinanti del suolo perché non è influenzata da osservazioni anomale o estreme (statistica robusta), ed è particolarmente adatta ad esprimere la variabilità di distribuzioni asimmetriche, tipiche dei contaminanti da inquinamento diffuso.

Per ogni contaminante vengono inoltre forniti parametri statistici e grafici relativi alle singole aree omogenee di concentrazione:

- Tabelle con parametri di statistica descrittiva (media, mediana, deviazione standard – dev st, coefficiente di variazione – CV, valori minimi - min, valori massimi - max, 25° - 50° - 75° - 90° e 95° percentile, soglia outliers, valori di fondo, numero e percentuale di campioni che superano i limiti di legge;
- Box plot della concentrazione in mg/kg per aree omogenee di concentrazione e confronto con i limiti di legge (linea orizzontale rossa) (Figura 4);
- Curve di densità della distribuzione e istogrammi della densità di distribuzione () che forniscono informazioni relative alla densità di distribuzione rispettivamente per i singoli valori di concentrazione e per classi di concentrazioni (Figura 5);
- Curve di distribuzione cumulata di frequenza in percentili (Figura 6), confrontate con il valore di fondo (linea tratteggiata nera) ed il limite di legge (linea continua rossa), che forniscono informazioni relative alla distribuzione dei campioni in termini probabilistici, ed in particolare la percentuale di campioni (asse delle x in percentili) che superano una determinata concentrazione (asse delle y).

Tabella 1

Classificazione delle aree omogenee di concentrazione in base alle probabilità di superamento dei limiti di legge

|   | Probabilità di superamento dei limiti di legge | Limite di legge            |
|---|--|----------------------------|
| a | <5%  | > Soglia outliers          |
| b | 5%-25 %  | 75° perc – Soglia outliers |
| c | 25%-50%  | 50°perc – 75° perc         |
| d | 50%-75%  | 25°perc – 50° perc         |
| e | >75%   | < 25° perc                 |

Tabella 2

Statistica descrittiva, percentili, valori di fondo <sup>(1)</sup>, confronto con i limiti di legge (120 mg/kg) <sup>(2)</sup> e conteggio di campioni analizzati del Nichel (Ni) nei suoli <sup>(3)</sup> del territorio piemontese per aree omogenee di concentrazione.

| Aree omogenee                         |       | Ni_a1 | Ni_a2 | Ni_b1 | Ni_b2 | Ni_c1 | Ni_c2              | Ni_d1 | Ni_e1              |
|---------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------------|-------|--------------------|
| Media                                 | mg/kg | 33    | 34    | 61    | 61    | 115   | 112                | 217   | 435                |
| Mediana                               | mg/kg | 27    | 32    | 54    | 55    | 100   | 80                 | 136   | 140                |
| Dev. St                               | mg/kg | 38    | 17    | 28    | 30    | 79    | 95                 | 250   | 819                |
| CV                                    | -     | 1,1   | 0,5   | 0,5   | 0,5   | 0,7   | 0,8                | 1,2   | 1,9                |
| Min                                   | mg/kg | 4     | 4     | 8     | 15    | 19    | 23                 | 30    | 89                 |
| Max                                   | mg/kg | 350   | 96    | 120   | 155   | 600   | 500                | 1600  | 3500               |
| 25° percentile (Q1)                   | mg/kg | 15    | 21    | 39    | 44    | 73    | 60                 | 92    | 120                |
| 50° percentile                        | mg/kg | 27    | 32    | 54    | 55    | 100   | 80                 | 136   | 140                |
| 75° percentile (Q3)                   | mg/kg | 40    | 44    | 82    | 69    | 136   | 124                | 225   | 280                |
| 90° percentile                        | mg/kg | 51    | 56    | 110   | 98    | 170   | 237                | 364   | 708                |
| 95° percentile                        | mg/kg | 57    | 64    | 111   | 120   | 182   | 264                | 502   | 1371               |
| Soglia outliers $\geq$ <sup>(5)</sup> | mg/kg | 77    | 79    | 147   | 108   | 230   | 219                | 424   | 520                |
| Numero outliers                       | n     | 5     | 2     | 0     | 4     | 3     | 5                  | 3     | 4                  |
| Valore di fondo <sup>(1)</sup>        | mg/kg | 48    | 55    | 110   | 86    | 160   | 132 <sup>(4)</sup> | 344   | 262 <sup>(4)</sup> |
| Campioni                              | n     | 143   | 142   | 77    | 49    | 85    | 34                 | 47    | 17                 |
| > Limite di legge <sup>(2)</sup>      | n     | 3     | 0     | 0     | 2     | 31    | 9                  | 29    | 12                 |
|                                       | %     | 2     | 0     | 0     | 4     | 36    | 26                 | 62    | 71                 |

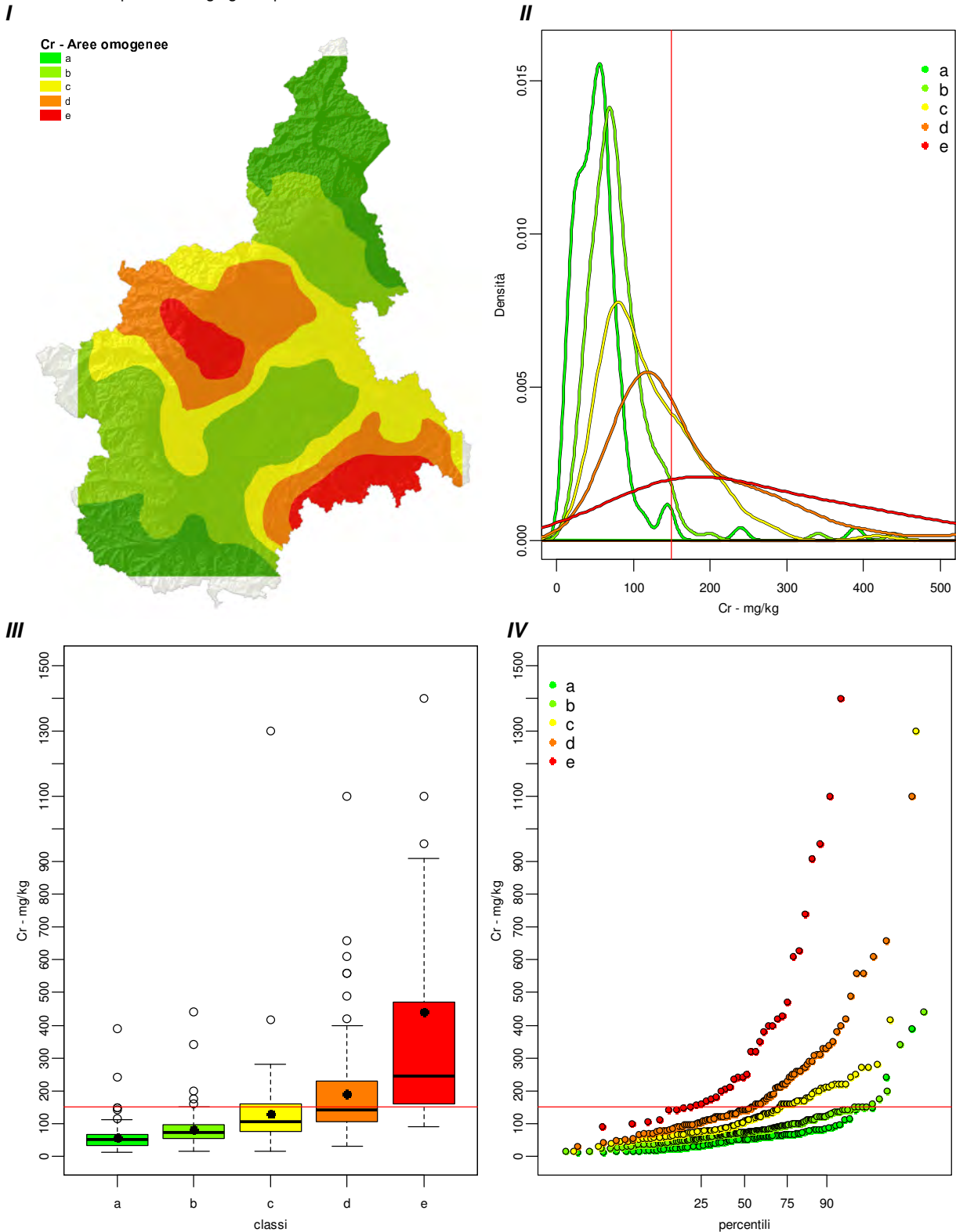
<sup>(1)</sup> Valore di fondo-naturale calcolato secondo la normativa ISO 19258/2005, corrisponde al 90° percentile della popolazione ricostruita di dati ottenuta dopo aver rimosso gli eventuali valori anomali (outliers). Valori calcolati a grande denominatore di scala; non possono essere considerati sostitutivi dei valori di fondo sito-specifici citati dall'art. 240 del D.Lgs. 152/06. <sup>(2)</sup> Limiti di legge D.Lgs. 152/06 per siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale. <sup>(3)</sup> Elaborazione dei campioni di suolo B (30 - 60 cm per i suoli naturali o indisturbati e 20 cm al disotto dell'orizzonte arato Ap per i suoli agricoli).

<sup>(4)</sup> Numero di dati insufficiente per una corretta definizione dei valori di fondo. Occorre un ulteriore infittimento dei campionamenti. <sup>(5)</sup> =Q3+1,5\*IQR, IQR=Q3-Q1.

Fonte: Arpa Piemonte - Rete di monitoraggio ambientale dei suoli (Dati aggiornati – Dicembre 2016).

Figura 3

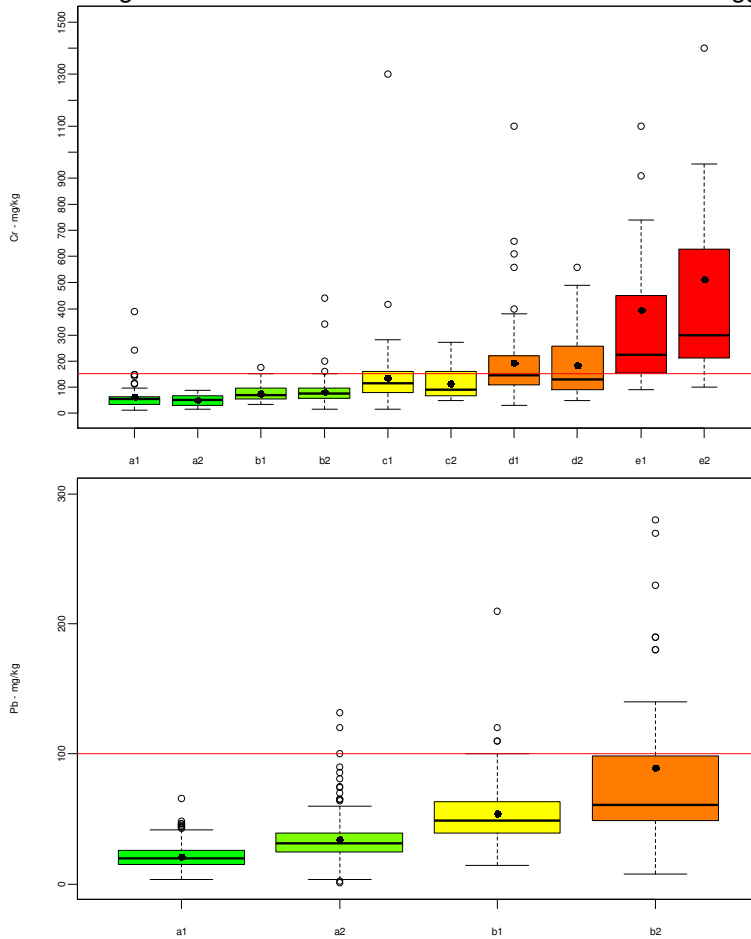
Elaborazione dei dati del Cromo (Cr)<sup>(1)</sup> per aree omogenee di concentrazione (a, b, c, d, e) e confronto con i limiti di legge<sup>(2)</sup> (linee rosse). *I* - Aree omogenee di concentrazione (a, b, c) ed aree critiche (d, e) con probabilità elevate di superamento dei limiti di legge<sup>(2)</sup>. *II* - Curve di distribuzione in mg/kg per densità. *III* - Box plot in mg/kg. *IV* - Curve di distribuzione cumulata di frequenza in mg/kg con percentili.



<sup>(1)</sup> Elaborazione degli orizzonti B (30 - 60 cm per i suoli naturali o indisturbati e 20 cm al disotto dell'orizzonte arato Ap per i suoli agricoli). <sup>(2)</sup> Limiti di legge stabiliti D.Lgs. 152/06 per siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale.  
 Fonte: Arpa Piemonte - Rete di monitoraggio ambientale dei suoli (Dati aggiornati - Dicembre 2016).

Figura 4

Box plot<sup>(1)</sup> della concentrazione di Cromo (Cr) e Piombo (Pb) in mg/kg nei suoli del territorio piemontese per aree omogenee di concentrazione e confronto con i limiti di legge<sup>(3)</sup> (linea orizzontale rossa).

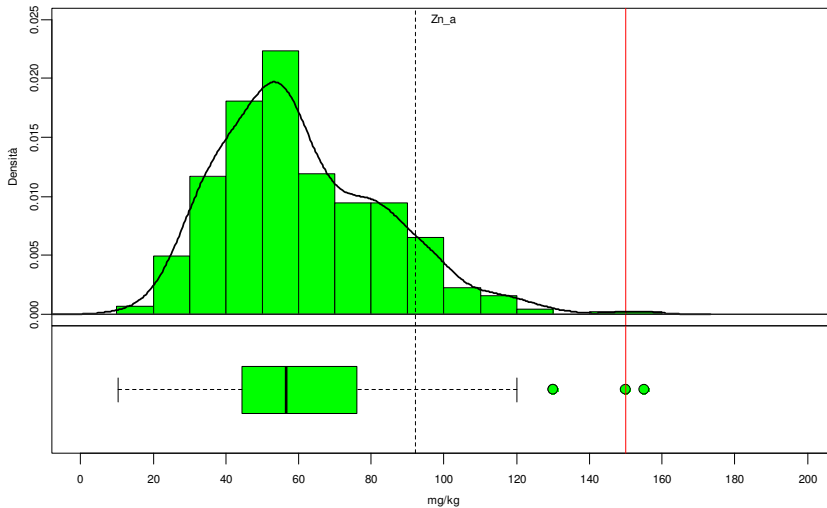


<sup>(1)</sup> rettangolo = distanza interquartile (IQR=Q3-Q1), linea orizzontale = mediana, pallino = valore outlier ( $>Q3+1,5 \cdot IQR$ ), linee verticali tratteggiate = range di valori con esclusione degli outliers. <sup>(2)</sup> Elaborazione dei campioni di suolo B (30 - 60 cm per i suoli naturali o indisturbati e 20 cm al di sotto dell'orizzonte arato Ap per i suoli agricoli) <sup>(3)</sup> Limiti di legge stabiliti D.Lgs. 152/06 per per siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale.

Fonte: Arpa Piemonte - Rete di monitoraggio ambientale dei suoli (Dati aggiornati – Dicembre 2016).

Figura 5

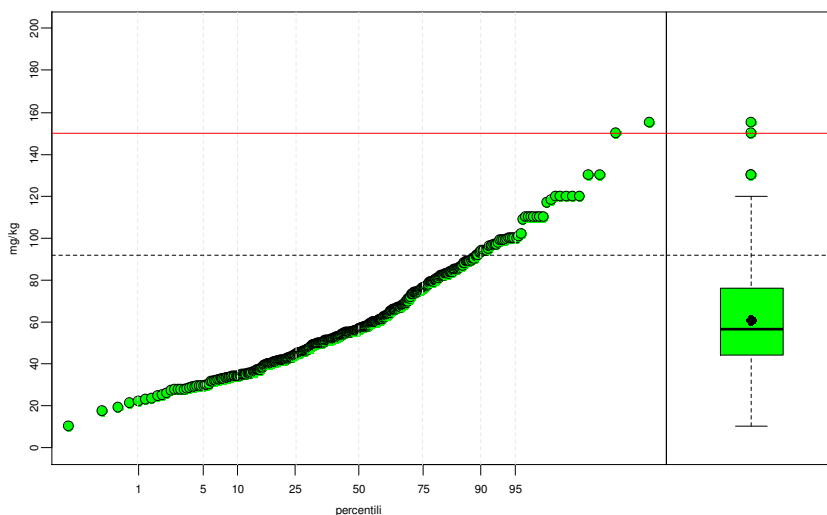
Istogramma per classi di concentrazione, curva di distribuzione della popolazione di dati e box plot<sup>(4)</sup> della concentrazione di Zinco<sup>(1)</sup> in mg/kg per l'area omogenea di concentrazione Zn\_a1, e confronto con valori di fondo<sup>(2)</sup> (linea tratteggiata nera) e limiti di legge<sup>(3)</sup> (linea continua rossa).



<sup>(1)</sup> Elaborazione degli orizzonti A (0 - 10 cm per i suoli naturali o indisturbati e orizzonte arato Ap per i suoli agricoli). <sup>(2)</sup> Valore di *fondo-naturale* calcolato secondo la normativa ISO 19258/2005, corrisponde al 90° percentile della popolazione ricostruita di dati ottenuta dopo aver rimosso gli eventuali valori anomali (outliers). Valori calcolati a grande denominatore di scala; non possono essere considerati sostitutivi dei valori di fondo sito-specifici citati dall'art. 240 del D.Lgs. 152/06. <sup>(3)</sup> Limiti di legge stabiliti D.Lgs. 152/06 per siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale. <sup>(4)</sup> rettangolo = distanza interquartile (IQR=Q3-Q1), linea orizzontale = mediana, pallino = valore outlier ( $> Q3+1,5 \cdot IQR$ ), linee verticali tratteggiate = range di valori con esclusione degli outliers.  
 Fonte: Arpa Piemonte - Rete di monitoraggio ambientale dei suoli (Dati aggiornati – Dicembre 2016).

Figura 6

Curve di distribuzione cumulata di frequenza in percentili e box plot<sup>(4)</sup> della concentrazione di Zinco<sup>(1)</sup> in mg/kg per l'area omogenea di concentrazione Zn\_a1, e confronto con valori di fondo<sup>(2)</sup> (linea tratteggiata nera) e limiti di legge<sup>(3)</sup> (linea continua rossa).



<sup>(1)</sup> Elaborazione degli orizzonti A (0 - 10 cm per i suoli naturali o indisturbati e orizzonte arato Ap per i suoli agricoli). <sup>(2)</sup> Valore di *fondo-naturale* calcolato secondo la normativa ISO 19258/2005, corrisponde al 90° percentile della popolazione ricostruita di dati ottenuta dopo aver rimosso gli eventuali valori anomali (outliers). Valori calcolati a grande denominatore di scala; non possono essere considerati sostitutivi dei valori di fondo sito-specifici citati dall'art. 240 del D.Lgs. 152/06. <sup>(3)</sup> Limiti di legge stabiliti D.Lgs. 152/06 per siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale. <sup>(4)</sup> rettangolo = distanza interquartile (IQR=Q3-Q1), linea orizzontale = mediana, pallino = valore outlier ( $> Q3+1,5 \cdot IQR$ ), linee verticali tratteggiate = range di valori con esclusione degli outliers.  
 Fonte: Arpa Piemonte - Rete di monitoraggio ambientale dei suoli (Dati aggiornati – Dicembre 2016).



## **Indici di contaminazione**

La presenza e l'intensità di fenomeni di contaminazione da deposizione superficiale è stata quantificata attraverso appositi indici di contaminazione, che mettono in relazione le concentrazioni del contaminante rilevate alle diverse profondità di campionamento, basandosi sull'ipotesi che i contaminanti presenti nell'atmosfera si accumulano negli orizzonti superficiali dei suoli.

Per questo studio sono stati utilizzati per le singole stazioni di monitoraggio l'indice di arricchimento superficiale ed il fattore di arricchimento superficiale.

### **L'indice di arricchimento superficiale**

L'indice di arricchimento superficiale permette di valutare la presenza e definire l'intensità di deposizione al suolo di un contaminante antropico attribuibile a fenomeni di deposizione superficiale, attraverso la quantificazione del rapporto tra concentrazione dell'orizzonte superficiale A e di quello profondo B.

Un indice di arricchimento superficiale  $< 1$  indica una maggiore concentrazione dell'inquinante considerato in profondità, al contrario un indice di arricchimento superficiale  $> 1$ , indica una concentrazione superiore in superficie attribuibile in prevalenza a fenomeni di deposizione superficiale da contaminazione antropica.

In particolare valori compresi tra 1.3 e 1.5 indicano presenza di contaminazione superficiale moderata, mentre valori superiori a 1.5 indicano presenza di contaminazione elevata.

### **Il fattore di arricchimento superficiale**

Il fattore di arricchimento superficiale di un contaminante viene determinato attraverso la normalizzazione della sua concentrazione nell'orizzonte superficiale rispetto alla concentrazione di un elemento di riferimento. Per elemento di riferimento si intende un metallo particolarmente stabile nel suolo, caratterizzato cioè da assenza di mobilità verticale lungo il profilo e/o di fenomeni di degradazione superficiale, e per il quale viene verificata l'assenza di fenomeni di contaminazione antropica per tutte le stazioni di monitoraggio considerate. Tipici elementi di riferimento utilizzati in letteratura scientifica internazionale sono alluminio – Al, vanadio – V e stronzio – Sr.

Il fattore di arricchimento superficiale viene calcolato attraverso la formula:

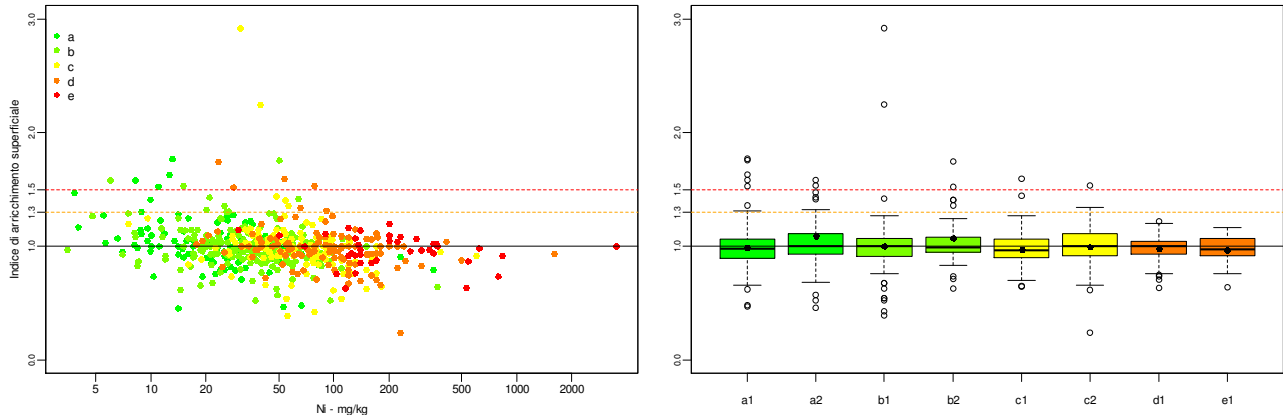
$$fA = \frac{\frac{X}{RE}}{\frac{X_{vf}}{RE_{vf}}}$$

dove X e RE sono rispettivamente il contenuto in mg/kg del contaminante considerato e dell'elemento di riferimento analizzato nell'orizzonte superficiale di ogni sito di monitoraggio; mentre  $X_{vf}$  e  $RE_{vf}$  sono i valori di fondo del contaminante considerato (Tabella 3, 4, 5) e dell'elemento di riferimento.

Valori di  $fA > 1$  suggeriscono un arricchimento superficiale dell'elemento. In particolare  $fA < 2$  indica un arricchimento superficiale basso,  $fA = 2-6$  indica arricchimento superficiale moderato mentre un  $fA > 6$  è attribuibile a presenza di arricchimento elevato.

Figura 7

Scatterplot (I) e Box plot (II) <sup>(1)</sup> dell'indice di arricchimento superficiale <sup>(2)</sup> di Cromo (Cr) nei suoli del territorio piemontese per aree omogenee di concentrazione (a, b, c, d, e), e confronto con i limiti relativi a contaminazione diffusa moderata (linea orizzontale arancio – 1.3) ed elevata (linea orizzontale rossa – 1.5).

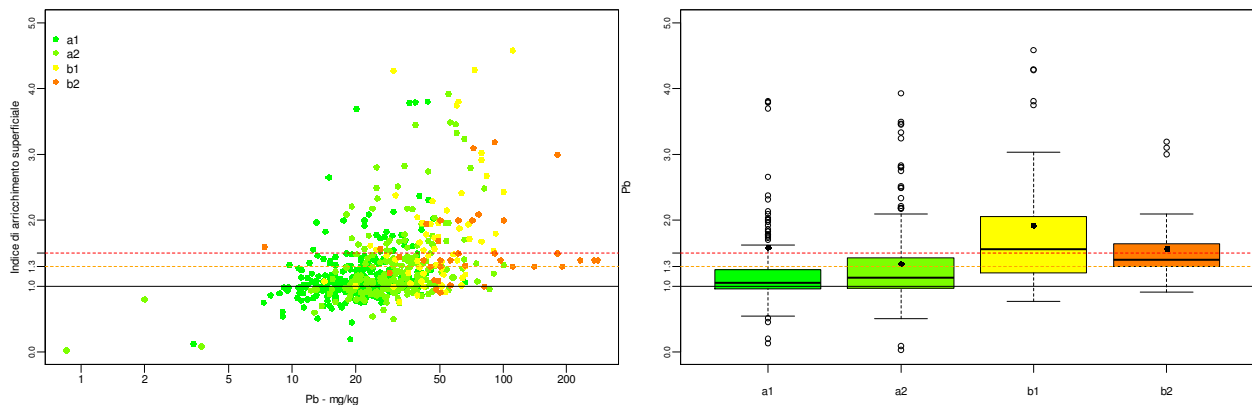


<sup>(1)</sup> rettangolo = distanza interquartile (IQR=Q3-Q1), linea orizzontale = mediana, pallino = valore outlier ( $>Q3 \pm 1,5 * IQR$ ), linee verticali tratteggiate = range di valori con esclusione degli outliers.

Fonte: Arpa Piemonte - Rete di monitoraggio ambientale dei suoli (Dati aggiornati – Dicembre 2016).

Figura 8

Scatterplot (I) e Box plot (II) <sup>(1)</sup> dell'indice di arricchimento superficiale <sup>(2)</sup> del Piombo (Pb) nei suoli del territorio piemontese per aree omogenee di concentrazione (a, b, c, d, e), e confronto con i limiti relativi a contaminazione diffusa moderata (linea orizzontale arancio – 1.3) ed elevata (linea orizzontale rossa – 1.5).



<sup>(1)</sup> rettangolo = distanza interquartile (IQR=Q3-Q1), linea orizzontale = mediana, pallino = valore outlier ( $>Q3 \pm 1,5 * IQR$ ), linee verticali tratteggiate = range di valori con esclusione degli outliers.

Fonte: Arpa Piemonte - Rete di monitoraggio ambientale dei suoli (Dati aggiornati – Dicembre 2016).

### **Calcolo dei valori di fondo**

I valori di fondo sono calcolati per aree omogenee di concentrazione in base agli standard internazionali stabiliti dalla normativa ISO 19258/2005 “Soil quality - Guidance on the determination of background values”.

La normativa ISO 19258/2005 prevede la determinazione di due diverse tipologie di valore di fondo:

- “*contenuto di fondo di natura pedogeochemica o naturale del suolo*”: concentrazione di elementi generata dai fattori caratteristici della pedogenesi, quali ad esempio la composizione ed alterazione della roccia madre.
- “*contenuto di background o fondo naturale-antropico*”: concentrazione di un elemento riferito ad un tipo di suolo, localizzato in un’area o regione definita, che scaturisce dalla sommatoria delle concentrazioni apportate da sorgenti naturali e diffuse non naturali, quali ad esempio la deposizione atmosferica e le pratiche agronomiche.

Per i contaminanti la cui presenza nei suoli piemontesi è attribuibile in prevalenza a fonti di inquinamento puntuale o diffuso (deposizioni atmosferiche, distribuzione di fertilizzanti e pesticidi) è stato determinato il “*fondo naturale-antropico*” attraverso l’elaborazione delle concentrazioni degli orizzonti superficiali A (0-10 cm per i suoli naturali e orizzonte arato Ap per i suoli agricoli).

Per i contaminanti la cui origine nei suoli piemontesi è principalmente attribuibile al substrato litologico, è stato determinato il “*fondo naturale del suolo*” attraverso l’elaborazione delle concentrazioni degli orizzonti profondi B (20 cm al disotto del limite inferiore dell’orizzonte Ap e 30 – 60 cm per i suoli naturali).

La norma raccomanda l’utilizzo dei 10°, 25°, 50°, 75° e 90° percentili per rappresentare in maniera corretta la distribuzione delle concentrazioni.

La distribuzione dei dati che meglio approssima il campione (normale, log-normale, gamma, non parametrica) è valutata attraverso test statistici di Shapiro - Wilk e Anderson – Darling e metodi grafici (istogrammi di frequenza, curve cumulative di frequenza e box plot) e.

I valori di fondo per le aree omogenee di concentrazione sono considerati validi se rappresentati da un numero minimo di campioni stabilito prevalentemente in base alla distribuzione della popolazione.

Per popolazioni di dati con distribuzione normale è raccomandato l’utilizzo minimo di 30 campioni di suolo.

La distribuzione dei contaminanti organici ed inorganici nei suoli superficiali risulta però nella maggior parte dei casi non normale o log-normale con asimmetria positiva a causa della presenza di forme più o meno marcate di contaminazione diffusa o dalla elevata variabilità del suolo che nel caso di questo studio è accentuata dal monitoraggio effettuato a grande scala di dettaglio.

In caso di distribuzione non normale dei campioni, il numero minimo è stimato in base al numero di campioni, comunque sempre superiore a 30, sufficiente ad ottenere una curva di distribuzione di frequenza (Quantile plot, Percentile Plot) omogenea, uniforme e continua dei valori log trasformati.

Il valore di fondo dell’area omogenea di concentrazione individuata è attribuito al 90° percentile della popolazione ricostruita di dati ottenuta dopo aver rimosso gli eventuali valori anomali – *outliers*.

Gli outliers identificano campioni hot-spot che presentano concentrazioni anomale rispetto alla popolazione campionaria.

Sono individuati come outliers i valori  $\geq Q3 + 1,5(Q3 - Q1)$  dove Q3 è il terzo quartile (corrispondente al 75° percentile), Q1 è il primo quartile (corrispondente al 25° percentile).

Al fine di evitare di includere campioni potenzialmente contaminati nel calcolo del valore di fondo, sono inoltre esclusi dalle elaborazioni i profili con fattore di arricchimento superficiale superiore a 3. In base a quanto raccomandato a livello internazionale e nazionale (Direttiva Quadro 2000/60/CE, ISS 04/15/04, World Health Organization etc...) i dati al disotto del limite di rilevabilità dello

strumento di analisi sono stati inclusi nelle elaborazioni statistiche utilizzando il metodo medium-bound, che attribuisce ai dati non rilevabili un valore pari a metà del limite di rilevabilità ( $NR=LR/2$ ).

## **Principali risultati**

I risultati dei modelli previsionali geostatistici hanno permesso di individuare sul territorio piemontese per i singoli contaminanti aree omogenee e aree critiche che presentano elevate concentrazioni di metalli pesanti associate ad alte probabilità (>50%) di superamento dei limiti di legge.

I risultati relativi alla valutazione della presenza, origine ed intensità della contaminazione diffusa per aree omogenee di concentrazione, hanno permesso di individuare due principali gruppi di contaminanti.

Un primo gruppo è rappresentato da metalli pesanti e metalloidi quali Cromo, Nichel, Cobalto, Arsenico, Berillio e Vanadio (Figura 9), che presentano sul territorio piemontese aree critiche con livelli di concentrazione elevati e alte probabilità di superamento dei limiti di legge (>50%), attribuibili in prevalenza alla composizione chimica del materiale di partenza da cui il suolo ha avuto origine.

Questi contaminanti presentano aree omogenee di concentrazione di dimensioni elevate, differenze minime tra la concentrazione degli orizzonti superficiali e quelli profondi, indici di arricchimento prossimi all'unità con valori costanti all'aumentare della concentrazione e valori outliers con indici di arricchimento bassi ad indicare nel loro insieme assenza di fenomeni rilevanti di contaminazione diffusa di origine antropica.

Per questi contaminanti, le elaborazioni statistiche ed il calcolo dei valori di fondo (*contenuto di fondo naturale del suolo o di natura pedogeochimica*), sono stati effettuati utilizzando i campioni degli orizzonti B (30 - 60 cm per i suoli naturali o indisturbati e 20 cm al disotto dell'orizzonte arato Ap per i suoli agricoli).

Un secondo gruppo di contaminanti è rappresentato da metalli pesanti quali Piombo, Rame, Zinco, Stagno e Antimonio (Figura 10), che presentano sul territorio piemontese aree critiche con livelli di concentrazione elevati e alte probabilità di superamento dei limiti di legge (>50%), attribuibili in parte alla composizione chimica del materiale di partenza da cui il suolo ha avuto origine (*natura pedogeochimica*) ed in parte a fenomeni più o meno intensi di deposizione superficiale derivante da contaminazione diffusa di origine antropica.

Questi contaminanti presentano aree omogenee di concentrazione di ampie dimensioni caratterizzate da bassi livelli di concentrazione ed aree di dimensioni ridotte caratterizzate da concentrazioni più elevate, con medie e valori di fondo comunque al disotto dei limiti di legge.

In queste aree sono riscontrate differenze significative tra la concentrazione degli orizzonti superficiali e quelli profondi, indici di arricchimento superiori all'unità con valori crescenti all'aumentare della concentrazione e valori outliers con indici di arricchimento elevati ad indicare nel loro insieme presenza di fenomeni di contaminazione diffusa di origine antropica.

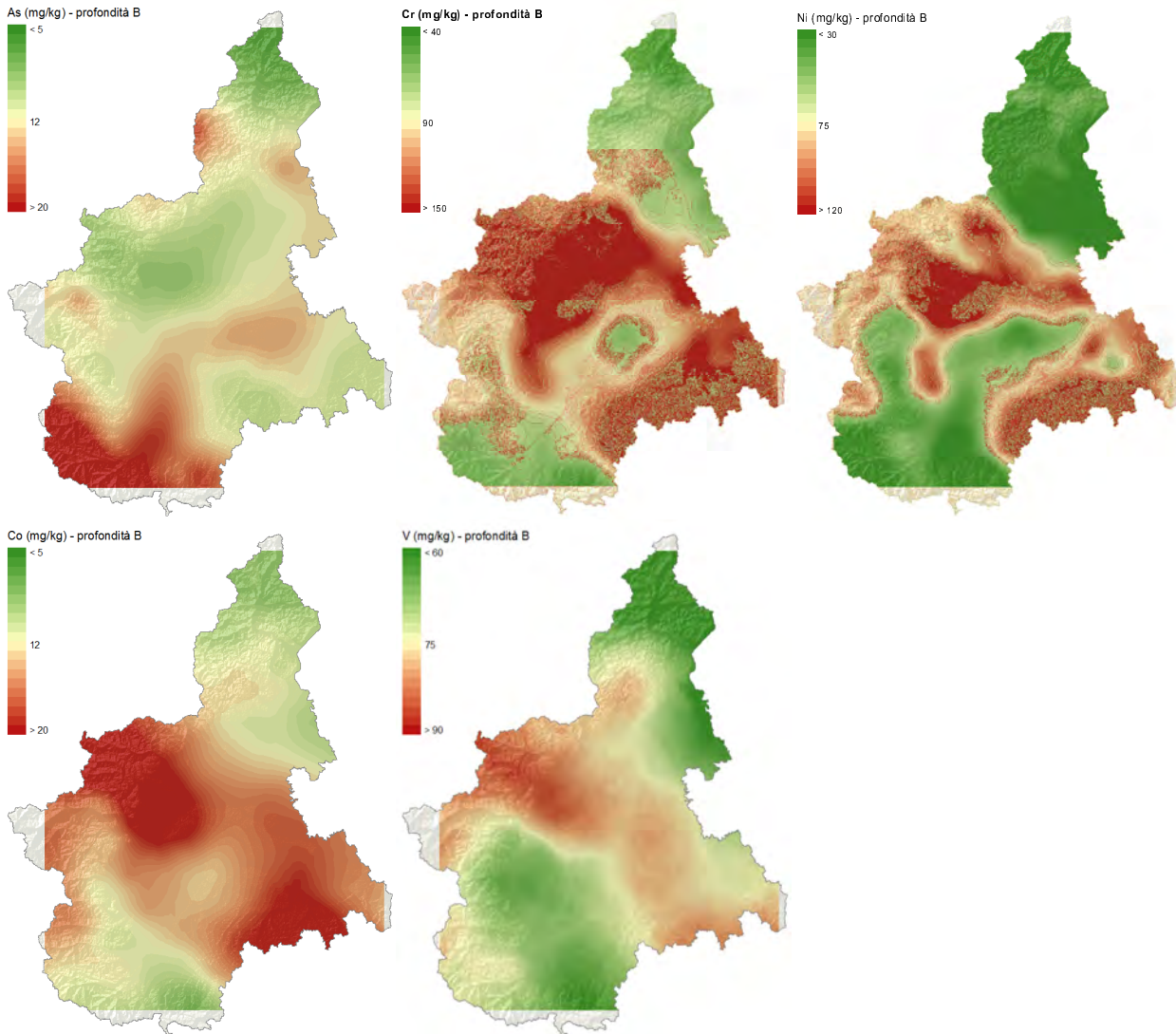
Per i contaminanti soggetti a fenomeni più o meno intensi di deposizione superficiale derivante da contaminazione diffusa di origine antropica, le elaborazioni statistiche ed il calcolo dei valori di fondo (*contenuto di fondo di naturale - antropico*), sono stati effettuati utilizzando i campioni degli orizzonti A (0 - 10 cm per i suoli naturali o indisturbati e orizzonte arato Ap per i suoli agricoli arati).

I risultati dello studio hanno inoltre permesso di individuare aree omogenee di concentrazione ed aree critiche per le quali i parametri statistici ed i valori di fondo calcolati non possono essere considerati statisticamente significativi, a causa del ridotto numero di campioni, dell'elevata variabilità statistica e/o della distribuzione asimmetrica, irregolare e discontinua dei campioni.

Per queste aree è auspicabile un infittimento dei campionamenti su maglia sistematica, dimensionato in base ai risultati delle mappe di previsione dell'errore standard che hanno individuato zone differenziate per qualità di predizione ed aree sottocampionate.

Figura 9

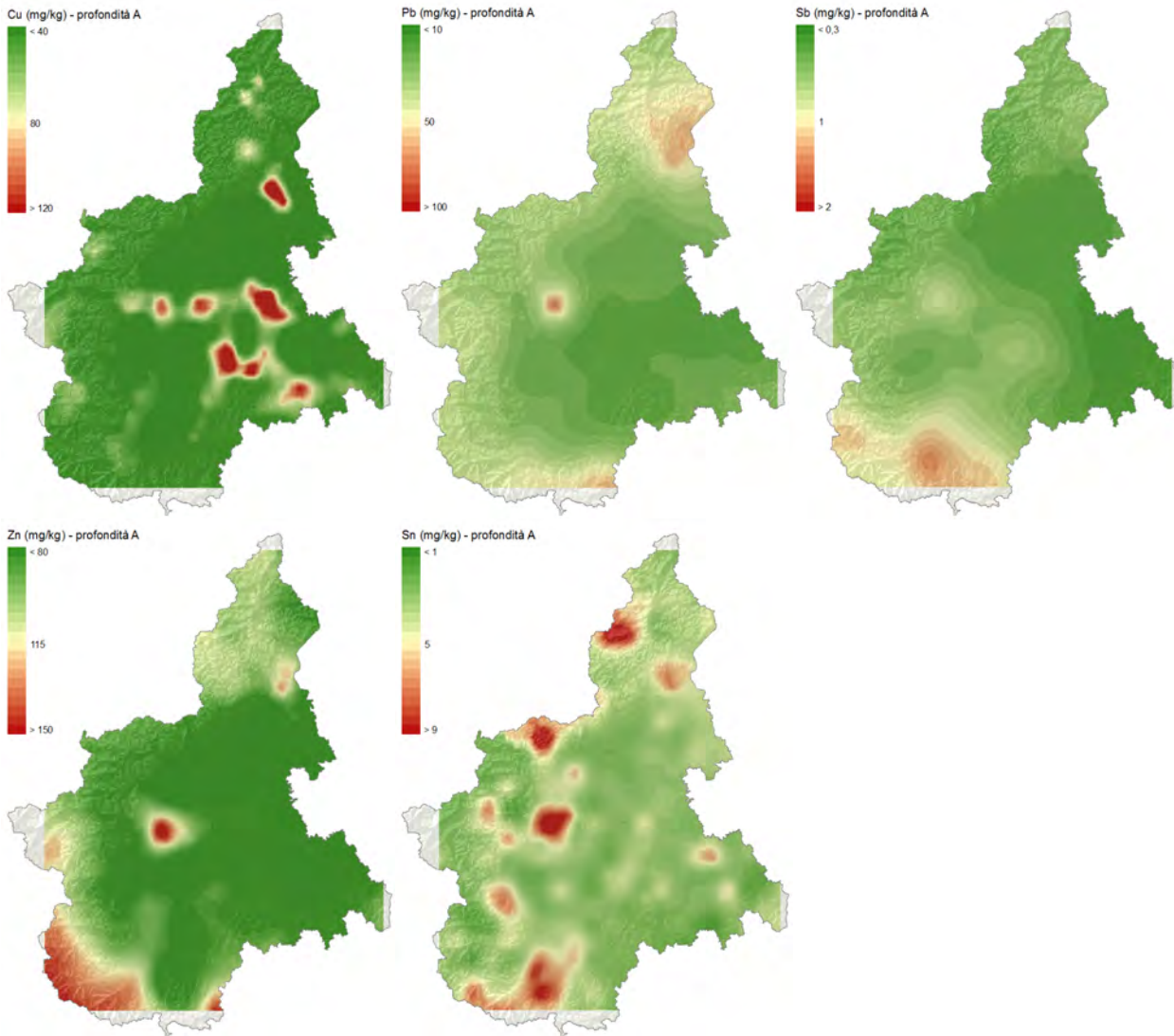
Spazializzazione della concentrazione di metalli pesanti<sup>(1)</sup> nei suoli<sup>(2)</sup> del territorio piemontese, che presentano aree critiche attribuibili in prevalenza alla composizione chimica del substrato geologico.



<sup>(1)</sup> Arsenico (As), Cromo (Cr), Nichel (Ni), Cobalto (Co) e Vanadio (V). <sup>(2)</sup> Elaborazione dei campioni di suolo B (30 - 60 cm per i suoli naturali o indisturbati e 20 cm al di sotto dell'orizzonte arato Ap per i suoli agricoli).  
 Fonte: Arpa Piemonte - Rete di monitoraggio ambientale dei suoli (Dati aggiornati - Dicembre 2016).

Figura 10

Spazializzazione della concentrazione di metalli pesanti<sup>(1)</sup> nei suoli<sup>(2)</sup> del territorio piemontese, che presentano aree critiche con elevate concentrazioni attribuibili in parte alla composizione chimica del materiale di partenza da cui il suolo ha avuto origine (*natura pedogeochemica*) ed in parte a fenomeni più o meno intensi di deposizione superficiale derivante da contaminazione diffusa di origine antropica.



<sup>(1)</sup> Rame (Cu), Piombo (Pb), Antimonio (Sb), Stagno (Sn), e Zinco (Zn). <sup>(2)</sup> Elaborazione dei campioni di suolo A (0 - 10 cm per i suoli naturali o indisturbati e orizzonte arato Ap per i suoli agricoli).  
 Fonte: Arpa Piemonte - Rete di monitoraggio ambientale dei suoli (Dati aggiornati – Dicembre 2016).

## Concentrazioni di Cromo, Nichel, Cobalto e Arsenico a scala regionale

Di seguito è riportata una relazione riassuntiva della concentrazione nei suoli superficiali di Cromo (Cr), Nichel (Ni), Cobalto (Co) e Arsenico (As) derivante dalle elaborazioni dei dati forniti dalla Rete di monitoraggio ambientale dei suoli del Piemonte a scala regionale. Per ulteriori approfondimenti si rimanda alla relazione “Arpa Piemonte - Analisi ambientale sulla contaminazione diffusa del suolo del territorio regionale per la definizione dei valori di fondo per diverse categorie di inquinanti (<http://www.arpa.piemonte.gov.it/approfondimenti/temi-ambientali/suolo/relazione-suolo> ).

In Figura 11, Figura 13, Figura 15 e Figura 17 sono riportati alcuni esempi di risultati ottenuti dalle elaborazioni dei campioni della rete di monitoraggio ambientale dei suoli del Piemonte per Cromo (Cr) Nichel (Ni) e Cobalto (Co):

- I. Stazioni della rete di monitoraggio ambientale dei suoli del Piemonte utilizzate per le elaborazioni statistiche e geostatistiche del contaminante, per classi di concentrazione.
- II. Stima della probabilità di superamento limite di legge (*D.Lgs. 152/06 per le aree verdi pubbliche e private - Colonna A*) in 30 classi di concentrazione, ottenuta tramite l'utilizzo di modelli predittivi geostatistici (Probability kriging). Il valore massimo della scala, indicato in rosso, corrispondente ad una probabilità stimata di superamento del limite di legge maggiore del 50%.
- III. Stima della distribuzione spaziale del contaminante in 30 classi di concentrazione, ottenuta tramite l'utilizzo di modelli predittivi geostatistici (Ordinary kriging). Il valore massimo della scala, indicato in rosso, corrispondente ad una concentrazione stimata del contaminante uguale o superiore al limite di legge stabilito dal *D.Lgs. 152/06 per le aree verdi pubbliche e private (Colonna A)*.
- IV. Rappresentazione delle aree omogenee di concentrazione del contaminante, individuate attraverso la rielaborazione e semplificazione dei risultati di modelli predittivi geostatistici. Le aree sono classificate in base alle probabilità crescenti di superamento del limite di legge stabilito dal *D.Lgs. 152/06 per le aree verdi pubbliche e private (Colonna A)*: classe a - verde scuro <5%, classe b – verde chiaro 5%-25%, classe c – giallo 25%-50%, classe d – arancio 50%-75%, classe e – rosso >75%.

In Figura 12, Figura 14, Figura 16 e Figura 18 sono riportati i Box plot della concentrazione in mg/kg per aree omogenee di concentrazione.

In Tabella 3, Tabella 4 e Tabella 5 sono riportati statistica descrittiva (media, mediana, deviazione standard, valori minimi e valori massimi riscontrati), percentili, valori di fondo e confronto con i limiti di legge (*D.Lgs. 152/06 per le aree verdi pubbliche e private*) delle aree omogenee di concentrazione a scala regionale.

Per le elaborazioni sono stati utilizzati i campioni di suolo prelevati alla profondità 30 - 60 cm per i suoli naturali o indisturbati e 20 cm al disotto dell'orizzonte arato Ap per i suoli agricoli.

I valori di fondo riportati sono stati calcolati in base agli standard internazionali stabiliti dalla normativa ISO 19258/2005 “Soil quality - Guidance on the determination of background values”.

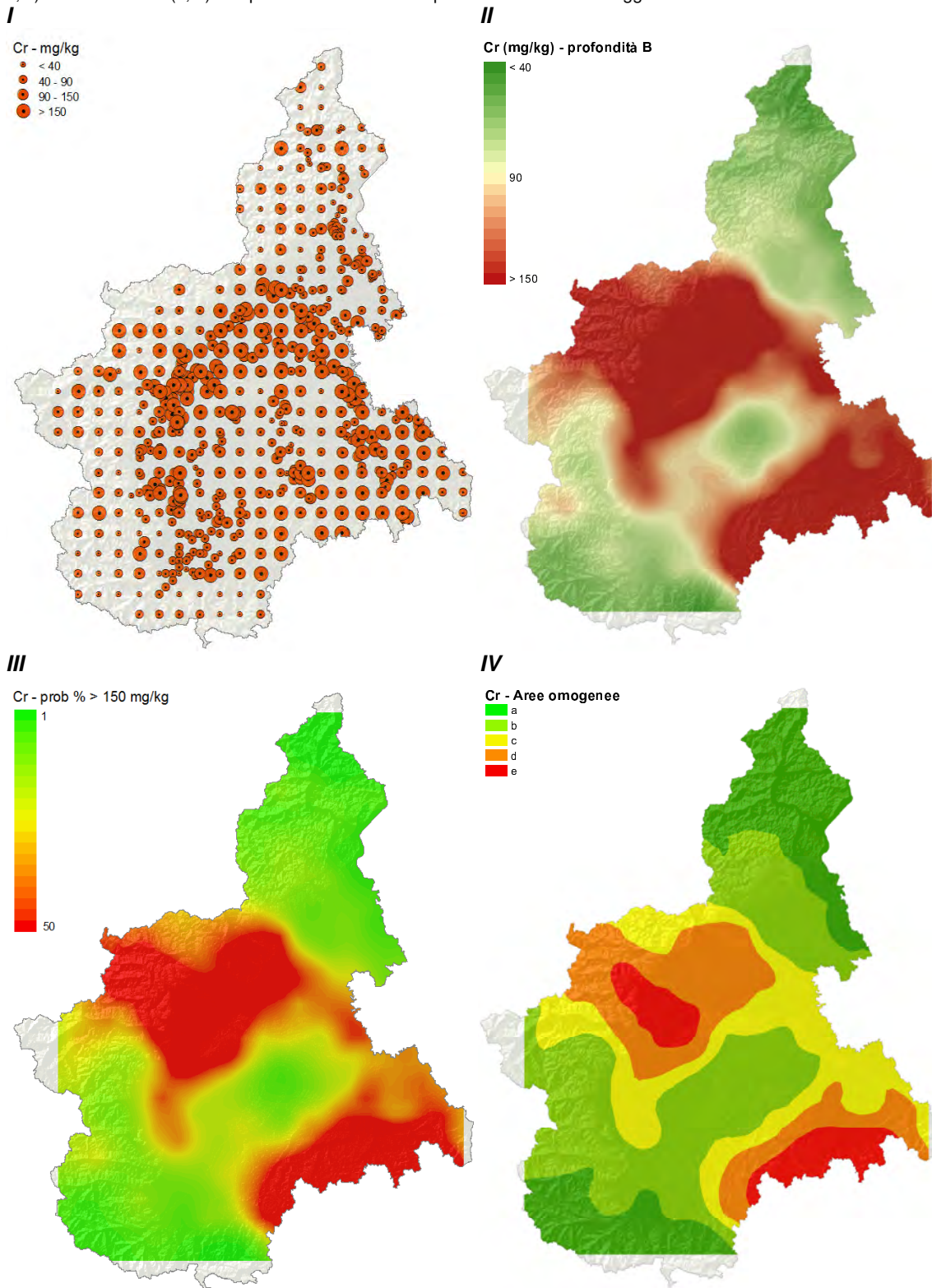
Al fine di evitare l'inclusione di campioni potenzialmente contaminati nel calcolo del valore di fondo, sono stati esclusi dalle elaborazioni i profili con valore del fattore di arricchimento superficiale superiore a 1,5 ed i valori outliers  $outliers \geq Q3 + 1.5(Q3 - Q1)$ .

La distribuzione dei dati che meglio approssima il campione (normale, log-normale, gamma, non parametrica) è stata valutata utilizzando metodi grafici (istogrammi di frequenza, curve cumulative di frequenza e box plot) e attraverso test statistici di Shapiro - Wilk e Anderson - Darling.

Per Cr, Ni, Co e As la cui origine è da attribuire in prevalenza alla composizione chimica del materiale di partenza da cui il suolo ha avuto origine, è stato determinato il “contenuto di fondo di natura pedogeochimica o naturale del suolo” utilizzando i dati degli orizzonti B.

Figura 11

Spazializzazione della concentrazione di Cromo (Cr) nei suoli <sup>(1)</sup> del territorio piemontese ed individuazione di aree omogenee di concentrazione. *I* – Stazioni di monitoraggio per classi di concentrazione in mg/kg. *II* – Stima della concentrazione in mg/kg. *III* - Stima delle probabilità (%) di superamento dei limiti di legge<sup>(2)</sup>. *IV* – Aree omogenee di concentrazione (a, b, c) ed aree critiche (d, e) con probabilità elevate di superamento dei limiti di legge <sup>(2)</sup>.

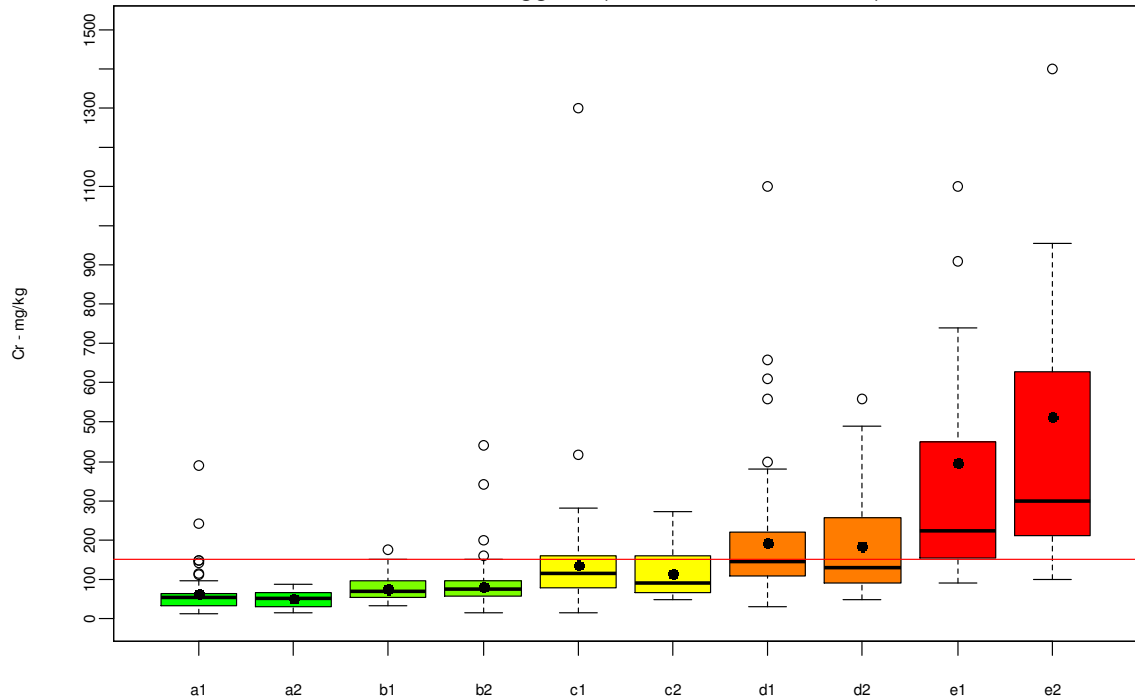


<sup>(1)</sup> Elaborazione dei campioni di suolo B (30 - 60 cm per i suoli naturali o indisturbati e 20 cm al disotto dell'orizzonte arato Ap per i suoli agricoli). <sup>(2)</sup> Limiti di legge stabiliti D.Lgs. 152/06 per siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale.  
 Fonte: Arpa Piemonte - Rete di monitoraggio ambientale dei suoli (Dati aggiornati - Dicembre 2016).



Figura 12

Box plot<sup>(1)</sup> della concentrazione di Cromo (Cr) in mg/kg nei suoli<sup>(2)</sup> del territorio piemontese per aree omogenee di concentrazione e confronto con i limiti di legge<sup>(3)</sup> (linea orizzontale rossa).



<sup>(1)</sup> rettangolo = distanza interquartile (IQR=Q3-Q1), linea orizzontale = mediana, pallino = valore outlier (>Q3+1,5\*IQR), linee verticali tratteggiate = range di valori con esclusione degli outliers. <sup>(2)</sup> Elaborazione dei campioni di suolo B (30 - 60 cm per i suoli naturali o indisturbati e 20 cm al disotto dell'orizzonte arato Ap per i suoli agricoli) <sup>(3)</sup> Limiti di legge stabiliti D.Lgs. 152/06 per siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale.

Fonte: Arpa Piemonte - Rete di monitoraggio ambientale dei suoli (Dati aggiornati - Dicembre 2016).

Tabella 3

Statistica descrittiva, percentili, valori di fondo<sup>(1)</sup>, confronto con i limiti di legge (150 mg/kg)<sup>(2)</sup> e conteggio di campioni analizzati del Cromo (Cr) nei suoli<sup>(3)</sup> del territorio piemontese per aree omogenee di concentrazione.

| Aree omogenee                             |       | Cr_a1 | Cr_a2 | Cr_b1 | Cr_b2 | Cr_c1 | Cr_c2 | Cr_d1 | Cr_d2              | Cr_e1              | Cr_e2              |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------------|--------------------|--------------------|
| <b>Media</b>                              | mg/kg | 61    | 49    | 76    | 81    | 137   | 113   | 191   | 183                | 397                | 515                |
| <b>Mediana</b>                            | mg/kg | 52    | 49    | 69    | 75    | 113   | 90    | 145   | 130                | 222                | 300                |
| <b>Dev. St</b>                            | mg/kg | 54    | 22    | 32    | 50    | 139   | 58    | 152   | 136                | 400                | 494                |
| <b>CV</b>                                 | -     | 0,9   | 0,4   | 0,4   | 0,6   | 1,0   | 0,5   | 0,8   | 0,7                | 1,0                | 1,0                |
| <b>Min</b>                                | mg/kg | 11    | 14    | 33    | 13    | 15    | 49    | 29    | 49                 | 91                 | 100                |
| <b>Max</b>                                | mg/kg | 390   | 86    | 174   | 440   | 1300  | 270   | 1100  | 560                | 1800               | 1700               |
| <b>25° percentile (Q1)</b>                | mg/kg | 34    | 29    | 53    | 56    | 77    | 66    | 107   | 93                 | 155                | 217                |
| <b>50° percentile</b>                     | mg/kg | 52    | 49    | 69    | 75    | 113   | 90    | 145   | 130                | 222                | 300                |
| <b>75° percentile (Q3)</b>                | mg/kg | 64    | 65    | 95    | 95    | 160   | 160   | 220   | 253                | 440                | 573                |
| <b>90° percentile</b>                     | mg/kg | 97    | 81    | 126   | 120   | 210   | 197   | 310   | 363                | 859                | 1267               |
| <b>95° percentile</b>                     | mg/kg | 143   | 82    | 137   | 141   | 237   | 219   | 396   | 466                | 1072               | 1505               |
| <b>Soglia outliers ≥<sup>(5)</sup></b>    | mg/kg | 108   | 118   | 156   | 153   | 284   | 301   | 390   | 491                | 868                | 1107               |
| <b>Numero outliers</b>                    | n     | 7     | 0     | 1     | 4     | 2     | 0     | 5     | 1                  | 3                  | 2                  |
| <b>Valore di fondo<sup>(1)</sup></b>      | mg/kg | 72    | 81    | 100   | 115   | 209   | 197   | 271   | 334 <sup>(4)</sup> | 470 <sup>(4)</sup> | 607 <sup>(4)</sup> |
| <b>Campioni</b>                           | n     | 70    | 41    | 59    | 139   | 90    | 44    | 85    | 28                 | 24                 | 14                 |
| <b>&gt; Limite di legge<sup>(2)</sup></b> | n     | 2     | 0     | 1     | 4     | 26    | 12    | 40    | 10                 | 19                 | 12                 |
|   | %     | 3     | 0     | 2     | 3     | 29    | 27    | 47    | 36                 | 79                 | 86                 |

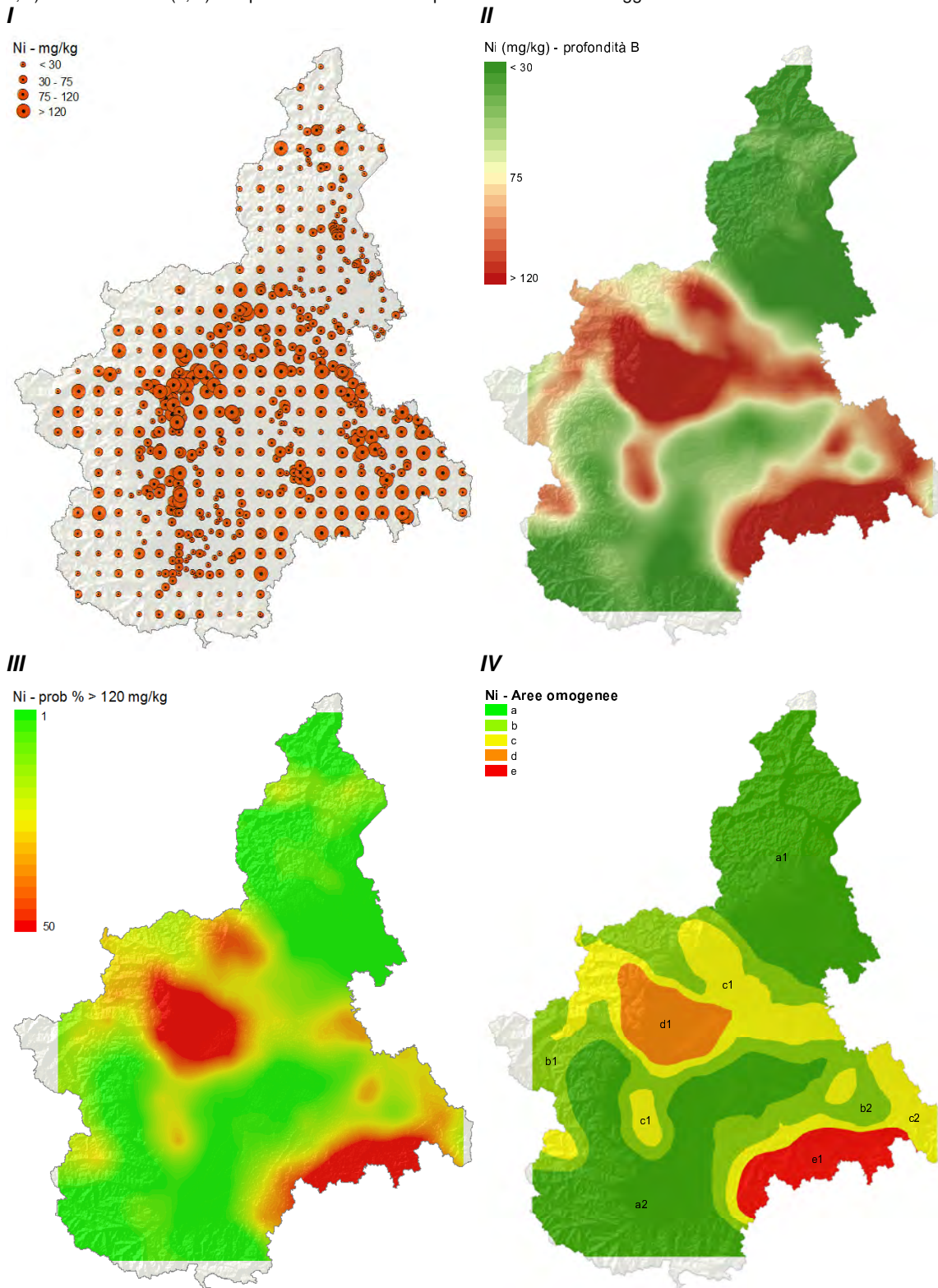
<sup>(1)</sup> Valore di *fondo-naturale* calcolato secondo la normativa ISO 19258/2005, corrisponde al 90° percentile della popolazione ricostruita di dati ottenuta dopo aver rimosso gli eventuali valori anomali (outliers). Valori calcolati a grande denominatore di scala; non possono essere considerati sostitutivi dei valori di fondo sito-specifici citati dall'art. 240 del D.Lgs. 152/06. <sup>(2)</sup> Limiti di legge D.Lgs. 152/06 per siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale. <sup>(3)</sup> Elaborazione dei campioni di suolo B (30 - 60 cm per i suoli naturali o indisturbati e 20 cm al disotto dell'orizzonte arato Ap per i suoli agricoli).

<sup>(4)</sup> Numero di dati insufficiente per una corretta definizione dei valori di fondo. Occorre un ulteriore infittimento dei campionamenti. <sup>(5)</sup> =Q3+1,5\*IQR, IQR=Q3-Q1.

Fonte: Arpa Piemonte - Rete di monitoraggio ambientale dei suoli (Dati aggiornati - Dicembre 2016).

Figura 13

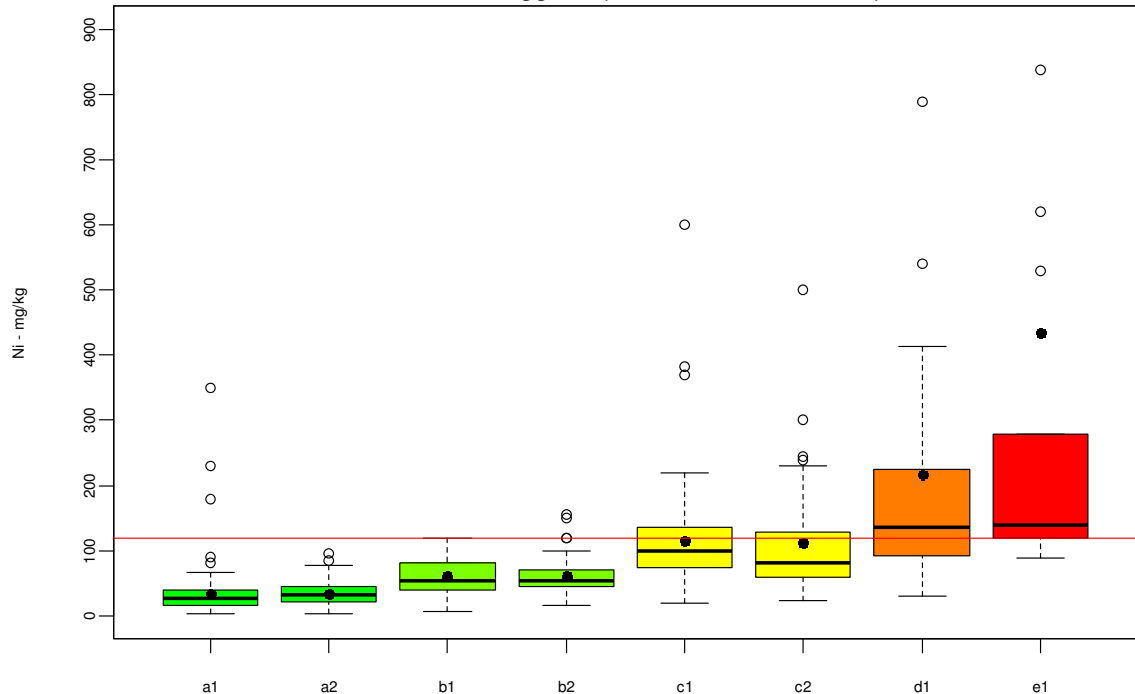
Spazializzazione della concentrazione di Nichel (Ni) nei suoli <sup>(1)</sup> del territorio piemontese ed individuazione di aree omogenee di concentrazione. *I* – Stazioni di monitoraggio per classi di concentrazione in mg/kg. *II* – Stima della concentrazione in mg/kg. *III* – Stima delle probabilità (%) di superamento dei limiti di legge<sup>(2)</sup>. *IV* – Aree omogenee di concentrazione (a, b, c) ed aree critiche (d, e) con probabilità elevate di superamento dei limiti di legge<sup>(2)</sup>.



<sup>(1)</sup> Elaborazione dei campioni di suolo B (30 - 60 cm per i suoli naturali o indisturbati e 20 cm al disotto dell'orizzonte arato Ap per i suoli agricoli). <sup>(2)</sup> Limiti di legge stabiliti D.Lgs. 152/06 per siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale.  
 Fonte: Arpa Piemonte - Rete di monitoraggio ambientale dei suoli (Dati aggiornati - Dicembre 2016).

Figura 14

Box plot <sup>(1)</sup> della concentrazione di Nichel (Ni) in mg/kg nei suoli <sup>(2)</sup> del territorio piemontese per aree omogenee di concentrazione e confronto con i limiti di legge <sup>(3)</sup> (linea orizzontale rossa).



<sup>(1)</sup> rettangolo = distanza interquartile (IQR=Q3-Q1), linea orizzontale = mediana, pallino = valore outlier ( $>Q3+1,5 \cdot IQR$ ), linee verticali tratteggiate = range di valori con esclusione degli outliers. <sup>(2)</sup> Elaborazione dei campioni di suolo B (30 - 60 cm per i suoli naturali o indisturbati e 20 cm al disotto dell'orizzonte arato Ap per i suoli agricoli) <sup>(3)</sup> Limiti di legge stabiliti D.Lgs. 152/06 per siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale.

Fonte: Arpa Piemonte - Rete di monitoraggio ambientale dei suoli (Dati aggiornati - Dicembre 2016).

Tabella 4

Statistica descrittiva, percentili, valori di fondo <sup>(1)</sup>, confronto con i limiti di legge (120 mg/kg) <sup>(2)</sup> e conteggio di campioni analizzati del Nichel (Ni) nei suoli <sup>(3)</sup> del territorio piemontese per aree omogenee di concentrazione.

| Aree omogenee                         |       | Ni a1 | Ni a2 | Ni b1 | Ni b2 | Ni c1 | Ni c2              | Ni d1 | Ni e1              |
|---------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------------|-------|--------------------|
| Media                                 | mg/kg | 33    | 34    | 61    | 61    | 115   | 112                | 217   | 435                |
| Mediana                               | mg/kg | 27    | 32    | 54    | 55    | 100   | 80                 | 136   | 140                |
| Dev. St                               | mg/kg | 38    | 17    | 28    | 30    | 79    | 95                 | 250   | 819                |
| CV                                    | -     | 1,1   | 0,5   | 0,5   | 0,5   | 0,7   | 0,8                | 1,2   | 1,9                |
| Min                                   | mg/kg | 4     | 4     | 8     | 15    | 19    | 23                 | 30    | 89                 |
| Max                                   | mg/kg | 350   | 96    | 120   | 155   | 600   | 500                | 1600  | 3500               |
| 25° percentile (Q1)                   | mg/kg | 15    | 21    | 39    | 44    | 73    | 60                 | 92    | 120                |
| 50° percentile                        | mg/kg | 27    | 32    | 54    | 55    | 100   | 80                 | 136   | 140                |
| 75° percentile (Q3)                   | mg/kg | 40    | 44    | 82    | 69    | 136   | 124                | 225   | 280                |
| 90° percentile                        | mg/kg | 51    | 56    | 110   | 98    | 170   | 237                | 364   | 708                |
| 95° percentile                        | mg/kg | 57    | 64    | 111   | 120   | 182   | 264                | 502   | 1371               |
| Soglia outliers $\geq$ <sup>(5)</sup> | mg/kg | 77    | 79    | 147   | 108   | 230   | 219                | 424   | 520                |
| Numero outliers                       | n     | 5     | 2     | 0     | 4     | 3     | 5                  | 3     | 4                  |
| Valore di fondo <sup>(1)</sup>        | mg/kg | 48    | 55    | 110   | 86    | 160   | 132 <sup>(4)</sup> | 344   | 262 <sup>(4)</sup> |
| Campioni                              | n     | 143   | 142   | 77    | 49    | 85    | 34                 | 47    | 17                 |
| > Limite di legge <sup>(2)</sup>      | n     | 3     | 0     | 0     | 2     | 31    | 9                  | 29    | 12                 |
|                                       | %     | 2     | 0     | 0     | 4     | 36    | 26                 | 62    | 71                 |

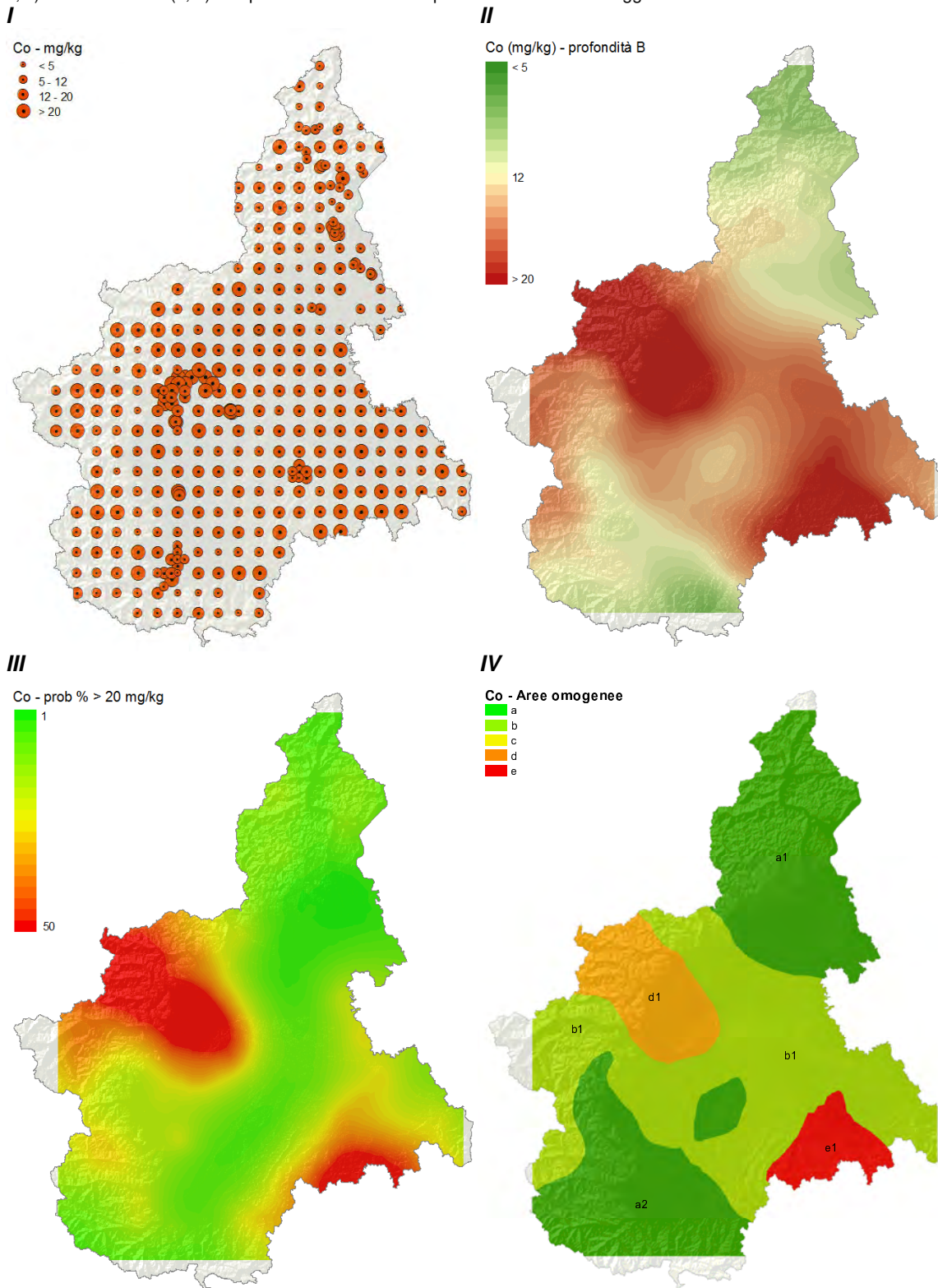
<sup>(1)</sup> Valore di fondo-naturale calcolato secondo la normativa ISO 19258/2005, corrisponde al 90° percentile della popolazione ricostruita di dati ottenuta dopo aver rimosso gli eventuali valori anomali (outliers). Valori calcolati a grande denominatore di scala; non possono essere considerati sostitutivi dei valori di fondo sito-specifici citati dall'art. 240 del D.Lgs. 152/06. <sup>(2)</sup> Limiti di legge D.Lgs. 152/06 per siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale. <sup>(3)</sup> Elaborazione dei campioni di suolo B (30 - 60 cm per i suoli naturali o indisturbati e 20 cm al disotto dell'orizzonte arato Ap per i suoli agricoli).

<sup>(4)</sup> Numero di dati insufficiente per una corretta definizione dei valori di fondo. Occorre un ulteriore infittimento dei campionamenti. <sup>(5)</sup>  $=Q3+1,5 \cdot IQR$ ,  $IQR=Q3-Q1$ .

Fonte: Arpa Piemonte - Rete di monitoraggio ambientale dei suoli (Dati aggiornati - Dicembre 2016).

Figura 15

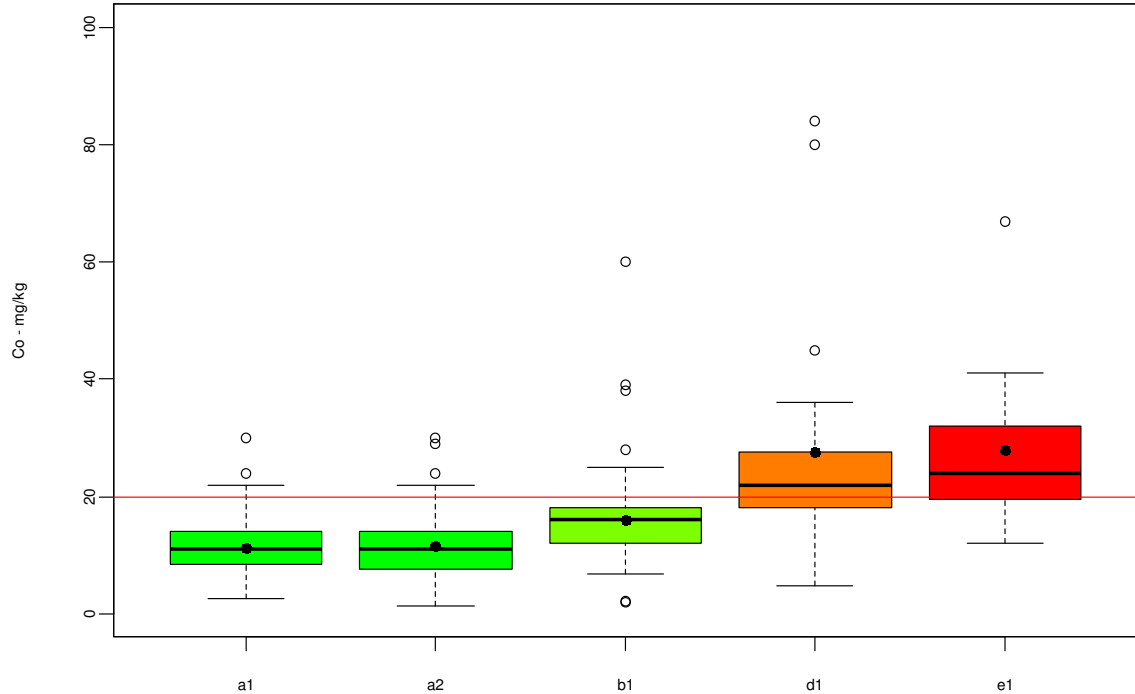
Spazializzazione della concentrazione di Cobalto (Co) nei suoli <sup>(1)</sup> del territorio piemontese ed individuazione di aree omogenee di concentrazione. *I* – Stazioni di monitoraggio per classi di concentrazione in mg/kg. *II* – Stima della concentrazione in mg/kg. *III* - Stima delle probabilità (%) di superamento dei limiti di legge<sup>(2)</sup>. *IV* – Aree omogenee di concentrazione (a, b, c) ed aree critiche (d, e) con probabilità elevate di superamento dei limiti di legge <sup>(2)</sup>.



<sup>(1)</sup> Elaborazione dei campioni di suolo B (30 - 60 cm per i suoli naturali o indisturbati e 20 cm al disotto dell'orizzonte arato Ap per i suoli agricoli). <sup>(2)</sup> Limiti di legge stabiliti D.Lgs. 152/06 per siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale.  
 Fonte: Arpa Piemonte - Rete di monitoraggio ambientale dei suoli (Dati aggiornati - Dicembre 2016).

Figura 16

Box plot <sup>(1)</sup> della concentrazione di Cobalto (Co) in mg/kg nei suoli <sup>(2)</sup> del territorio piemontese per aree omogenee di concentrazione e confronto con i limiti di legge (20 mg/kg) <sup>(3)</sup> (linea orizzontale rossa).



<sup>(1)</sup> rettangolo = distanza interquartile (IQR=Q3-Q1), linea orizzontale = mediana, pallino = valore outlier ( $>Q3+1,5 \cdot IQR$ ), linee verticali tratteggiate = range di valori con esclusione degli outliers. <sup>(2)</sup> Elaborazione dei campioni di suolo B (30 - 60 cm per i suoli naturali o indisturbati e 20 cm al disotto dell'orizzonte arato Ap per i suoli agricoli) <sup>(3)</sup> Limiti di legge stabiliti D.Lgs. 152/06 per siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale.

Fonte: Arpa Piemonte - Rete di monitoraggio ambientale dei suoli (Dati aggiornati - Dicembre 2016).

Tabella 5

Statistica descrittiva, percentili, valori di fondo <sup>(1)</sup>, confronto con i limiti di legge <sup>(2)</sup> e conteggio di campioni analizzati del Cobalto (Co) nei suoli <sup>(3)</sup> del territorio piemontese per aree omogenee di concentrazione.

| Aree omogenee                         |       | Co_a1 | Co_a2 | Co_b1 | Co_d1             | Co_e1             |
|---------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------------------|-------------------|
| Media                                 | mg/kg | 11    | 12    | 16    | 28                | 28                |
| Mediana                               | mg/kg | 11    | 11    | 16    | 22                | 24                |
| Dev. St                               | mg/kg | 5     | 6     | 7     | 26                | 16                |
| CV                                    | -     | 0,4   | 0,5   | 0,4   | 0,9               | 0,6               |
| Min                                   | mg/kg | 3     | 1     | 2     | 5                 | 12                |
| Max                                   | mg/kg | 30    | 30    | 60    | 160               | 67                |
| 25° percentile (Q1)                   | mg/kg | 9     | 8     | 12    | 18                | 20                |
| 50° percentile                        | mg/kg | 11    | 11    | 16    | 22                | 24                |
| 75° percentile (Q3)                   | mg/kg | 14    | 14    | 18    | 28                | 32                |
| 90° percentile                        | mg/kg | 18    | 18    | 22    | 36                | 41                |
| 95° percentile                        | mg/kg | 19    | 21    | 24    | 76                | 54                |
| Soglia outliers $\geq$ <sup>(5)</sup> | mg/kg | 22    | 24    | 27    | 42                | 51                |
| Numero outliers                       | n     | 2     | 2     | 4     | 4                 | 1                 |
| Valore di fondo <sup>(2)</sup>        | mg/kg | 17    | 18    | 21    | 30 <sup>(4)</sup> | 39 <sup>(4)</sup> |
| Campioni                              | n     | 89    | 72    | 130   | 43                | 11                |
| > Limite di legge <sup>(3)</sup>      | n     | 4     | 6     | 23    | 25                | 8                 |
|                                       | %     | 4     | 8     | 18    | 58                | 73                |

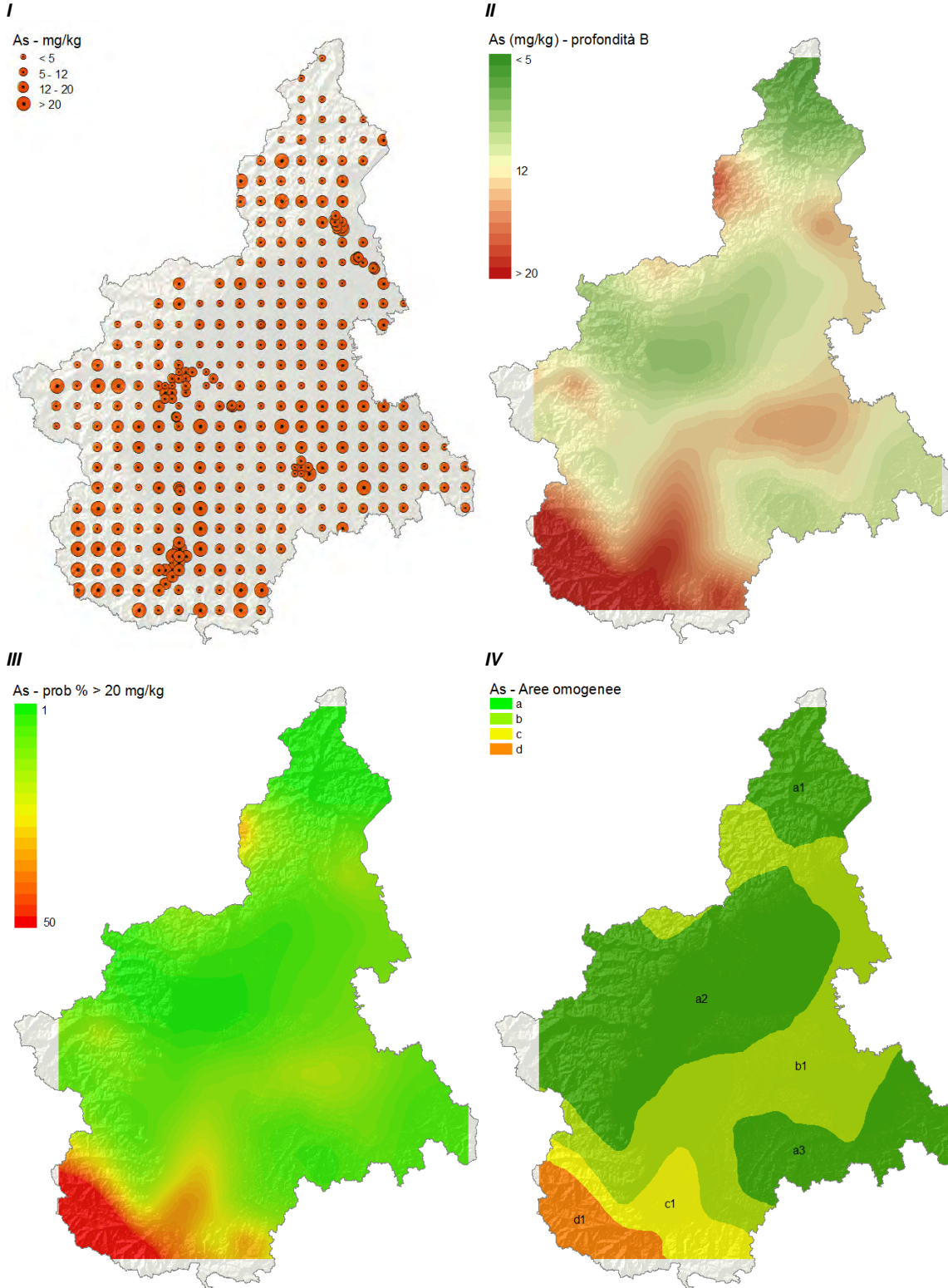
<sup>(1)</sup> Valore di *fondo-naturale* calcolato secondo la normativa ISO 19258/2005, corrisponde al 90° percentile della popolazione ricostruita di dati ottenuta dopo aver rimosso gli eventuali valori anomali (outliers). Valori calcolati a grande denominatore di scala; non possono essere considerati sostitutivi dei valori di fondo sito-specifici citati dall'art. 240 del D.Lgs. 152/06. <sup>(2)</sup> Limiti di legge D.Lgs. 152/06 per siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale. <sup>(3)</sup> Elaborazione dei campioni di suolo B (30 - 60 cm per i suoli naturali o indisturbati e 20 cm al disotto dell'orizzonte arato Ap per i suoli agricoli).

<sup>(4)</sup> Numero di dati insufficiente per una corretta definizione dei valori di fondo. Occorre un ulteriore infittimento dei campionamenti. <sup>(5)</sup>  $=Q3+1,5 \cdot IQR$ ,  $IQR=Q3-Q1$ .

Fonte: Arpa Piemonte - Rete di monitoraggio ambientale dei suoli (Dati aggiornati - Dicembre 2016).

Figura 17

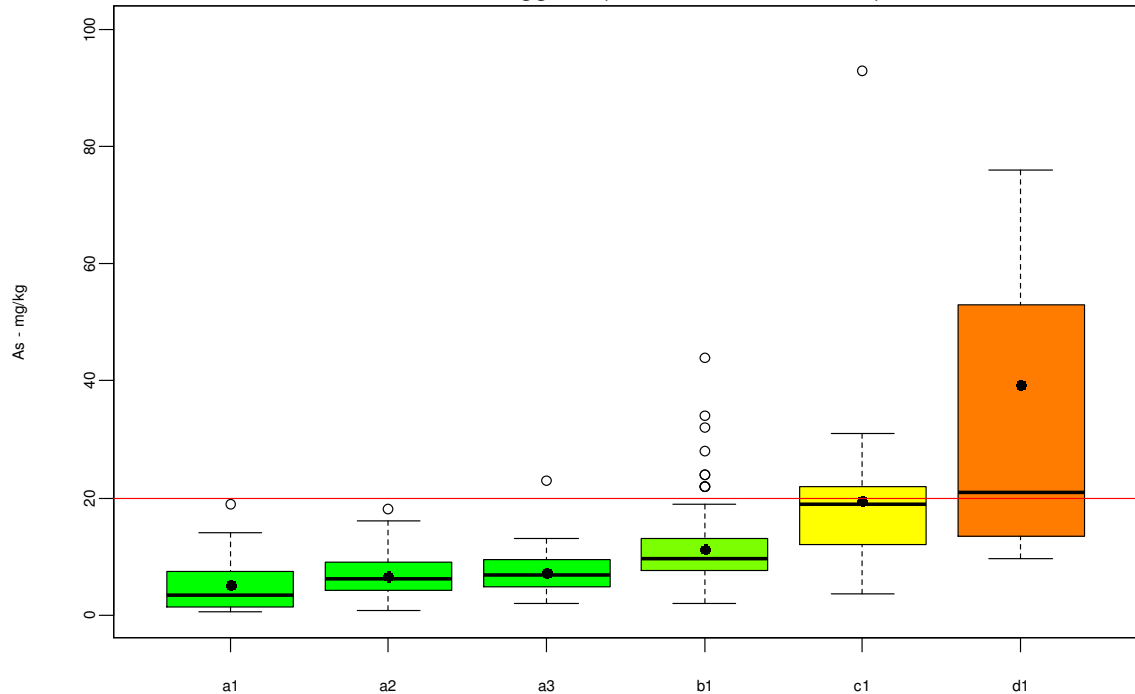
Spazializzazione della concentrazione dell'Arsenico (As) nei suoli <sup>(1)</sup> del territorio piemontese ed individuazione di aree omogenee di concentrazione. *I* – Stazioni di monitoraggio per classi di concentrazione in mg/kg. *II* – Stima della concentrazione in mg/kg. *III* – Stima delle probabilità (%) di superamento dei limiti di legge<sup>(2)</sup>. *IV* – Aree omogenee di concentrazione (a, b, c) ed aree critiche (d) con probabilità elevate di superamento dei limiti di legge<sup>(2)</sup>.



<sup>(1)</sup> Elaborazione dei campioni di suolo B (30 - 60 cm per i suoli naturali o indisturbati e 20 cm al di sotto dell'orizzonte arato Ap per i suoli agricoli). <sup>(2)</sup> Limiti di legge stabiliti D.Lgs. 152/06 per siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale.  
 Fonte: Arpa Piemonte - Rete di monitoraggio ambientale dei suoli (Dati aggiornati - Dicembre 2016).

Figura 18

Box plot <sup>(1)</sup> della concentrazione di Arsenico (As) in mg/kg nei suoli <sup>(2)</sup> del territorio piemontese per aree omogenee di concentrazione e confronto con i limiti di legge <sup>(3)</sup> (linea orizzontale rossa).



<sup>(1)</sup> rettangolo = distanza interquartile (IQR=Q3-Q1), linea orizzontale = mediana, pallino = valore outlier ( $>Q3+1,5 \cdot IQR$ ), linee verticali tratteggiate = range di valori con esclusione degli outliers. <sup>(2)</sup> Elaborazione dei campioni di suolo B (30 - 60 cm per i suoli naturali o indisturbati e 20 cm al di sotto dell'orizzonte arato Ap per i suoli agricoli) <sup>(3)</sup> Limiti di legge stabiliti D.Lgs. 152/06 per per siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale.

Fonte: Arpa Piemonte - Rete di monitoraggio ambientale dei suoli (Dati aggiornati - Dicembre 2016).

Tabella 6

Statistica descrittiva, percentili, valori di fondo <sup>(1)</sup>, confronto con i limiti di legge (20 mg/kg) <sup>(2)</sup> e conteggio di campioni analizzati dell'Arsenico (As) nei suoli <sup>(3)</sup> del territorio piemontese per aree omogenee di concentrazione.

| Aree omogenee                         |       | As_a1 | As_a2 | As_a3 | As_b1 | As_c1             | As_d1             |
|---------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------------|-------------------|
| Media                                 | mg/kg | 5     | 7     | 7     | 11    | 20                | 39                |
| Mediana                               | mg/kg | 3     | 6     | 7     | 10    | 19                | 21                |
| Dev. St                               | mg/kg | 5     | 3     | 4     | 6     | 15                | 39                |
| CV                                    | -     | 0,9   | 0,5   | 0,5   | 0,6   | 0,8               | 1,0               |
| Min                                   | mg/kg | 1     | 1     | 2     | 2     | 4                 | 10                |
| Max                                   | mg/kg | 19    | 18    | 23    | 44    | 93                | 120               |
| 25° percentile (Q1)                   | mg/kg | 2     | 4     | 5     | 8     | 12                | 14                |
| 50° percentile                        | mg/kg | 3     | 6     | 7     | 10    | 19                | 21                |
| 75° percentile (Q3)                   | mg/kg | 7     | 9     | 10    | 13    | 22                | 53                |
| 90° percentile                        | mg/kg | 11    | 11    | 10    | 17    | 29                | 102               |
| 95° percentile                        | mg/kg | 14    | 13    | 11    | 22    | 30                | 120               |
| Soglia outliers $\geq$ <sup>(5)</sup> | mg/kg | 16    | 16    | 17    | 21    | 37                | 112               |
| Numero outliers                       | n     | 1     | 1     | 1     | 9     | 1                 | 2                 |
| Valore di fondo <sup>(1)</sup>        | mg/kg | 10    | 10    | 10    | 15    | 27 <sup>(4)</sup> | 66 <sup>(4)</sup> |
| Campioni                              | n     | 22    | 104   | 37    | 117   | 33                | 15                |
| > Limite di legge <sup>(2)</sup>      | n     | 0     | 0     | 1     | 9     | 13                | 8                 |
|                                       | %     | 0     | 0     | 3     | 8     | 39                | 53                |

<sup>(1)</sup> Valore di fondo-naturale calcolato secondo la normativa ISO 19258/2005, corrisponde al 90° percentile della popolazione ricostruita di dati ottenuta dopo aver rimosso gli eventuali valori anomali (outliers). Valori calcolati a grande denominatore di scala; non possono essere considerati sostitutivi dei valori di fondo sito-specifici citati dall'art. 240 del D.Lgs. 152/06. <sup>(2)</sup> Limiti di legge D.Lgs. 152/06 per per siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale. <sup>(3)</sup> Elaborazione dei campioni di suolo B (30 - 60 cm per i suoli naturali o indisturbati e 20 cm al di sotto dell'orizzonte arato Ap per i suoli agricoli). <sup>(4)</sup> Numero di dati insufficiente per una corretta definizione dei valori di fondo. Occorre un ulteriore infittimento dei campionamenti. <sup>(5)</sup>  $=Q3+1,5 \cdot IQR$ ,  $IQR=Q3-Q1$ .

Fonte: Arpa Piemonte - Rete di monitoraggio ambientale dei suoli (Dati aggiornati - Dicembre 2016).

## Concentrazioni di Cromo, Nichel e Arsenico per le aree omogenee che interessano il territorio dei comuni di Caprie, Bussoleno, Susa e Torrazza Piemonte.

In Tabella 7 sono individuate le aree omogenee di concentrazione di Cromo (Cr), Nichel (Ni) e Arsenico (As) che interessano il territorio dei comuni di Caprie, Bussoleno, Susa e Torrazza Piemonte, da utilizzare come riferimento per la concentrazione di contaminanti nei suoli e per i rispettivi valori di fondo.

*I dati forniti fanno riferimento alla relazione "Arpa Piemonte - Analisi ambientale sulla contaminazione diffusa del suolo del territorio regionale per la definizione dei valori di fondo riguardanti diverse categorie di inquinanti"*

( <http://www.arpa.piemonte.gov.it/approfondimenti/temi-ambientali/suolo/relazione-suolo> ).

Tabella 7

Aree omogenee di concentrazione da utilizzare come riferimento per la concentrazione di contaminanti nei suoli che interessano il territorio dei comuni Caprie, Bussoleno, Susa, Torrazza

|                   | <b>Cromo</b>         | <b>Nichel</b> | <b>Arsenico</b> |
|-------------------|----------------------|---------------|-----------------|
| <b>Comune</b>     | <b>Aree omogenee</b> |               |                 |
| Caprie            | Cr_d1                | Ni_c1         | As_a2           |
| Bussoleno         | Cr_c1                | Ni_c1         | As_a2           |
| Susa              | Cr_c1                | Ni_c1         | As_a2           |
| Torrazza Piemonte | Cr_d1                | Ni_c1         | As_a2           |

Fonte: Arpa Piemonte - Rete di monitoraggio ambientale dei suoli (Dati aggiornati – Dicembre 2016).

In Tabella 8 sono riportati statistica descrittiva, percentili, valori di fondo, confronto con i limiti di legge e conteggio di campioni analizzati per le aree omogenee considerate.

Nelle Figure da 19 a 22 sono riportati parametri statistici e grafici di distribuzione della concentrazione (mg/kg):

- I. Istogramma della distribuzione (densità) per classi di concentrazione (mg/kg), curva di distribuzione della popolazione di dati e box plot in mg/kg, valori di fondo (linea tratteggiata nera) e limiti di legge (linea continua rossa) stabilito dal *D.Lgs. 152/06* per siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale (*Colonna A*).
- II. Statistica descrittiva, percentili, valori di fondo e superamenti dei limiti di legge.
- III. Curve di distribuzione cumulata di frequenza in percentili, box plot, valori di fondo (linea tratteggiata nera) e limiti di legge (linea continua rossa).

L'area omogenea di concentrazione Cr\_d1 è caratterizzata da valori medi (191 mg/kg) e mediani (145 mg/kg) elevati con superamento dei limiti di legge stabiliti D.Lgs. 152/06 (aree verdi pubbliche e private 150 mg/kg) al 75° percentile e valori di fondo stimati di 271 mg/kg.

L'area omogenea di concentrazione Cr\_c1 è caratterizzata da valori medi (137 mg/kg) e mediani (113 mg/kg) abbastanza elevati con superamento dei limiti di legge stabiliti D.Lgs. 152/06 (aree verdi pubbliche e private - 150 mg/kg) al 75° percentile e valori di fondo stimati pari a 209 mg/kg.

L'area omogenea di concentrazione Ni\_c1, caratterizzata da valori medi (115 mg/kg) e mediani (100 mg/kg) abbastanza elevati con superamento dei limiti di legge stabiliti D.Lgs. 152/06 (aree verdi pubbliche e private - 120 mg/kg) al 75° percentile, ha valori di fondo stimati pari a 160 mg/kg.

L'area omogenea di concentrazione As\_a2, caratterizzata da valori medi (7 mg/kg) e mediani (6 mg/kg) bassi e valori di fondo stimati pari a 10 mg/kg.

L'elevato livello di correlazione tra i contaminanti, evidenziato dall'indice di Pearson (Cr – Ni =0,94, Cr – Co= 0,90, Co – Ni=0,82), dai grafici a dispersione e dai risultati della Principal Component Analysis, supportano l'ipotesi relativa alla prevalente origine naturale di Cr, Ni e Co.

Le concentrazioni leggermente elevate riscontrate nella zona in oggetto, possono quindi essere attribuite in prevalenza alla presenza di affioramenti di rocce ultramafiche (serpentiniti), situati in prossimità dell'arco alpino e naturalmente ricche di Cr, Ni e Co, che determinano una notevole



influenza sui suoli che evolvono su di esse e/o sui depositi alluvionali dei corpi idrici che li attraversano.

E' di fondamentale importanza rilevare che le ipotesi riguardanti la presenza di elevate concentrazioni di Cr, Ni e Co attribuibili a prevalente origine naturale, sono state formulate attraverso l'analisi di una popolazione di dati statisticamente significativa a grande scala di dettaglio; a scala locale non è quindi possibile escludere a priori la presenza di contaminazione puntuale di origine antropica con concentrazioni anche inferiori a quelle indicate.

L'ottenimento di parametri statistici rappresentativi a scala di dettaglio locale è quindi vincolato ad un ulteriore approfondimento con monitoraggio di maggiore dettaglio ed eventuale analisi approfondite delle caratteristiche dei contaminanti (solubilità, biodisponibilità, effettiva tossicità) tramite speciazione.

Per una corretta interpretazione dei parametri statistici forniti e delle ipotesi formulate si rimanda al capitolo successivo "Raccomandazioni relative all'utilizzo dei dati".

Per l'approfondimento dei temi riguardanti l'interpretazione di presenza, origine ed intensità della contaminazione diffusa da Cromo, Nichel, Cobalto e Arsenico si rimanda alla relazione allegata "Arpa Piemonte - Analisi ambientale sulla contaminazione diffusa del suolo del territorio regionale per la definizione dei valori di fondo riguardanti diverse categorie di inquinanti" che può essere scaricata direttamente dal sito dell'Arpa Piemonte.

Tabella 8

Statistica descrittiva, percentili, valori di fondo <sup>(1)</sup>, confronto con i limiti di legge <sup>(2)</sup> e conteggio di campioni analizzati di Cromo (Cr), Nichel (Ni) e Arsenico (As) per aree omogenee di concentrazione dei suoli <sup>(3)</sup> che interessano il territorio dei comuni di Casale Monferrato, Castellar Guidobono, Monleale, Viguzzolo, Volpedo e Volpigliano.

| Aree omogenee   |       | Cr_d1 | Cr_c1 | Ni_c1 | As_a2 |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|
| <b>Media</b>  | mg/kg | 191   | 137   | 115   | 7     |
| <b>Mediana</b>  | mg/kg | 145   | 113   | 100   | 6     |
| <b>Dev. St</b>  | mg/kg | 152   | 139   | 79    | 3     |
| <b>CV</b>   | -     | 0,8   | 1,0   | 0,7   | 0,5   |
| <b>Min</b>  | mg/kg | 29    | 15    | 19    | 1     |
| <b>Max</b>  | mg/kg | 1100  | 1300  | 600   | 18    |
| <b>25° percentile (Q1)</b>                              | mg/kg | 107   | 77    | 73    | 4     |
| <b>50° percentile</b>                                   | mg/kg | 145   | 113   | 100   | 6     |
| <b>75° percentile (Q3)</b>                              | mg/kg | 220   | 160   | 136   | 9     |
| <b>90° percentile</b>                                   | mg/kg | 310   | 210   | 170   | 11    |
| <b>95° percentile</b>                                   | mg/kg | 396   | 237   | 182   | 13    |
| <b>Soglia outliers <math>\geq</math> <sup>(5)</sup></b> | mg/kg | 390   | 284   | 230   | 16    |
| <b>Numero outliers</b>                                  | n     | 5     | 2     | 3     | 1     |
| <b>Valore di fondo <sup>(1)</sup></b>                   | mg/kg | 271   | 209   | 160   | 10    |
| <b>Campioni</b>   | n     | 85    | 90    | 85    |       |
| <b>&gt; Limite di legge <sup>(2)</sup></b>              | n     | 40    | 26    | 31    | 104   |
|   | %     | 47    | 29    | 36    | 0     |
|   |       |       |       |       | 0     |

<sup>(1)</sup> Valore di fondo-naturale calcolato secondo la normativa ISO 19258/2005, corrisponde al 90° percentile della popolazione ricostruita di dati ottenuta dopo aver rimosso gli eventuali valori anomali (outliers). Valori calcolati a grande denominatore di scala; non possono essere considerati sostitutivi dei valori di fondo sito-specifici citati dall'art. 240 del D.Lgs. 152/06. <sup>(2)</sup> Limiti di legge D.Lgs. 152/06 per siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale. <sup>(3)</sup> Elaborazione dei campioni di suolo B (30 - 60 cm per i suoli naturali o indisturbati e 20 cm al disotto dell'orizzonte arato Ap per i suoli agricoli).

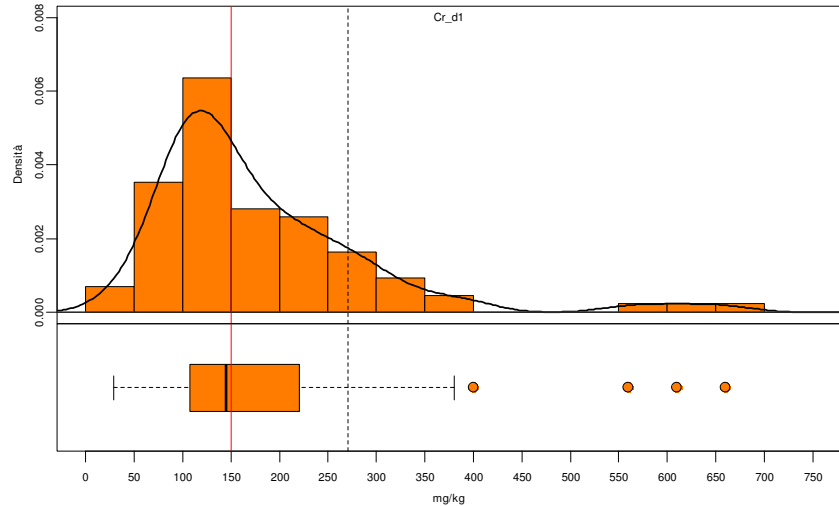
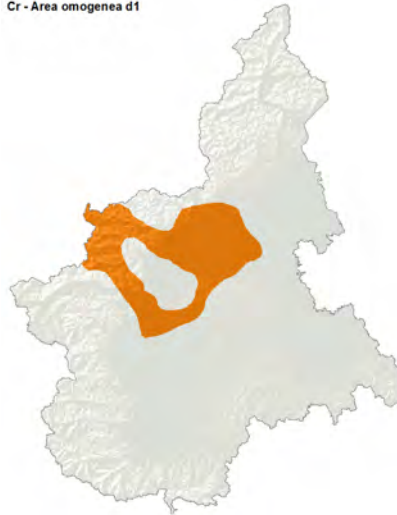
Fonte: Arpa Piemonte - Rete di monitoraggio ambientale dei suoli (Dati aggiornati – Dicembre 2016).

Figura 19

Parametri statistici del Cromo (Cr)<sup>(1)</sup> per l'area omogenea di concentrazione **Cr\_d1** e confronto con valori di fondo<sup>(2)</sup> (linea tratteggiata nera) e limiti di legge<sup>(3)</sup> (linea continua rossa).

**I** – Delimitazione dell'area. **II** – Istogramma per classi di concentrazione, curva di distribuzione della popolazione di dati e box plot<sup>(4)</sup> in mg/kg. **III** - Statistica descrittiva, percentili e valori di fondo. **IV** - Curve di distribuzione cumulata di frequenza in percentili e box plot<sup>(4)</sup>.

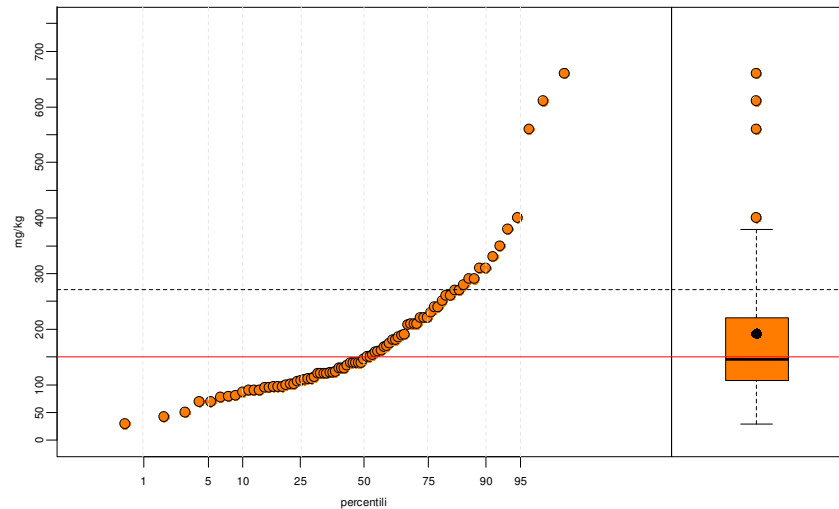
Cr - Area omogenea d1



**III**

| Aree omogenee                    |       | Cr_d1 |
|----------------------------------|-------|-------|
| Media                            | mg/kg | 191   |
| Mediana                          | mg/kg | 145   |
| Dev. St                          | mg/kg | 152   |
| CV                               | -     | 0,8   |
| Min                              | mg/kg | 29    |
| Max                              | mg/kg | 1100  |
| 25° percentile (Q1)              | mg/kg | 107   |
| 50° percentile                   | mg/kg | 145   |
| 75° percentile (Q3)              | mg/kg | 220   |
| 90° percentile                   | mg/kg | 310   |
| 95° percentile                   | mg/kg | 396   |
| Soglia outliers ≥ <sup>(5)</sup> | mg/kg | 390   |
| Numero outliers                  | n     | 5     |
| Valore di fondo <sup>(2)</sup>   | mg/kg | 271   |
| Campioni                         | n     | 85    |
| > Limite di legge <sup>(3)</sup> | n     | 40    |
|                                  | %     | 47    |

**IV**



<sup>(1)</sup> Elaborazione dei campioni di suolo B (30 - 60 cm per i suoli naturali o indisturbati e 20 cm al disotto dell'orizzonte arato Ap per i suoli agricoli). <sup>(2)</sup> Valore di *fondo-naturale* calcolato secondo la normativa ISO 19258/2005, corrisponde al 90° percentile della popolazione ricostruita di dati ottenuta dopo aver rimosso gli eventuali valori anomali (outliers). Valori calcolati a grande denominatore di scala; non possono essere considerati sostitutivi dei valori di fondo sito-specifici citati dall'art. 240 del D.Lgs. 152/06. <sup>(3)</sup> Limiti di legge stabiliti D.Lgs. 152/06 per siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale. <sup>(4)</sup> rettangolo = distanza interquartile (IQR=Q3-Q1), linea orizzontale = mediana, pallino = valore outlier (> Q3+1,5\*IQR), linee verticali tratteggiate = range di valori con esclusione degli outliers. <sup>(5)</sup> Soglia outliers = Q3+1,5\*IQR dove IQR=(Q3-Q1).

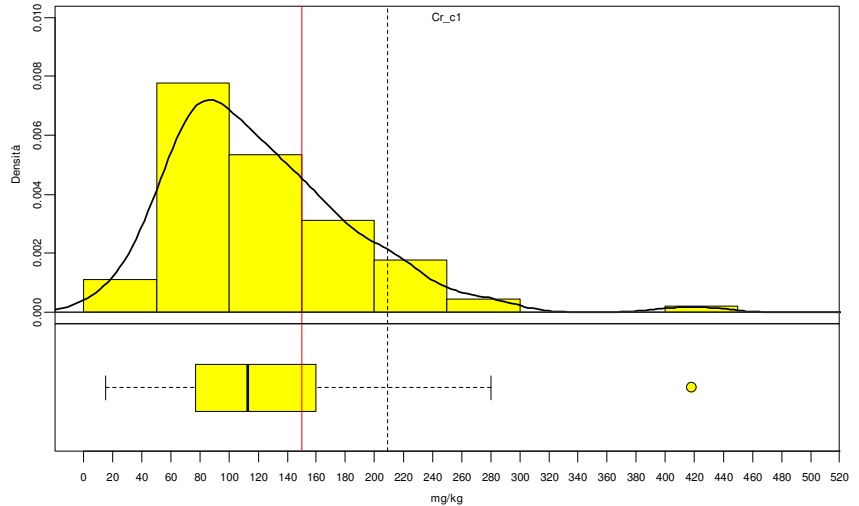
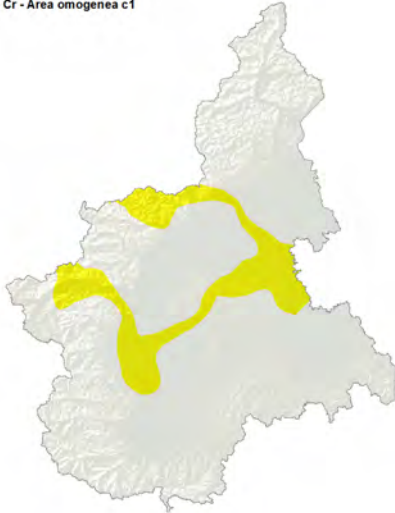
Fonte: Arpa Piemonte - Rete di monitoraggio ambientale dei suoli (Dati aggiornati - Dicembre 2016).

Figura 20

Parametri statistici del Cromo (Cr)<sup>(1)</sup> per l'area omogenea di concentrazione **Cr\_c1** e confronto con valori di fondo<sup>(2)</sup> (linea tratteggiata nera) e limiti di legge<sup>(3)</sup> (linea continua rossa).

**I** – Delimitazione dell'area. **II** – Istogramma per classi di concentrazione, curva di distribuzione della popolazione di dati e box plot<sup>(4)</sup> in mg/kg. **III** - Statistica descrittiva, percentili e valori di fondo. **IV** - Curve di distribuzione cumulata di frequenza in percentili e box plot<sup>(4)</sup>.

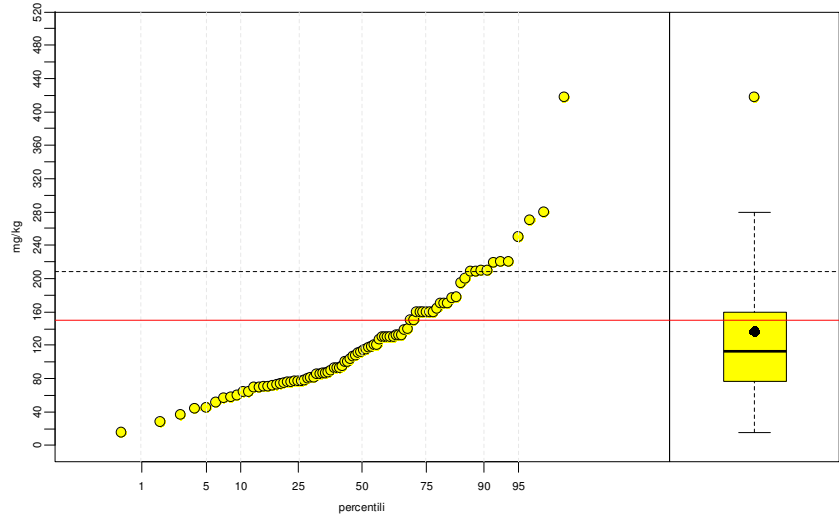
Cr - Area omogenea c1



**III**

| Aree omogenee                    |       | Cr_c1 |
|----------------------------------|-------|-------|
| Media                            | mg/kg | 137   |
| Mediana                          | mg/kg | 113   |
| Dev. St                          | mg/kg | 139   |
| CV                               | -     | 1,0   |
| Min                              | mg/kg | 15    |
| Max                              | mg/kg | 1300  |
| 25° percentile (Q1)              | mg/kg | 77    |
| 50° percentile                   | mg/kg | 113   |
| 75° percentile (Q3)              | mg/kg | 160   |
| 90° percentile                   | mg/kg | 210   |
| 95° percentile                   | mg/kg | 237   |
| Soglia outliers <sup>(5)</sup>   | mg/kg | 284   |
| Numero outliers                  | n     | 2     |
| Valore di fondo <sup>(2)</sup>   | mg/kg | 209   |
| Campioni                         | n     | 90    |
| > Limite di legge <sup>(3)</sup> | n     | 26    |
|                                  | %     | 29    |

**IV**



<sup>(1)</sup> Elaborazione dei campioni di suolo B (30 - 60 cm per i suoli naturali o indisturbati e 20 cm al disotto dell'orizzonte arato Ap per i suoli agricoli). <sup>(2)</sup> Valore di *fondo-naturale* calcolato secondo la normativa ISO 19258/2005, corrisponde al 90° percentile della popolazione ricostruita di dati ottenuta dopo aver rimosso gli eventuali valori anomali (outliers). Valori calcolati a grande denominatore di scala; non possono essere considerati sostitutivi dei valori di fondo sito-specifici citati dall'art. 240 del D.Lgs. 152/06. <sup>(3)</sup> Limiti di legge stabiliti D.Lgs. 152/06 per siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale. <sup>(4)</sup> rettangolo = distanza interquartile (IQR=Q3-Q1), linea orizzontale = mediana, pallino = valore outlier (> Q3+1,5\*IQR), linee verticali tratteggiate = range di valori con esclusione degli outliers. <sup>(5)</sup> Soglia outliers = Q3+1,5\*IQR dove IQR=(Q3-Q1).

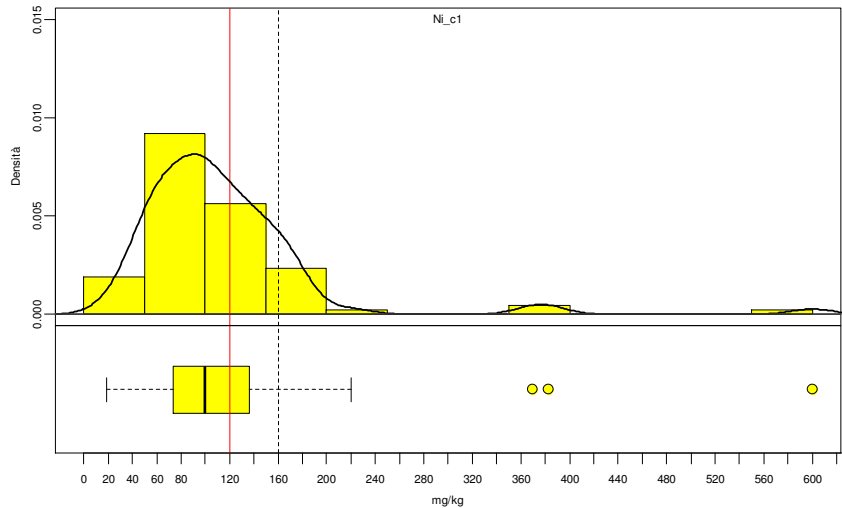
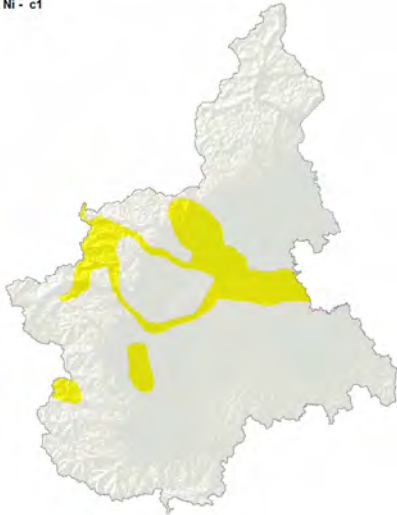
Fonte: Arpa Piemonte - Rete di monitoraggio ambientale dei suoli (Dati aggiornati - Dicembre 2016).

Figura 21

Parametri statistici del Nichel (Ni)<sup>(1)</sup> per l'area omogenea di concentrazione **Ni\_c1** e confronto con valori di fondo<sup>(2)</sup> (linea tratteggiata nera) e limiti di legge<sup>(3)</sup> (linea continua rossa).

**I** – Delimitazione dell'area. **II** – Istogramma per classi di concentrazione, curva di distribuzione della popolazione di dati e box plot<sup>(4)</sup> in mg/kg. **III** - Statistica descrittiva, percentili e valori di fondo. **IV** - Curve di distribuzione cumulata di frequenza in percentili e box plot<sup>(4)</sup>.

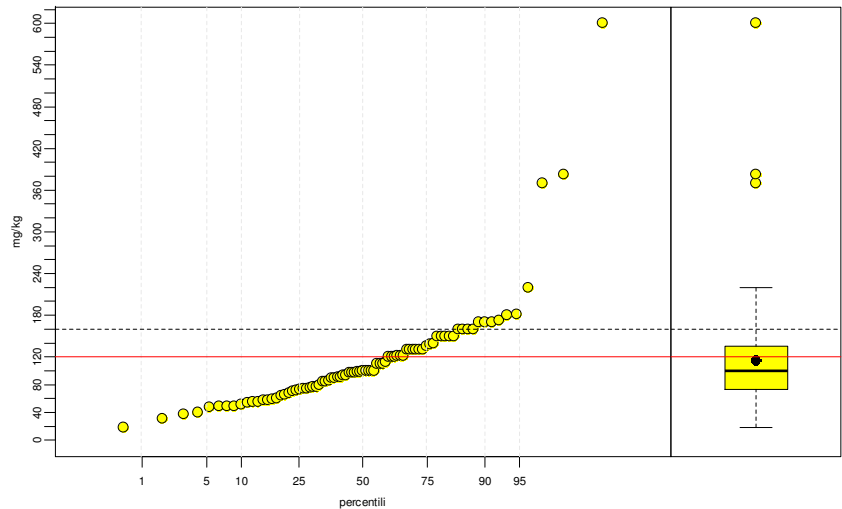
Ni - c1



**III**

| Aree omogenee                    |       | Ni_c1 |
|----------------------------------|-------|-------|
| Media                            | mg/kg | 115   |
| Mediana                          | mg/kg | 100   |
| Dev. St                          | mg/kg | 79    |
| CV                               | -     | 0,7   |
| Min                              | mg/kg | 19    |
| Max                              | mg/kg | 600   |
| 25° percentile (Q1)              | mg/kg | 73    |
| 50° percentile                   | mg/kg | 100   |
| 75° percentile (Q3)              | mg/kg | 136   |
| 90° percentile                   | mg/kg | 170   |
| 95° percentile                   | mg/kg | 182   |
| Soglia outliers <sup>(5)</sup>   | mg/kg | 230   |
| Numero outliers                  | n     | 3     |
| Valore di fondo <sup>(2)</sup>   | mg/kg | 160   |
| Campioni                         | n     | 85    |
| > Limite di legge <sup>(3)</sup> | n     | 31    |
|                                  | %     | 36    |

**IV**



<sup>(1)</sup> Elaborazione dei campioni di suolo B (30 - 60 cm per i suoli naturali o indisturbati e 20 cm al disotto dell'orizzonte arato Ap per i suoli agricoli). <sup>(2)</sup> Valore di *fondo-naturale* calcolato secondo la normativa ISO 19258/2005, corrisponde al 90° percentile della popolazione ricostruita di dati ottenuta dopo aver rimosso gli eventuali valori anomali (outliers). Valori calcolati a grande denominatore di scala; non possono essere considerati sostitutivi dei valori di fondo sito-specifici citati dall'art. 240 del D.Lgs. 152/06. <sup>(3)</sup> Limiti di legge stabiliti D.Lgs. 152/06 per siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale. <sup>(4)</sup> rettangolo = distanza interquartile (IQR=Q3-Q1), linea orizzontale = mediana, pallino = valore outlier (> Q3+1,5\*IQR), linee verticali tratteggiate = range di valori con esclusione degli outliers. <sup>(5)</sup> Soglia outliers = Q3+1,5\*IQR dove IQR=(Q3-Q1).

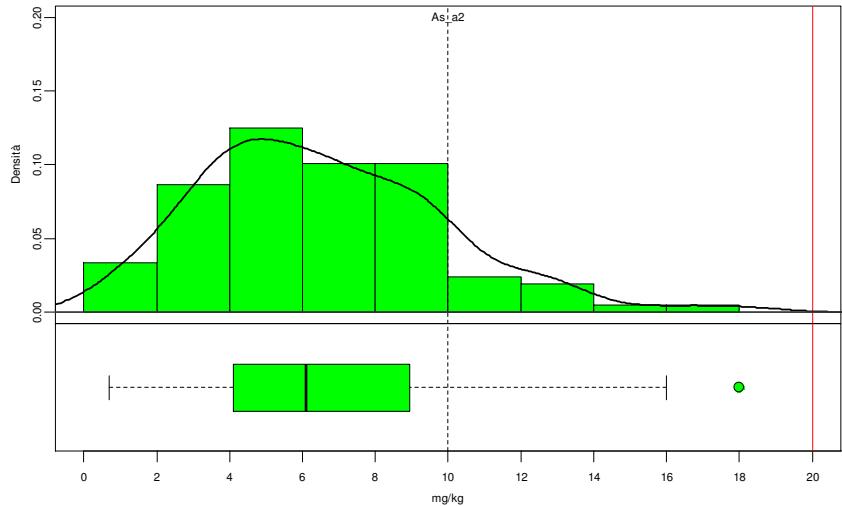
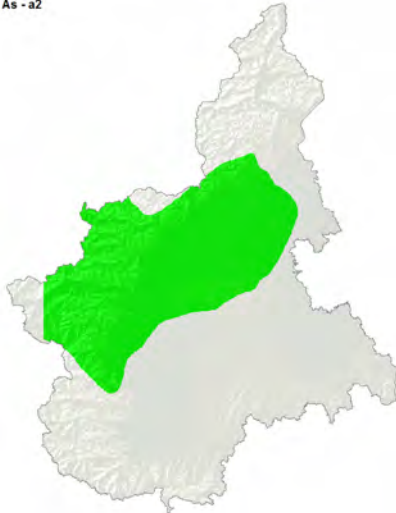
Fonte: Arpa Piemonte - Rete di monitoraggio ambientale dei suoli (Dati aggiornati - Dicembre 2016).

Figura 22

Parametri statistici del Arsenico (As) <sup>(1)</sup> per l'area omogenea di concentrazione **As\_a2** e confronto con valori di fondo <sup>(2)</sup> (linea tratteggiata nera) e limiti di legge <sup>(3)</sup> (linea continua rossa).

**I** – Delimitazione dell'area. **II** – Istogramma per classi di concentrazione, curva di distribuzione della popolazione di dati e box plot <sup>(4)</sup> in mg/kg. **III** - Statistica descrittiva, percentili e valori di fondo. **IV** - Curve di distribuzione cumulata di frequenza in percentili e box plot <sup>(4)</sup>.

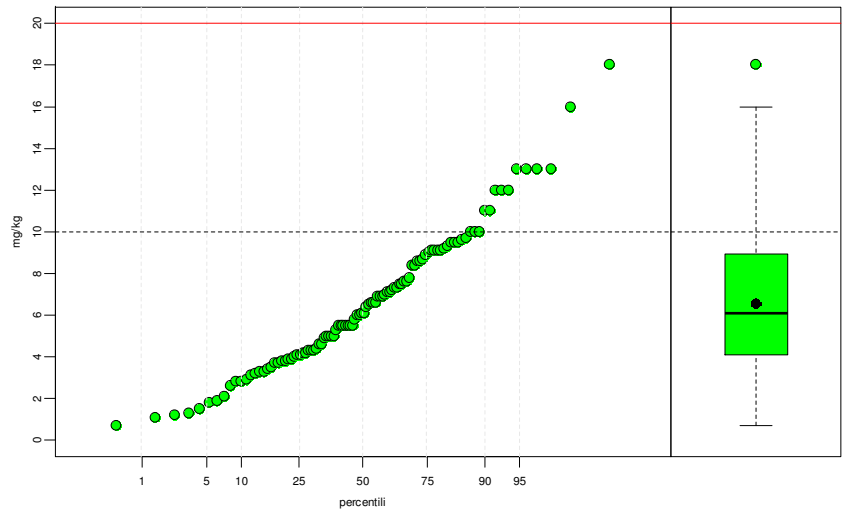
As - a2



**III**

| Aree omogenee                    |       | As_a2 |
|----------------------------------|-------|-------|
| Media                            | mg/kg | 7     |
| Mediana                          | mg/kg | 6     |
| Dev. St                          | mg/kg | 3     |
| CV                               | -     | 0,5   |
| Min                              | mg/kg | 1     |
| Max                              | mg/kg | 18    |
| 25° percentile (Q1)              | mg/kg | 4     |
| 50° percentile                   | mg/kg | 6     |
| 75° percentile (Q3)              | mg/kg | 9     |
| 90° percentile                   | mg/kg | 11    |
| 95° percentile                   | mg/kg | 13    |
| Soglia outliers <sup>(5)</sup>   | mg/kg | 16    |
| Numero outliers                  | n     | 1     |
| Valore di fondo <sup>(2)</sup>   | mg/kg | 10    |
| Campioni                         | n     | 104   |
| > Limite di legge <sup>(3)</sup> | %     | 0     |

**IV**



<sup>(1)</sup> Elaborazione dei campioni di suolo B (30 - 60 cm per i suoli naturali o indisturbati e 20 cm al disotto dell'orizzonte arato Ap per i suoli agricoli). <sup>(2)</sup> Valore di *fondo-naturale* calcolato secondo la normativa ISO 19258/2005, corrisponde al 90° percentile della popolazione ricostruita di dati ottenuta dopo aver rimosso gli eventuali valori anomali (outliers). Valori calcolati a grande denominatore di scala; non possono essere considerati sostitutivi dei valori di fondo sito-specifici citati dall'art. 240 del D.Lgs. 152/06. <sup>(3)</sup> Limiti di legge stabiliti D.Lgs. 152/06 per per siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale. <sup>(4)</sup> rettangolo = distanza interquartile (IQR=Q3-Q1), linea orizzontale = mediana, pallino = valore outlier (> Q3+1,5\*IQR), linee verticali tratteggiate = range di valori con esclusione degli outliers. <sup>(5)</sup> Soglia outliers = Q3+1,5\*IQR dove IQR=(Q3-Q1).

Fonte: Arpa Piemonte - Rete di monitoraggio ambientale dei suoli (Dati aggiornati – Dicembre 2016).

## Raccomandazioni generali relative all'utilizzo dei dati

Le elaborazioni statistiche fornite dalla rete di monitoraggio per aree omogenee di concentrazione a scala regionale, rappresentano una fondamentale base conoscitiva scientifica di riferimento per attività correlate alla valutazione della qualità del suolo e dell'ambiente, alla pianificazione territoriale su ampia scala ed all'applicazione delle normative che riguardano la contaminazione del suolo. E' però di fondamentale importanza rilevare che i parametri statistici forniti, essendo elaborati a grande denominatore di scala e con un numero di campioni ridotto in relazione alla eterogeneità delle unità geologiche pedogenizzate, verosimilmente non sono attendibili a livello locale e/o comunale.

Per l'utilizzo e l'interpretazione dei dati è opportuno specificare che:

- I parametri statistici ed i valori di fondo forniti per area omogenea di concentrazione possono essere utilizzati come riferimento esclusivamente per lo strato superficiale interessato da processi chimici, fisici e biologici della pedogenesi e per una profondità coerente con le profondità di campionamento utilizzate nel presente studio (cfr. capitolo sul campionamento dei suoli pagg. 9 – 10);
- Le determinazioni analitiche in laboratorio condotte sull'aliquota di granulometria inferiore a 2 mm;
- La concentrazione fornita dalle elaborazioni si riferisce alla totalità dei materiali secchi della sola frazione inferiore a 2 mm, senza includere la frazione di scheletro 2 cm - 2 mm. I dati forniti dalla rete di monitoraggio non sono pertanto direttamente confrontabili con valori di concentrazione relativi a campioni riferiti alla totalità dei materiali secchi (comprensiva dello scheletro frazione 2 cm - 2 mm in base alle modalità previste dal D.Lgs. 152/06);
- I parametri statistici dall'area omogenea di concentrazione ricadente nella zona di interesse devono essere interpretati esclusivamente in termini probabilistici;
- Le rappresentazioni geostatistiche per aree omogenee di concentrazione dei singoli contaminanti sono da interpretare ad una scala di dettaglio indicativa pari a 1:250.000;
- Le concentrazioni dei contaminanti derivate da una o più stazioni di monitoraggio non possono essere considerate rappresentative del livello di contaminazione locale;
- L'ottenimento di parametri statistici rappresentativi a scala di dettaglio comunale e/o locale è vincolato ad un ulteriore approfondimento con monitoraggio di maggiore dettaglio;
- L'eventuale incongruenza della concentrazione del singolo dato rispetto a quella stimata può essere attribuito, oltre che alla scala di rappresentazione, alla bassa rappresentatività del punto rispetto alla popolazione di dati individuata all'interno dell'area omogenea;
- Nell'ambito delle indagini preliminari sito specifiche richieste dalla normativa riguardante la contaminazione dei suoli, i valori di fondo forniti dalla rete di monitoraggio sono da utilizzare esclusivamente come riferimento conoscitivo scientifico di base e non possono in nessun modo sostituire i valori di fondo sito-specifici citati dall'art. 240 del D.Lgs. 152/06.

## Utilizzo dei dati della rete nell'ambito del D.M. 10 agosto 2012 n. 161

Per quanto riguarda l'applicazione della normativa concernente le terre e rocce da scavo, l'allegato 4 del D.M. 10 agosto 2012 n. 161 cita: "Qualora si rilevi il superamento di uno o più limiti di cui alle colonne A e B Tabella 1 allegato 5, al Titolo V parte IV del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i., è fatta salva la possibilità del proponente di dimostrare, anche avvalendosi di analisi e studi pregressi già valutati dagli Enti, che tali superamenti sono dovuti a caratteristiche naturali del terreno o da fenomeni naturali e che di conseguenza le concentrazioni misurate sono relative a valori di fondo naturale".

Per il territorio piemontese il riferimento ad "analisi e studi pregressi realizzati già valutati dagli Enti", può essere effettuato in prima battuta tramite confronto con i risultati della Rete di monitoraggio ambientale dei suoli.

I risultati della rete dimostrano la presenza sul territorio piemontese di aree critiche caratterizzate da probabilità elevate di superamento dei limiti di legge (D.Lgs. 152/06 - Allegato 5 - Tabella 1 - colonna A) attribuibili in prevalenza "a caratteristiche naturali del terreno" per: Cromo (Cr), Nichel (Ni), Cobalto (Co), Arsenico (As) e Vanadio (V).

E' opportuno specificare che l'utilizzo dei parametri di riferimento forniti della rete di monitoraggio per dimostrare che i superamenti dei limiti di legge riscontrati sono principalmente attribuibili a caratteristiche naturali del terreno, può essere effettuata esclusivamente per siti che ricadono nelle aree critiche contrassegnate con le lettere "d" e/o "e", caratterizzate da alte probabilità (>50%) di superamento dei limiti di legge.

Le ipotesi relative alla prevalenza origine naturale sono relative all'analisi di una popolazione di dati statisticamente significativa a grande scala di dettaglio. Nelle aree critiche non è quindi possibile escludere a priori la presenza di casi di superamento dei limiti di legge e/o valori di fondo proposti, riconducibili a contaminazione puntuale di origine antropica come del resto non è possibile escludere localmente la presenza di valori superiori al fondo determinato in termini probabilistici dovuto a cause naturali.

Occorre inoltre considerare che le elevate concentrazioni riscontrate nelle aree critiche, caratterizzate da concentrazioni medie e valori di fondo molto elevati, possono "mascherare" forme di contaminazione da deposizione superficiale anche di intensità rilevante.

Per i motivi sopra elencati, l'ottenimento di dati rappresentativi a scala di dettaglio comunale e/o locale, è sempre vincolato ad un ulteriore approfondimento con caratterizzazione di maggiore dettaglio ed eventuale speciazione dei metalli per meglio comprendere l'origine dell'elemento considerato.

Per l'interpretazione ed il confronto con i parametri statistici forniti dalla rete di monitoraggio per aree omogenee di concentrazione è opportuno considerare alcuni aspetti di fondamentale importanza:

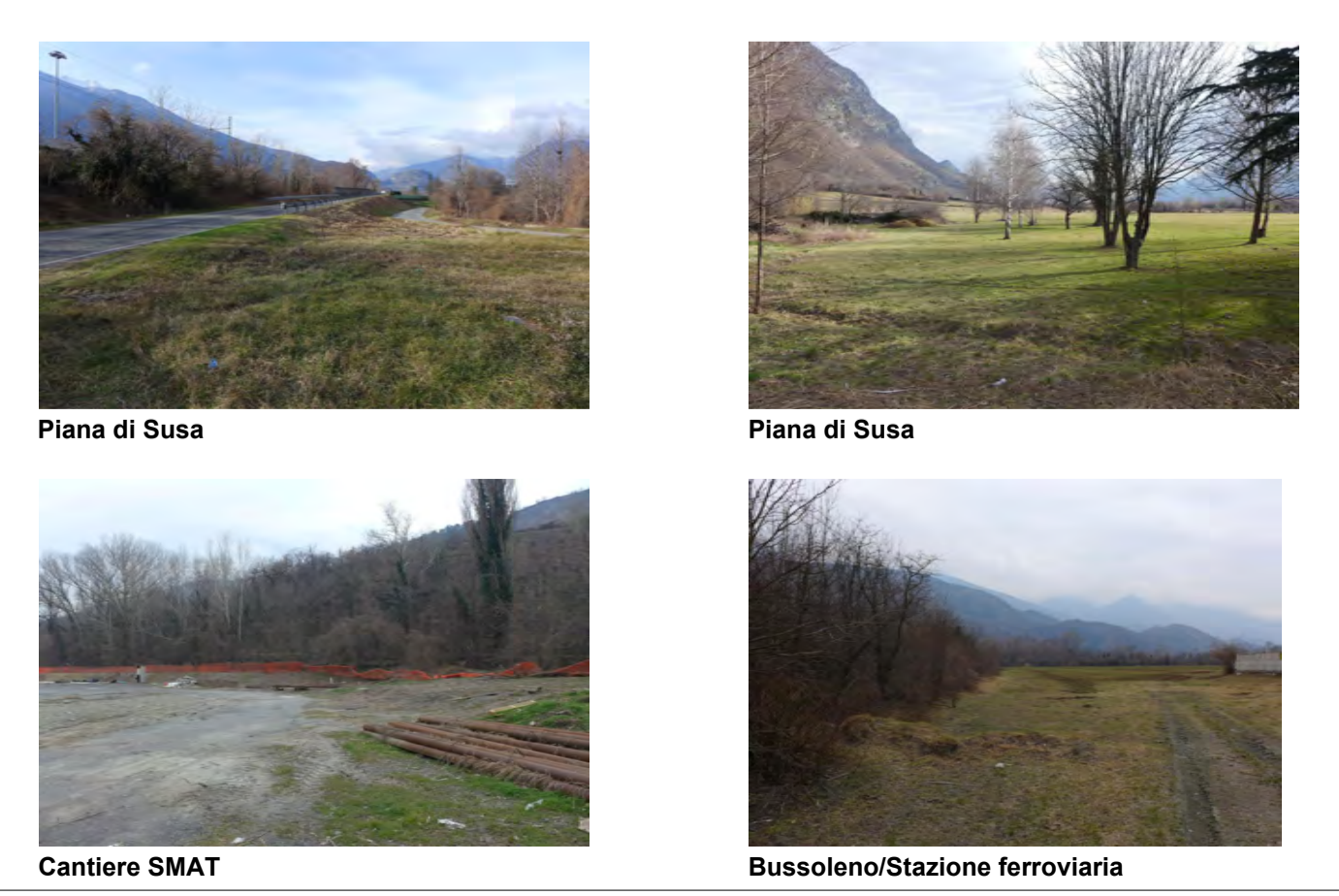
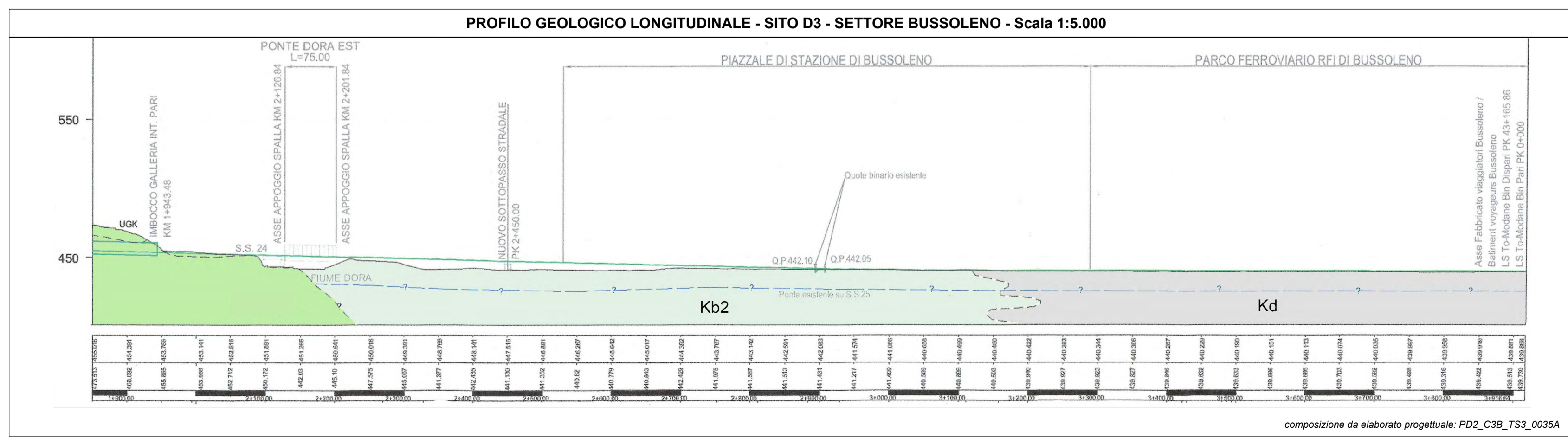
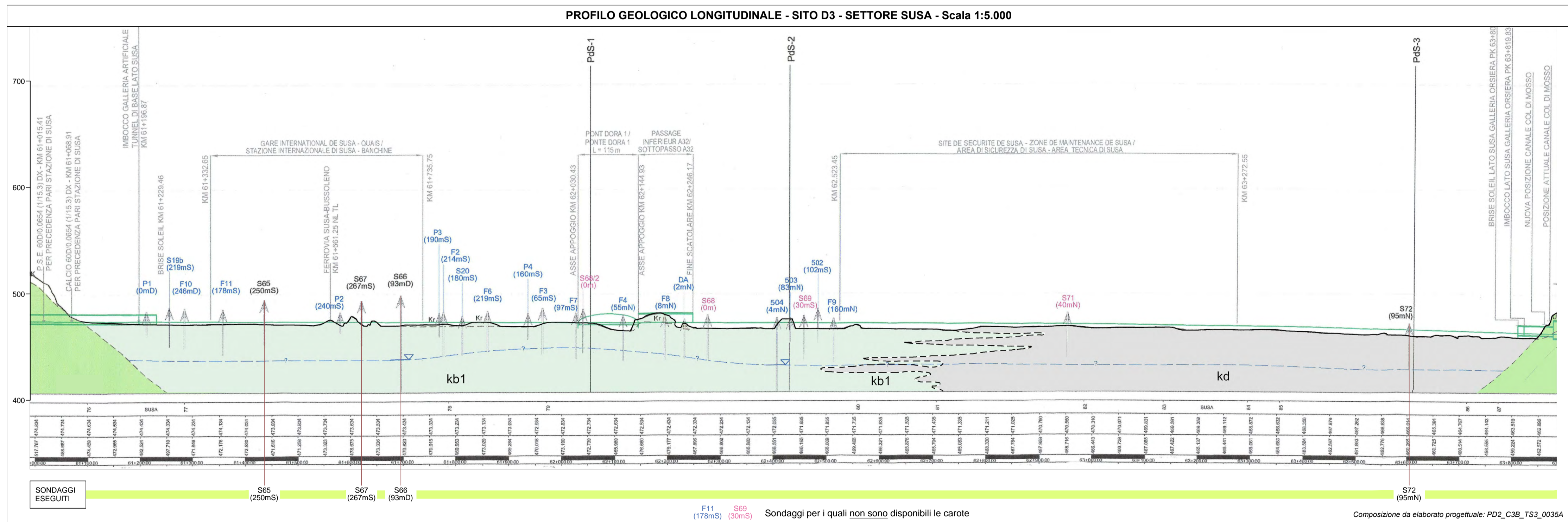
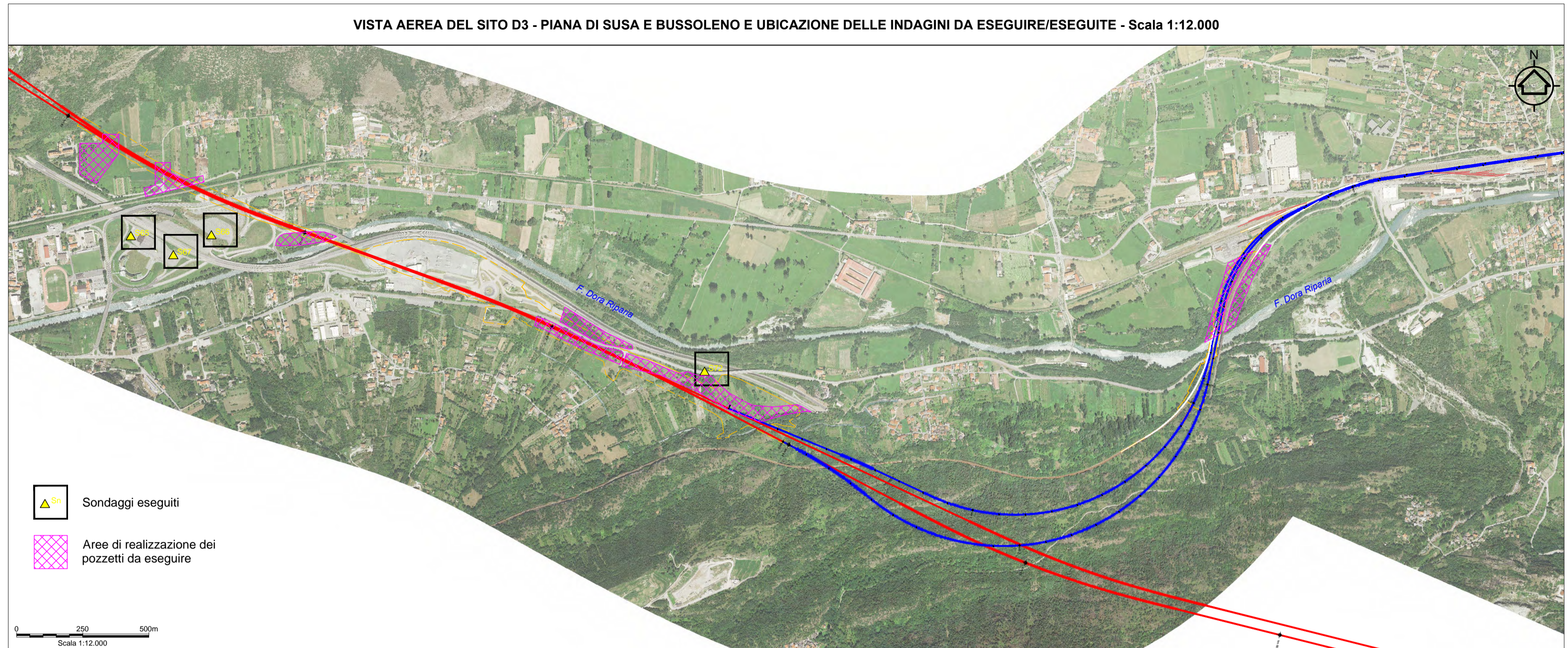
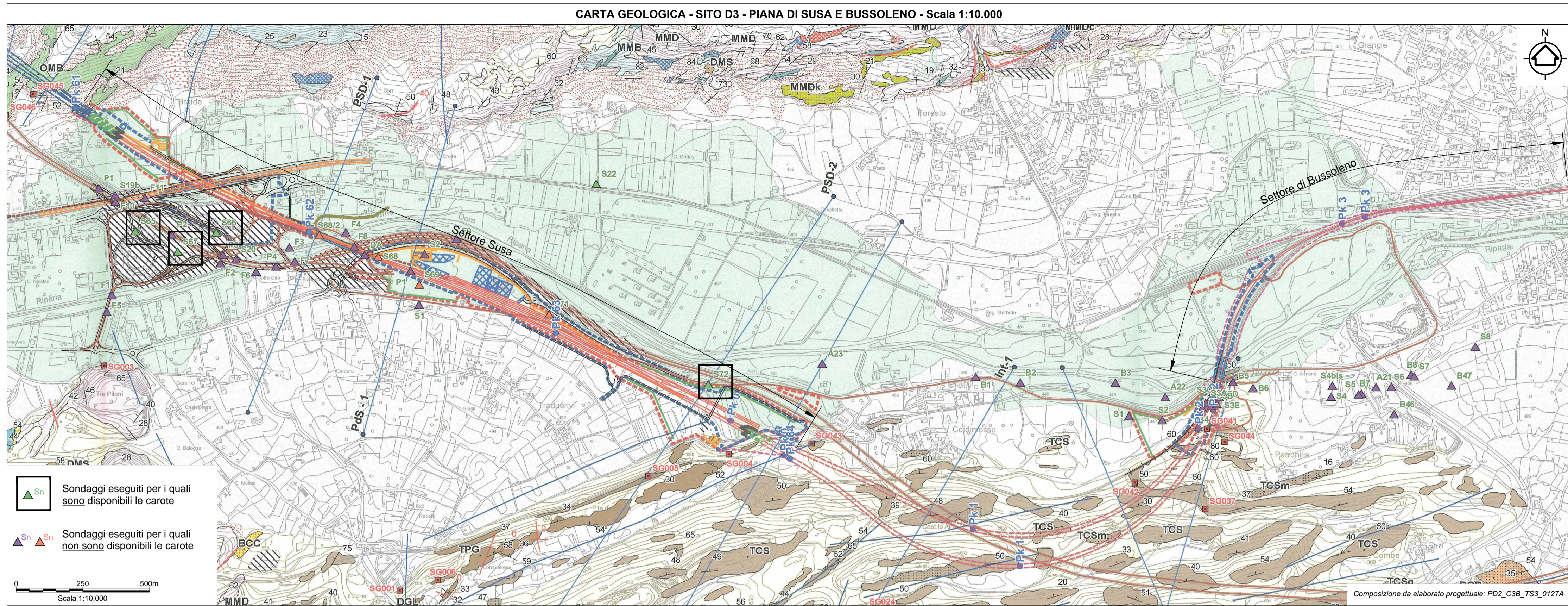
- I parametri statistici ed i valori di fondo forniti per area omogenea di concentrazione possono essere utilizzati come riferimento esclusivamente per lo strato superficiale interessato da processi chimici, fisici e biologici della pedogenesi, per una profondità coerente con le profondità di campionamento utilizzate nel presente studio (cfr. capitolo sul campionamento dei suoli pagg. 9 – 10)..
- Le determinazioni analitiche in laboratorio sono condotte sull'aliquota di granulometria inferiore a 2 mm. La concentrazione del campione si riferisce alla totalità dei materiali secchi della sola frazione inferiore a 2 mm senza includere la frazione di scheletro 2 cm - 2 mm. I dati forniti dalla rete di monitoraggio non sono pertanto direttamente confrontabili con valori di concentrazione relativi a campioni riferiti alla totalità dei materiali secchi (comprensiva dello scheletro frazione 2 cm - 2 mm in base alle modalità previste dal D.M. 161/12).

## Bibliografia

- Arpa Piemonte - Analisi ambientale sulla contaminazione diffusa del suolo del territorio regionale per la definizione dei valori di fondo per diverse categorie di inquinanti (Gabriele Fabietti, Piero Rossanigo - 2015).
- Assessment and spatial prediction of soil diffuse contamination by inorganic pollutants in the Province of Turin – northern Italy. 7th European congress on Regional GEOscientific cartography and Information systems. (Gabriele Fabietti, Renzo Barberis, Mattia Biasioli, 2012).
- An appraisal of soil diffuse contamination in an industrial district in northern Italy. Chemosphere 05/2012 (Mattia Biasioli, Gabriele Fabietti, Renzo Barberis e Franco Ajmone Marsan, 2012).
- Statistical and geostatistical large scale assessment of soil diffuse contamination by organic and inorganic pollutants. Tesi di dottorato (Gabriele Fabietti, 2012).
- Heavy metals and rare earth elements in soils of an Italian Province. Tools for assessing their origin and enrichment. ICOBTE 11th International conference on the Biogeochemistry of Trace Elements. (Gabriele Fabietti, Mattia Biasioli, Franco Ajmone Marsan, 2011).
- Soil Contamination by Organic and Inorganic Pollutants at the Regional Scale: the Case of Piedmont, Italy. Journal of Soils and Sediments 10 (2), 290-300. (Gabriele Fabietti, Mattia Biasioli, Renzo Barberis e Franco Ajmone Marsan, 2010).
- Integrating soil data and landscape metrics: a tool for soil management in urban and periurban areas. Uniscape European network of universities for the implementation of the European landscape convention. (Gabriele Fabietti, Mattia Biasioli, Franco Ajmone Marsan, 2010).
- La contaminazione diffusa da metalli pesanti, terre rare e contaminanti organici nei suoli della provincia di Torino. Società Italiana di Chimica Agraria – XXVIII congresso nazionale, 2010. (Gabriele Fabietti, Mattia Biasioli, Franco Ajmone Marsan, 2010).
- La contaminazione diffusa dei suoli torinesi. ISPRA Volume unico pag.33 – 40 ISBN 978-88-448-0387-2, 2009 (Gabriele Fabietti, Mattia Biasioli e Renzo Barberis, 2009).
- The Influence of a Large City on Some Soil Properties and Metals Content. Science of the Total Environment 356 (1-3), 154-164. (Mattia Biasioli, Renzo Barberis e Franco Ajmone Marsan., 2006).
- Elementi di progettazione della rete di monitoraggio del suolo a fini ambientali, 2004. TES-T-MAN-04-02



## ALLEGATO 2 PLANIMETRIA INDAGINI



### TIPO D'INTERVENTO PREVISTO

Riparto/levato ferroviario - infrastruttura lineare

### DETERMINAZIONE DEI SETTORI OMOGENEI CARATTERISTICHE GEO-LITOLOGICHE

- 1) DEPOSITI FLUVIALI E FLUVIOGLACIALI DI FONDOVALLE (kb1) della piana di Susa, si tratta di depositi attuali e recenti riferibili al F. Dora Riparia, costituiti da ghiaie e ghiaie ciottolose sabbioso-ghiaiose (20% di matrice) class. supportate, mal stratificate, e subordinati limi sabbiosi e torbosi. Localmente è presente un diamicton con matrice limoso sabbiosa e ciottoli e blocchi angolosi eterometrici di natura fluvio-glaciale.
- 2) DEPOSITI DI CONOIDE del Rio Scaglione (kd), si tratta di depositi recenti riferibili al corso del Rio Scaglione, tributario di destra del F. Dora Riparia, costituiti da ghiaie ciottolose grossolane con matrice sabbioso-ghiaiosa.
- 3) DEPOSITI FLUVIALI E FLUVIOGLACIALI DI FONDOVALLE (kb2), si tratta di depositi attuali e recenti riferibili al F. Dora Riparia, costituiti da ghiaie e ghiaie ciottolose sabbioso-ghiaiose (20% di matrice) class. supportate, mal stratificate, e subordinati limi sabbiosi e torbosi.

### STRATEGIA DI CAMPIONAMENTO

Campionamento sistematico-lineare/strategia ibrida: pozzetti condotti a profondità 1m con spaziatura di 500 m circa intorno i settori in cui si trovano depositi di riporto (es. rilevati stradali, rampe, piazzali)

### SORGENTI DEL SET DI CAMPIONI

| n. settore | Unità litologiche omogenee                                     | sondaggi/indagini esistenti |          |                   |                     | nuovi sondaggi/indagini |                     |                      |                        |    |
|------------|--|-----------------------------|----------|-------------------|---------------------|-------------------------|---------------------|----------------------|------------------------|----|
|            |  | sigla                       | campagna | pk opera/indagine | campioni analizzati | sigla                   | pk opera/proiezione | lunghezza/profondità | campioni da analizzare |    |
| 1) kb1     | Settore piana di Susa - Depositi fluviali e fluvio-glaciali    | S65                         | pre-2012 | -61-67            | 0                   | 1                       | 1                   | n. 11 pozzetti       | 3m                     | 22 |
|            |  | S66                         | pre-2012 | -61-62            | 0                   | 1                       | 1                   | -                    | -                      | 22 |
|            |  | S67                         | pre-2012 | -61-65            | 0                   | 2                       | 2                   | -                    | -                      | 22 |
| 2) kd      | Settore piana di Susa Depositi di conoide                      | S72                         | pre-2012 | -63-65            | 0                   | 2                       | 2                   | n. 14 pozzetti       | 3m                     | 28 |
|            |  | -                           | -        | -                 | 0                   | 2                       | 2                   | -                    | -                      | 28 |
| 3) kb2     | Settore piana di Bussoleno Depositi fluviali e fluvio-glaciali | -                           | -        | -                 | -                   | -                       | -                   | n. 15 pozzetti       | 3m                     | 30 |
|            |  | -                           | -        | -                 | -                   | -                       | -                   | -                    | -                      | -  |

### SET ANALITI DA TESTARE

| n. settore | Unità litologiche omogenee                                       | pk opera      | campioni analizzati | analisi testati | campioni da analizzare | analisi da testare   |
|------------|--|---------------|---------------------|-----------------|------------------------|--|
| 1) kb1     | Settore piana di Susa - Depositi fluviali e fluvio-glaciali      | 61-68-62-700  | -                   | -               | 30                     | As, Cs, Co, Ni, Pb, Cu, Zn, Hg, Cr(VI), Cr, Sb, Ag, Ba, Be, Se, Sh, Ti, V, Clamari, fluoruri, amianto  |
|            |  |               |                     |                 |                        | FTXK, idroc. C-12, IPA, alifatici cloruri calc., nitrobenzoni, clorobenzeni, fenolo e clorofenoli, microinquinanti organici (policlorurati, pesticidi e fitofarmaci) |
| 2) kd      | Settore piana di Susa - Depositi di conoide                      | 62-700-63-800 | -                   | -               | 30                     | As, Cs, Co, Ni, Pb, Cu, Zn, Hg, Cr(VI), Cr, Sb, Ag, Ba, Be, Se, Sh, Ti, V, Clamari, fluoruri, amianto  |
|            |  |               |                     |                 |                        | FTXK, idroc. C-12, IPA, alifatici cloruri calc., nitrobenzoni, clorobenzeni, fenolo e clorofenoli, microinquinanti organici (policlorurati, pesticidi e fitofarmaci) |
| 3) kb2     | Settore piana di Bussoleno - Depositi fluviali e fluvio-glaciali | 1-943 - 3+000 | -                   | -               | 30                     | As, Cs, Co, Ni, Pb, Cu, Zn, Hg, Cr(VI), Cr, Sb, Ag, Ba, Be, Se, Sh, Ti, V, Clamari, fluoruri, amianto  |
|            |  |               |                     |                 |                        | FTXK, idroc. C-12, IPA, alifatici cloruri calc., nitrobenzoni, clorobenzeni, fenolo e clorofenoli, microinquinanti organici (policlorurati, pesticidi e fitofarmaci) |

In blu gli elementi del set analitico minimale (DM 362 del 10/Agosto/2012)



**NOUVELLE LIGNE LYON TURIN - NUOVA LINEA TORINO LIONE**  
**PARTIE COMMUNE FRANCO-ITALIENNE - PARTE COMUNE ITALO-FRANCESE**  
**CUP C11J0500030001**  
**Chantier Opérationnel 010 / Cantiere Operativo 010**  
**CIG ZD625323DA**  
**Plan de verification pour la détermination des teneurs de fond naturelle: approche méthodologique**  
**Piano di accertamento per la determinazione dei valori di fondo naturale: approccio metodologico**  
**ENVIRONNEMENT - AMBIENTE**  
**SITE D3 - PIANA DI SUSA E BUSSOLENO**  
**SITO D3 - PIANA DI SUSA E BUSSOLENO**

| Indice | Date / Data | Modificatore / Modifica               | Titolo per / Conoscito da    | Verifica per / Controllato da | Autore per / Autorizzato da       |
|--------|-------------|---------------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|
| 0      | 18/02/2019  | Prima emissione<br>Premiere diffusion | G. Varone<br>GDP Consultants | P. Penello<br>GDP Consultants | L. Delle Piane<br>GDP Consultants |

**4 1 0 0 1 8 1 2 0 7 S P O 2 0 0**

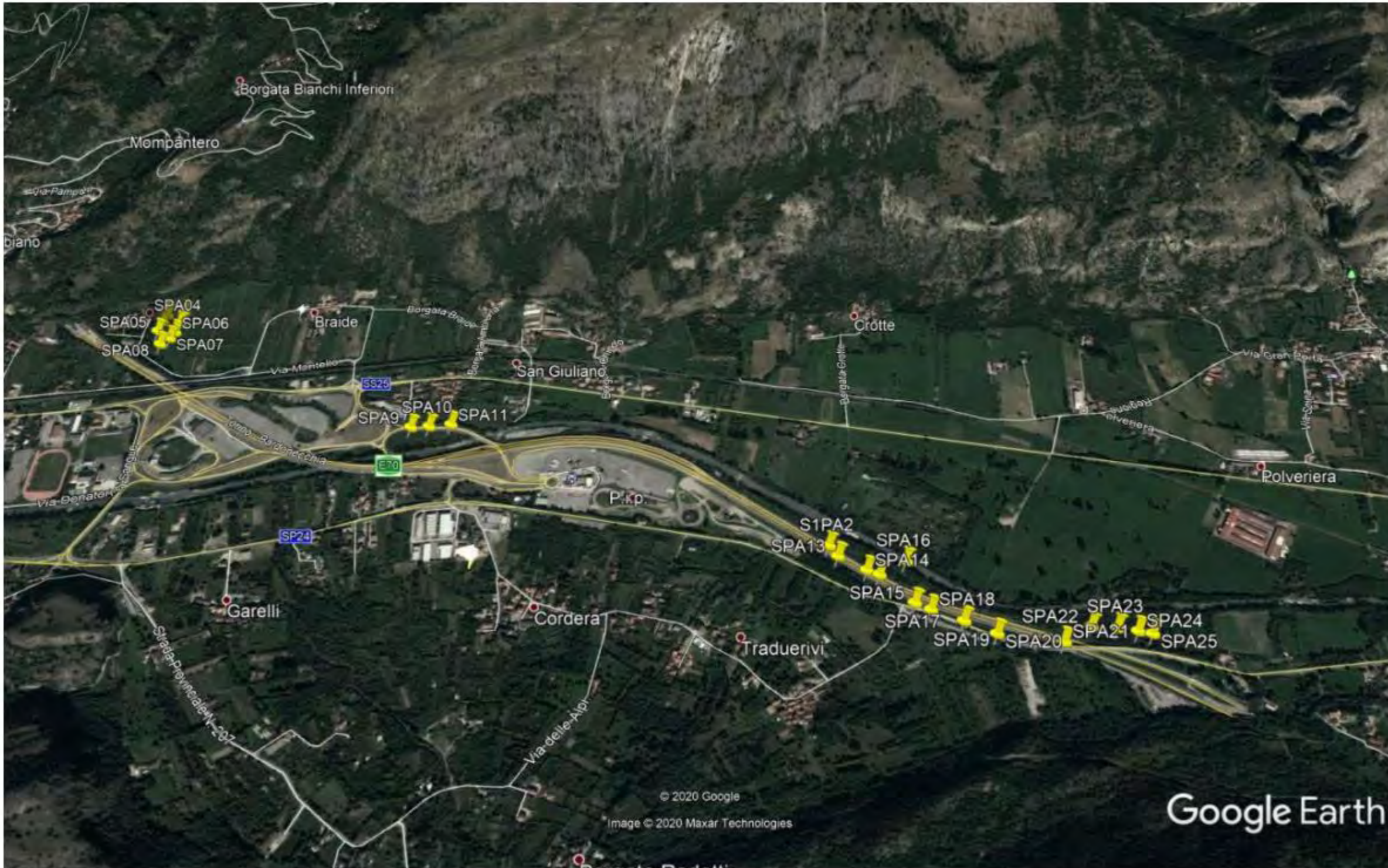
**E P L A M O 0 0 6 A**

**GDP consultants**  
 Engineering & Geology  
 20092 - Via Cavour, 10 - 10128 - TORINO (TO) - ITALIA  
 Tel: +39 011 479 68 56 50 - Fax: +39 011 479 68 56 75  
 RCS Chambery 439 556 952 - IVA: FR 03439559592  
 Proprietà TEL Tutti i diritti riservati

**SCALA / ECHELLE**  
**A P**

TEL sas - Savoie Technolac - Bâtiment "Hombre"  
 13 allée du Lac de Chevrières - 73370 LE BOURGET DU LAC (France)  
 Tél: +33 (0)4 79 68 56 50 - Fax: +33 (0)4 79 68 56 75  
 RCS Chambery 439 556 952 - IVA: FR 03439559592  
 Propriété TEL Tous droits réservés

# Piana di Susa



# Piana di Bussoleno



## ALLEGATO 3 STRATIGRAFIE INDAGINI



POZZETTI ESPLORATIVI

PIANA DI SUSÀ

**TELT s.a.s. (TUNNEL EURALPIN LYON TURIN)**

Prestazioni per l'esecuzione di indagini ambientali e accertamenti per la realizzazione della nuova linea Torino-Lione, lato Italia  
 Esecuzione indagini ambientali e csc  
 Piana di Susa e Bussoleno - Interconnessione

**POZZETTO**

**SPA01**

DESCRIZIONE

Pozzetto speditivo (profondità 1,00 m) realizzato con miniescavatore - Villa Cora / Piana di Susa (TO)

DATA INTERVENTO

28/02/2020

LABORATORIO

EurolaB Srl

**ELEMENTI TOPOGRAFICI DI RIFERIMENTO**

Sistema di rilevazione: Garmin mod. GPSMAP 64S

**coordinate piane UTM32**

NORD = 5000306

EST = 348507

**coordinate piane LTF 2004 (C)**

NORD = 45010,650

EST = 170102,214

**FOTO SCAVO POZZETTO**



**DESCRIZIONE STRATIGRAFICA**

| Prof. | Campioni          | Descrizione  |
|-------|-------------------|--|
| 0,2   |                   | Copertura agraria, limosa-sabbiosa, bruna.   |
| 1     | <b>A</b><br>(0,3) | Limo sabbioso o sabbia limosa, di colore bruno con screziature varicolori. Presenza di rara ghiaia Ø max 4 cm, poligenica, subarrotondata. |
|       | <b>B</b><br>(1,0) |  |
|       |                   |  |
|       |                   |  |
|       |                   |  |

**UBICAZIONE POZZETTO (da Google Earth ®)**



NOTE

REDATTO DA

Dott. Geol. R. Giacometti

FIRMA



**TELT s.a.s. (TUNNEL EURALPIN LYON TURIN)**

Prestazioni per l'esecuzione di indagini ambientali e accertamenti per la realizzazione della nuova linea Torino-Lione, lato Italia  
 Esecuzione indagini ambientali e csc  
 Piana di Susa e Bussoleno - Interconnessione

**POZZETTO**

**SPA02**

DESCRIZIONE

Pozzetto speditivo (profondità 1,00 m) realizzato con miniescavatore - Villa Cora / Piana di Susa (TO)

DATA INTERVENTO

28/02/2020

LABORATORIO

EurolaB Srl

**ELEMENTI TOPOGRAFICI DI RIFERIMENTO**

Sistema di rilevazione: Garmin mod. GPSMAP 64S

**coordinate piane UTM32**

NORD = 5000291

EST = 348464

**coordinate piane LTF 2004 (C)**

NORD = 44994,492

EST = 170059,626

**FOTO SCAVO POZZETTO**



**DESCRIZIONE STRATIGRAFICA**

| Prof. | Campioni          | Descrizione   |
|-------|-------------------|---|
| 0,2   |                   | Copertura agraria, limosa-sabbiosa, bruna.  |
| 1     | <b>A</b><br>(0,4) | Limo sabbioso o sabbia limosa con radici, di colore bruno e rara ghiaia Ø max 6 cm, poligenica, subarrotondata. |
|       | <b>B</b><br>(1,0) | Presenza di qualche ciottolo Pot. max 15 cm e rari frammenti di laterizi.                                       |
|       |                   |   |
|       |                   |   |
|       |                   |   |

**UBICAZIONE POZZETTO (da Google Earth ®)**



NOTE

REDATTO DA

Dott. Geol. R. Giacometti

FIRMA





**TELT s.a.s. (TUNNEL EURALPIN LYON TURIN)**

Prestazioni per l'esecuzione di indagini ambientali e accertamenti per la realizzazione della nuova linea Torino-Lione, lato Italia  
 Esecuzione indagini ambientali e csc  
 Piana di Susa e Bussoleno - Interconnessione

**POZZETTO**

**SPA03**

DESCRIZIONE

Pozzetto speditivo (profondità 1,10 m) realizzato con miniescavatore - Villa Cora / Piana di Susa (TO)

DATA INTERVENTO

28/02/2020

LABORATORIO

EurolaB Srl

**ELEMENTI TOPOGRAFICI DI RIFERIMENTO**

Sistema di rilevazione: Garmin mod. GPSMAP 64S

**coordinate piane UTM32**

NORD = 5000265

EST = 348460

**coordinate piane LTF 2004 (C)**

NORD = 44968,388

EST = 170056,328

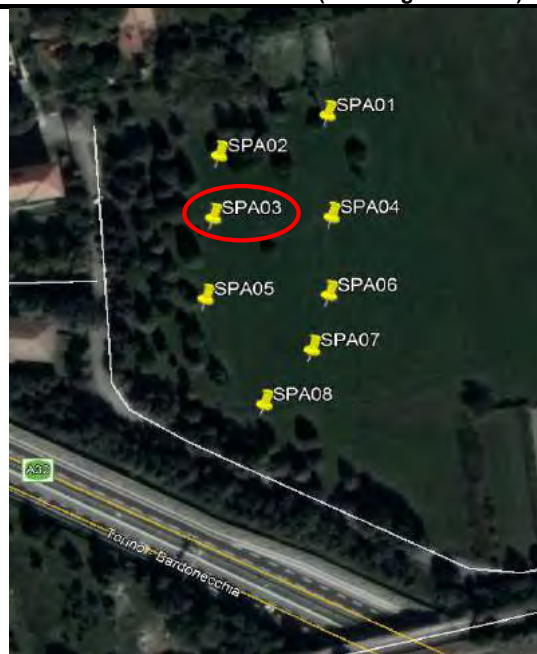
**FOTO SCAVO POZZETTO**



**DESCRIZIONE STRATIGRAFICA**

| Prof. | Campioni          | Descrizione   |
|-------|-------------------|---|
| 0,3   |                   | Copertura agraria, limosa-sabbiosa, bruna.  |
| 1,1   | <b>A</b><br>(0,3) | Limo sabbioso o sabbia limosa, di colore bruno-grigiastro con screziature varicolori. Presenza di rara ghiaia Ø max 4 cm, poligenica, subarrotondata. |
|       | <b>B</b><br>(1,1) |   |
|       |                   |   |
|       |                   |   |
|       |                   |   |

**UBICAZIONE POZZETTO (da Google Earth ®)**



NOTE

REDATTO DA

Dott. Geol. R. Giacometti

FIRMA



**TELT s.a.s. (TUNNEL EURALPIN LYON TURIN)**

Prestazioni per l'esecuzione di indagini ambientali e accertamenti per la realizzazione della nuova linea Torino-Lione, lato Italia  
 Esecuzione indagini ambientali e csc  
 Piana di Susa e Bussoleno - Interconnessione

**POZZETTO**

**SPA04**

DESCRIZIONE

Pozzetto speditivo (profondità 1,00 m) realizzato con miniescavatore - Villa Cora / Piana di Susa (TO)

DATA INTERVENTO

28/02/2020

LABORATORIO

EurolaB Srl

**ELEMENTI TOPOGRAFICI DI RIFERIMENTO**

Sistema di rilevazione: Garmin mod. GPSMAP 64S

**coordinate piano UTM32**

NORD = 5000263

EST = 348506

**coordinate piano LTF 2004 (C)**

NORD = 44967,630

EST = 170102,374

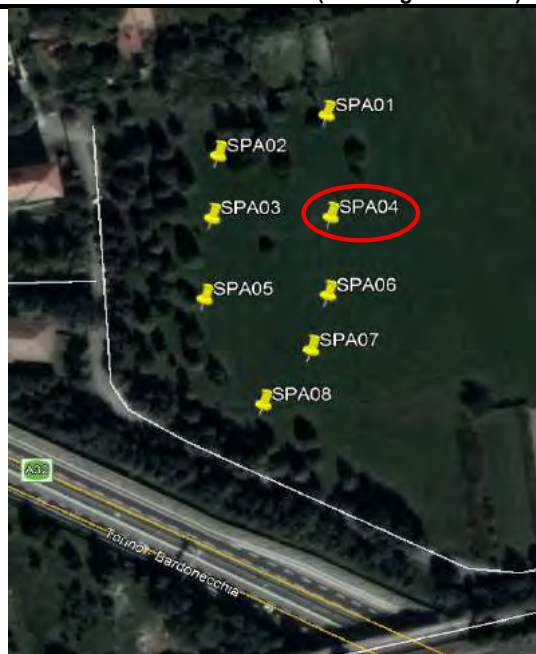
**FOTO SCAVO POZZETTO**



**DESCRIZIONE STRATIGRAFICA**

| Prof. | Campioni          | Descrizione  |
|-------|-------------------|--|
| 0,25  |                   | Copertura agraria, limosa-sabbiosa, bruna.   |
| 1     | <b>A</b><br>(0,3) | Limo sabbioso o sabbia limosa, di colore bruno-grigiastro con rara ghiaia Ø max 6 cm, poligenica, subarrotondata, ciottoli Pot. max 10 cm. Presenza di qualche frammento di laterizio. |
|       | <b>B</b><br>(1,0) |  |
|       |                   |  |
|       |                   |  |
|       |                   |  |

**UBICAZIONE POZZETTO (da Google Earth ®)**



NOTE

REDATTO DA

Dott. Geol. R. Giacometti

FIRMA



**TELT s.a.s. (TUNNEL EURALPIN LYON TURIN)**

Prestazioni per l'esecuzione di indagini ambientali e accertamenti per la realizzazione della nuova linea Torino-Lione, lato Italia  
 Esecuzione indagini ambientali e csc  
 Piana di Susa e Bussoleno - Interconnessione

**POZZETTO**

**SPA05**

DESCRIZIONE

Pozzetto speditivo (profondità 1,00 m) realizzato con miniescavatore - Villa Cora / Piana di Susa (TO)

DATA INTERVENTO

28/02/2020

LABORATORIO

EuroLab Srl

**ELEMENTI TOPOGRAFICI DI RIFERIMENTO**

Sistema di rilevazione: Garmin mod. GPSMAP 64S

**coordinate piane UTM32**

NORD = 5000231

EST = 348455

**coordinate piane LTF 2004 (C)**

NORD = 44934,258

EST = 170052,246

**FOTO SCAVO POZZETTO**



**DESCRIZIONE STRATIGRAFICA**

| Prof. | Campioni          | Descrizione  |
|-------|-------------------|--|
| 0,3   |                   | Copertura agraria, limosa-sabbiosa, bruna.   |
| 1     | <b>A</b><br>(0,3) | Limo sabbioso o sabbia limosa, di colore bruno-grigiastro con rara ghiaia Ø max 6 cm, poligenica, subarrotondata, ciottoli Pot. max 10 cm. Presenza di qualche frammento di laterizio. |
|       | <b>B</b><br>(1,0) |  |
|       |                   |  |
|       |                   |  |
|       |                   |  |

**UBICAZIONE POZZETTO (da Google Earth ®)**



NOTE

REDATTO DA

Dott. Geol. R. Giacometti

FIRMA

**TELT s.a.s. (TUNNEL EURALPIN LYON TURIN)**

Prestazioni per l'esecuzione di indagini ambientali e accertamenti per la realizzazione della nuova linea Torino-Lione, lato Italia  
 Esecuzione indagini ambientali e csc  
 Piana di Susa e Bussoleno - Interconnessione

|                 |  |       |
|-----------------|--|-------|
| POZZETTO        |  | SPA06 |
| DESCRIZIONE     | Pozzetto speditivo (profondità 1,20 m) realizzato con miniescavatore - Villa Cora / Piana di Susa (TO) |       |
| DATA INTERVENTO | 28/02/2020   |       |
| LABORATORIO     | Eurolab Srl  |       |

**ELEMENTI TOPOGRAFICI DI RIFERIMENTO**

Sistema di rilevazione: Garmin mod. GPSMAP 64S

**coordinate piane UTM32**

NORD = 5000230  
 EST = 348503

**coordinate piane LTF 2004 (C)**

NORD = 44934,553  
 EST = 170100,265

**FOTO SCAVO POZZETTO**



**DESCRIZIONE STRATIGRAFICA**

| Prof. | Campioni           | Descrizione  |
|-------|--------------------|--|
| 0,3   |                    | Copertura agraria, limosa-sabbiosa, bruna.   |
| 1,2   | <b>A</b><br>(0,3)  | Limo sabbioso o sabbia limosa, di colore bruno-grigiastro. Presenza di rara ghiaia Ø max 6 cm, poligenica, subarrotondata. |
|       | <b>B</b><br>(1,20) |  |
|       |                    |  |
|       |                    |  |
|       |                    |  |

**UBICAZIONE POZZETTO (da Google Earth ®)**

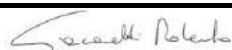


NOTE

REDATTO DA

Dott. Geol. R. Giacometti

FIRMA



**TELT s.a.s. (TUNNEL EURALPIN LYON TURIN)**

Prestazioni per l'esecuzione di indagini ambientali e accertamenti per la realizzazione della nuova linea Torino-Lione, lato Italia  
 Esecuzione indagini ambientali e csc  
 Piana di Susa e Bussoleno - Interconnessione

**POZZETTO**

**SPA07**

DESCRIZIONE

Pozzetto speditivo (profondità 1,20 m) realizzato con miniescavatore - Villa Cora / Piana di Susa (TO)

DATA INTERVENTO

28/02/2020

LABORATORIO

EurolaB Srl

**ELEMENTI TOPOGRAFICI DI RIFERIMENTO**

Sistema di rilevazione: Garmin mod. GPSMAP 64S

**coordinate piane UTM32**

NORD = 5000207

EST = 348495

**coordinate piane LTF 2004 (C)**

NORD = 44911,341

EST = 170092,887

**FOTO SCAVO POZZETTO**



**DESCRIZIONE STRATIGRAFICA**

| Prof. | Campioni           | Descrizione  |
|-------|--------------------|--|
| 0,25  |                    | Copertura agraria, limosa-sabbiosa, bruna.   |
| 1,2   | <b>A</b><br>(0,5)  | Limo sabbioso o sabbia limosa, di colore bruno-grigiastro. Presenza di rara ghiaia Ø max 6 cm, poligenica, subarrotondata e rari ciottoli Pot. max 8 cm. |
|       | <b>B</b><br>(1,20) |  |
|       |                    |  |
|       |                    |  |
|       |                    |  |

**UBICAZIONE POZZETTO (da Google Earth ®)**



NOTE

REDATTO DA

Dott. Geol. R. Giacometti

FIRMA

**TELT s.a.s. (TUNNEL EURALPIN LYON TURIN)**

Prestazioni per l'esecuzione di indagini ambientali e accertamenti per la realizzazione della nuova linea Torino-Lione, lato Italia  
 Esecuzione indagini ambientali e csc  
 Piana di Susa e Bussoleno - Interconnessione

**POZZETTO**

**SPA08**

DESCRIZIONE

Pozzetto speditivo (profondità 1,00 m) realizzato con miniescavatore - Villa Cora / Piana di Susa (TO)

DATA INTERVENTO

28/02/2020

LABORATORIO

EurolaB Srl

**ELEMENTI TOPOGRAFICI DI RIFERIMENTO**

Sistema di rilevazione: Garmin mod. GPSMAP 64S

**coordinate piane UTM32**

NORD = 5000185

EST = 348475

**coordinate piane LTF 2004 (C)**

NORD = 44888,805

EST = 170073,483

**FOTO SCAVO POZZETTO**



**DESCRIZIONE STRATIGRAFICA**

| Prof. | Campioni          | Descrizione  |
|-------|-------------------|--|
| 0,3   |                   | Copertura agraria, limosa-sabbiosa, bruna.   |
| 1     | <b>A</b><br>(0,3) | Limo sabbioso o sabbia limosa, di colore bruno-grigiastro. Presenza di rara ghiaia Ø max 6 cm, poligenica, subarrotondata e rari ciottoli Pot. max 8 cm. |
|       | <b>B</b><br>(1,0) |  |
|       |                   |  |
|       |                   |  |
|       |                   |  |

**UBICAZIONE POZZETTO (da Google Earth ®)**




NOTE

REDATTO DA

Dott. Geol. R. Giacometti

FIRMA



**TELT s.a.s. (TUNNEL EURALPIN LYON TURIN)**

Prestazioni per l'esecuzione di indagini ambientali e accertamenti per la realizzazione della nuova linea Torino-Lione, lato Italia  
 Esecuzione indagini ambientali e csc  
 Piana di Susa e Bussoleno - Interconnessione

POZZETTO

SPA09

DESCRIZIONE

Pozzetto speditivo (profondità 0,80 m) realizzato con miniescavatore - Piana di Susa (TO)

DATA INTERVENTO

11/12/2019

LABORATORIO

EuroLab Srl

**ELEMENTI TOPOGRAFICI DI RIFERIMENTO**

Sistema di rilevazione: Garmin mod. GPSMAP 64S

**coordinate piane UTM32**

NORD = 4999931

EST = 349213

**coordinate piane LTF 2004 (C)**

NORD = 44654,757

EST = 170818,216

**FOTO SCAVO POZZETTO**



**DESCRIZIONE STRATIGRAFICA**

| Prof. | Campioni          | Descrizione   |
|-------|-------------------|---|
| 0,2   |                   | Copertura vegetale, limosa-sabbiosa, bruna.   |
| 0,8   | <b>A</b><br>(0,3) | Ghiaia eterometrica Ø max 6 cm, poligenica, subarrtondata, ciottoli Pot. max 40-50 cm e sabbia media, limosa, grigio-bruna. |
|       | <b>B</b><br>(0,8) |   |
|       |                   |   |
|       |                   |   |
|       |                   |   |

**UBICAZIONE POZZETTO (da Google Earth ®)**



NOTE

REDATTO DA

Dott. Geol. R. Giacometti

FIRMA



**TELT s.a.s. (TUNNEL EURALPIN LYON TURIN)**

Prestazioni per l'esecuzione di indagini ambientali e accertamenti per la realizzazione della nuova linea Torino-Lione, lato Italia  
 Esecuzione indagini ambientali e csc  
 Piana di Susa e Bussoleno - Interconnessione

POZZETTO

SPA10

DESCRIZIONE

Pozzetto speditivo (profondità 1,00 m) realizzato con miniescavatore - Piana di Susa (TO)

DATA INTERVENTO

11/12/2019

LABORATORIO

Eurolab Srl

**ELEMENTI TOPOGRAFICI DI RIFERIMENTO**

Sistema di rilevazione: Garmin mod. GPSMAP 64S

**coordinate piane UTM32**

NORD = 4999935

EST = 349260

**coordinate piane LTF 2004 (C)**

NORD = 44660,025

EST = 170865,101

**FOTO SCAVO POZZETTO**



**DESCRIZIONE STRATIGRAFICA**

| Prof. | Campioni          | Descrizione  |
|-------|-------------------|--|
| 0,15  |                   | Copertura vegetale, limosa-sabbiosa, bruna.  |
| 1     | <b>A</b><br>(0,3) | Ghiaia eterometrica Ø max 6 cm, poligenica, subarrtondata, ciottoli Pot. max 50 cm e sabbia media, limosa, grigio-bruna. |
|       | <b>B</b><br>(1,0) |  |
|       |                   |  |
|       |                   |  |
|       |                   |  |

**UBICAZIONE POZZETTO (da Google Earth ®)**



NOTE

REDATTO DA

Dott. Geol. R. Giacometti

FIRMA





**TELT s.a.s. (TUNNEL EURALPIN LYON TURIN)**

Prestazioni per l'esecuzione di indagini ambientali e accertamenti per la realizzazione della nuova linea Torino-Lione, lato Italia  
 Esecuzione indagini ambientali e csc  
 Piana di Susa e Bussoleno - Interconnessione

**POZZETTO**

**SPA11**

DESCRIZIONE

Pozzetto speditivo (profondità 1,00 m) realizzato con miniescavatore - Piana di Susa (TO)

DATA INTERVENTO

11/12/2019

LABORATORIO

EuroLab Srl

**ELEMENTI TOPOGRAFICI DI RIFERIMENTO**

Sistema di rilevazione: Garmin mod. GPSMAP 64S

**coordinate piane UTM32**

NORD = 4999944

EST = 349316

**coordinate piane LTF 2004 (C)**

NORD = 44670,535

EST = 170920,849

**FOTO SCAVO POZZETTO**



**DESCRIZIONE STRATIGRAFICA**

| Prof. | Campioni          | Descrizione  |
|-------|-------------------|--|
| 0,2   |                   | Copertura vegetale, limosa-sabbiosa, bruna.  |
| 1     | <b>A</b><br>(0,3) | Ghiaia eterometrica Ø max 6 cm, poligenica, subarrtondata, ciottoli Pot. max 20 cm e sabbia media, limosa, grigio-bruna. |
|       | <b>B</b><br>(1,0) |  |
|       |                   |  |
|       |                   |  |

**UBICAZIONE POZZETTO (da Google Earth ®)**

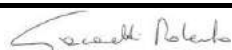


NOTE

REDATTO DA

Dott. Geol. R. Giacometti

FIRMA



**TELT s.a.s. (TUNNEL EURALPIN LYON TURIN)**

Prestazioni per l'esecuzione di indagini ambientali e accertamenti per la realizzazione della nuova linea Torino-Lione, lato Italia  
 Esecuzione indagini ambientali e csc  
 Piana di Susa e Bussoleno - Interconnessione

**POZZETTO**

**SPA12**

DESCRIZIONE

Pozzetto speditivo (profondità 1,00 m) realizzato con miniescavatore - Piana di Susa (TO)

DATA INTERVENTO

10/12/2019

LABORATORIO

EurolaB Srl

**ELEMENTI TOPOGRAFICI DI RIFERIMENTO**

Sistema di rilevazione: Garmin mod. GPSMAP 64S

**coordinate piane UTM32**

NORD = 4999609

EST = 350292

**coordinate piane LTF 2004 (C)**

NORD = 44361,924

EST = 171905,729

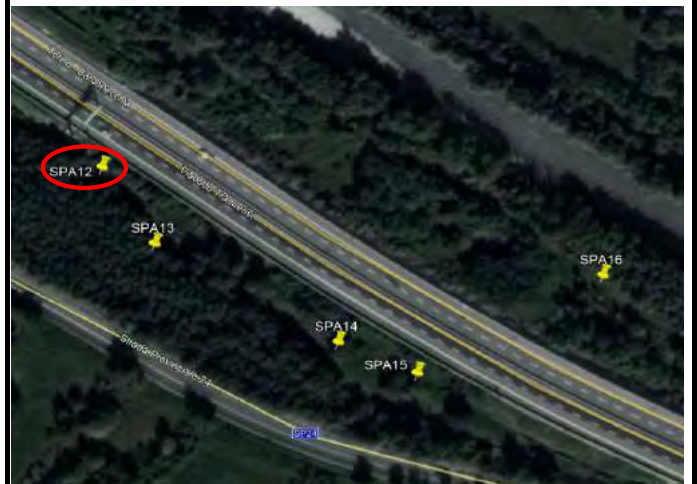
**FOTO SCAVO POZZETTO**



**DESCRIZIONE STRATIGRAFICA**

| Prof. | Campioni          | Descrizione  |
|-------|-------------------|--|
| 0,2   |                   | Copertura vegetale, limosa-sabbiosa, bruna con ghiaia.   |
| 1     | <b>A</b><br>(0,3) | Ghiaia eterometrica Ø max 6 cm, poligenica, subarrtondata, qualche ciottolo Pot. max 30 cm e sabbia media, limosa, grigio-bruna. |
|       | <b>B</b><br>(1,0) |  |
|       |                   |  |
|       |                   |  |
|       |                   |  |

**UBICAZIONE POZZETTO (da Google Earth ®)**



NOTE

REDATTO DA

Dott. Geol. R. Giacometti

FIRMA



**TELT s.a.s. (TUNNEL EURALPIN LYON TURIN)**

Prestazioni per l'esecuzione di indagini ambientali e accertamenti per la realizzazione della nuova linea Torino-Lione, lato Italia  
 Esecuzione indagini ambientali e csc  
 Piana di Susa e Bussoleno - Interconnessione

**POZZETTO**

**SPA13**

DESCRIZIONE

Pozzetto speditivo (profondità 1,00 m) realizzato con miniescavatore - Piana di Susa (TO)

DATA INTERVENTO

10/12/2019

LABORATORIO

EurolaB Srl

**ELEMENTI TOPOGRAFICI DI RIFERIMENTO**

Sistema di rilevazione: Garmin mod. GPSMAP 64S

**coordinate piano UTM32**

NORD = 4999579

EST = 350313

**coordinate piano LTF 2004 (C)**

NORD = 44332,495

EST = 171927,535

**FOTO SCAVO POZZETTO**



**DESCRIZIONE STRATIGRAFICA**

| Prof. | Campioni          | Descrizione  |
|-------|-------------------|--|
| 0,3   |                   | Copertura vegetale, limosa-sabbiosa, bruna con rara ghiaia Ø max 6 cm.   |
| 0,8   | <b>A</b><br>(0,4) | Sabbia medio-grossolana, limosa, grigia con rara ghiaia eterometrica Ø max 3-4 cm, poligenica, subarrotondata. |
| 1     | <b>B</b><br>(1,0) | Ghiaia eterometrica Ø max 6 cm, poligenica, subarrotondata e sabbia limosa, bruna.                             |
|       |                   |  |
|       |                   |  |
|       |                   |  |

**UBICAZIONE POZZETTO (da Google Earth ®)**



NOTE

REDATTO DA

Dott. Geol. R. Giacometti

FIRMA



**TELT s.a.s. (TUNNEL EURALPIN LYON TURIN)**

Prestazioni per l'esecuzione di indagini ambientali e accertamenti per la realizzazione della nuova linea Torino-Lione, lato Italia  
 Esecuzione indagini ambientali e csc  
 Piana di Susa e Bussoleno - Interconnessione

**POZZETTO**

**SPA14**

DESCRIZIONE

Pozzetto speditivo (profondità 1,30 m) realizzato con miniescavatore - Piana di Susa (TO)

DATA INTERVENTO

10/12/2019

LABORATORIO

EurolaB Srl

**ELEMENTI TOPOGRAFICI DI RIFERIMENTO**

Sistema di rilevazione: Garmin mod. GPSMAP 64S

**coordinate piane UTM32**

NORD = 4999543

EST = 350381

**coordinate piane LTF 2004 (C)**

NORD = 44298,335

EST = 171996,495

**FOTO SCAVO POZZETTO**



**DESCRIZIONE STRATIGRAFICA**

| Prof. | Campioni          | Descrizione   |
|-------|-------------------|---|
| 0,3   |                   | Copertura vegetale, limosa-sabbiosa, bruna con ghiaia Ø max 6 cm.                 |
| 1,3   | <b>A</b><br>(0,5) | Ghiaia eterometrica Ø max 6 cm, poligenica, subarrtondata e sabbia limosa, bruna. |
|       | <b>B</b><br>(1,3) |   |
|       |                   |   |
|       |                   |   |
|       |                   |   |

**UBICAZIONE POZZETTO (da Google Earth ®)**



NOTE

REDATTO DA

Dott. Geol. R. Giacometti

FIRMA



**TELT s.a.s. (TUNNEL EURALPIN LYON TURIN)**

Prestazioni per l'esecuzione di indagini ambientali e accertamenti per la realizzazione della nuova linea Torino-Lione, lato Italia  
 Esecuzione indagini ambientali e csc  
 Piana di Susa e Bussoleno - Interconnessione

**POZZETTO**

**SPA15**

DESCRIZIONE

Pozzetto speditivo (profondità 1,40 m) realizzato con miniescavatore - Piana di Susa (TO)

DATA INTERVENTO

10/12/2019

LABORATORIO

EurolaB Srl

**ELEMENTI TOPOGRAFICI DI RIFERIMENTO**

Sistema di rilevazione: Garmin mod. GPSMAP 64S

**coordinate piano UTM32**

NORD = 4999532

EST = 350410

**coordinate piano LTF 2004 (C)**

NORD = 44288,120

EST = 172025,787

**FOTO SCAVO POZZETTO**



**DESCRIZIONE STRATIGRAFICA**

| Prof. | Campioni          | Descrizione   |
|-------|-------------------|---|
| 0,3   |                   | Copertura vegetale, limosa-sabbiosa, bruna con rara ghiaia Ø max 6 cm.  |
| 0,9   | <b>A</b><br>(0,8) | Ghiaia eterometrica Ø max 6 cm, poligenica, subarrtondata, qualche ciottolo Pot. max 20 cm e sabbia limosa, bruno-grigia. |
| 1,4   | <b>B</b><br>(1,4) | Limo argilloso, debolmente sabbioso o sabbioso, di colore grigio.   |
|       |                   |   |
|       |                   |   |
|       |                   |   |

**UBICAZIONE POZZETTO (da Google Earth ®)**



NOTE

REDATTO DA

Dott. Geol. R. Giacometti

FIRMA



**TELT s.a.s. (TUNNEL EURALPIN LYON TURIN)**

Prestazioni per l'esecuzione di indagini ambientali e accertamenti per la realizzazione della nuova linea Torino-Lione, lato Italia  
 Esecuzione indagini ambientali e csc  
 Piana di Susa e Bussoleno - Interconnessione

POZZETTO

SPA16

DESCRIZIONE

Pozzetto speditivo (profondità 1,00 m) realizzato con miniescavatore - Piana di Susa (TO)

DATA INTERVENTO

10/12/2019

LABORATORIO

EurolaB Srl

**ELEMENTI TOPOGRAFICI DI RIFERIMENTO**

Sistema di rilevazione: Garmin mod. GPSMAP 64S

**coordinate piane UTM32**

NORD = 4999574

EST = 350476

**coordinate piane LTF 2004 (C)**

NORD = 44331,895

EST = 172090,644

**FOTO SCAVO POZZETTO**



**DESCRIZIONE STRATIGRAFICA**

| Prof. | Campioni          | Descrizione   |
|-------|-------------------|---|
| 0,25  |                   | Copertura vegetale, limosa-sabbiosa, bruna con ghiaia Ø max 6 cm.   |
| 1     | <b>A</b><br>(0,3) | Ghiaia eterometrica Ø max 6 cm, poligenica, subarrtondata, ciottoli Pot. max 35 cm e sabbia limosa, bruno-grigia. |
|       | <b>B</b><br>(1,0) |   |
|       |                   |   |
|       |                   |   |
|       |                   |   |

**UBICAZIONE POZZETTO (da Google Earth ®)**




NOTE

REDATTO DA

Dott. Geol. R. Giacometti

FIRMA



**TELT s.a.s. (TUNNEL EURALPIN LYON TURIN)**

Prestazioni per l'esecuzione di indagini ambientali e accertamenti per la realizzazione della nuova linea Torino-Lione, lato Italia  
 Esecuzione indagini ambientali e csc  
 Piana di Susa e Bussoleno - Interconnessione

POZZETTO

SPA17

DESCRIZIONE

Pozzetto speditivo (profondità 1,00 m) realizzato con miniescavatore - Piana di Susa (TO)

DATA INTERVENTO

10/12/2019

LABORATORIO

EurolaB Srl

**ELEMENTI TOPOGRAFICI DI RIFERIMENTO**

Sistema di rilevazione: Garmin mod. GPSMAP 64S

**coordinate piane UTM32**

NORD = 4999458

EST = 350489

**coordinate piane LTF 2004 (C)**

NORD = 44216,262

EST = 172106,770

**FOTO SCAVO POZZETTO**



**DESCRIZIONE STRATIGRAFICA**

| Prof. | Campioni          | Descrizione  |
|-------|-------------------|--|
| 0,3   |                   | Copertura vegetale, limosa, bruna con ghiaia Ø max 6 cm.   |
| 0,5   | <b>A</b><br>(0,4) | Limo argilloso, bruno con ghiaia eterometrica Ø max 6 cm, poligenica, subarrotondata, rari ciottoli Pot. max 15 cm.            |
| 1     | <b>B</b><br>(1,0) | Sabbia medio-grossolana, limosa e ghiaia eterometrica Ø max 6 cm, poligenica, subarrotondata, qualche ciottolo Pot. max 15 cm. |
|       |                   |  |
|       |                   |  |

**UBICAZIONE POZZETTO (da Google Earth ®)**



NOTE

REDATTO DA

Dott. Geol. R. Giacometti

FIRMA



**TELT s.a.s. (TUNNEL EURALPIN LYON TURIN)**

Prestazioni per l'esecuzione di indagini ambientali e accertamenti per la realizzazione della nuova linea Torino-Lione, lato Italia  
 Esecuzione indagini ambientali e csc  
 Piana di Susa e Bussoleno - Interconnessione

POZZETTO

SPA18

DESCRIZIONE

Pozzetto speditivo (profondità 1,00 m) realizzato con miniescavatore - Piana di Susa (TO)

DATA INTERVENTO

10/12/2019

LABORATORIO

EuroLab Srl

**ELEMENTI TOPOGRAFICI DI RIFERIMENTO**

Sistema di rilevazione: Garmin mod. GPSMAP 64S

**coordinate piane UTM32**

NORD = 4999441

EST = 350525

**coordinate piane LTF 2004 (C)**

NORD = 44200,236

EST = 172143,223

**FOTO SCAVO POZZETTO**



**DESCRIZIONE STRATIGRAFICA**

| Prof. | Campioni          | Descrizione  |
|-------|-------------------|--|
| 0,2   |                   | Coltre vegetale, limosa-sabbiosa, bruna con ghiaia Ø max 6 cm.   |
| 0,5   | <b>A</b><br>(0,3) | Sabbia limosa, bruna con ghiaia eterometrica Ø max 6 cm, poligenica, subarrotondata, rari ciottoli Pot. max 10 cm.     |
| 1     | <b>B</b><br>(1,0) | Sabbia medio-grossolana, limosa e ghiaia eterometrica Ø max 6 cm, poligenica, subarrotondata, ciottoli Pot. max 15 cm. |
|       |                   |  |
|       |                   |  |
|       |                   |  |

**UBICAZIONE POZZETTO (da Google Earth ®)**




NOTE

REDATTO DA

Dott. Geol. R. Giacometti

FIRMA





**TELT s.a.s. (TUNNEL EURALPIN LYON TURIN)**

Prestazioni per l'esecuzione di indagini ambientali e accertamenti per la realizzazione della nuova linea Torino-Lione, lato Italia  
 Esecuzione indagini ambientali e csc  
 Piana di Susa e Bussoleno - Interconnessione

POZZETTO

SPA19

DESCRIZIONE

Pozzetto speditivo (profondità 1,00 m) realizzato con miniescavatore - Piana di Susa (TO)

DATA INTERVENTO

10/12/2019

LABORATORIO

EuroLab Srl

**ELEMENTI TOPOGRAFICI DI RIFERIMENTO**

Sistema di rilevazione: Garmin mod. GPSMAP 64S

**coordinate piane UTM32**

NORD = 4999414

EST = 350599

**coordinate piane LTF 2004 (C)**

NORD = 44175,237

EST = 172217,939

**FOTO SCAVO POZZETTO**



**DESCRIZIONE STRATIGRAFICA**

| Prof. | Campioni          | Descrizione   |
|-------|-------------------|---|
| 0,35  |                   | Coltre vegetale, limosa-sabbiosa, bruna.  |
| 0,7   | <b>A</b><br>(0,4) | Sabbia limosa, bruna con ghiaia eterometrica Ø max 6 cm, poligenica, subarrotondata.                                |
| 1     | <b>B</b><br>(1,0) | Sabbia media, limosa e ghiaia eterometrica Ø max 6 cm, poligenica, subarrotondata, qualche ciottolo Pot. max 10 cm. |
|       |                   |   |
|       |                   |   |
|       |                   |   |

**UBICAZIONE POZZETTO (da Google Earth ®)**



NOTE

REDATTO DA

Dott. Geol. R. Giacometti

FIRMA



**TELT s.a.s. (TUNNEL EURALPIN LYON TURIN)**

Prestazioni per l'esecuzione di indagini ambientali e accertamenti per la realizzazione della nuova linea Torino-Lione, lato Italia  
 Esecuzione indagini ambientali e csc  
 Piana di Susa e Bussoleno - Interconnessione

**POZZETTO**

**SPA20**

DESCRIZIONE

Pozzetto speditivo (profondità 1,00 m) realizzato con miniescavatore - Piana di Susa (TO)

DATA INTERVENTO

10/12/2019

LABORATORIO

EurolaB Srl

**ELEMENTI TOPOGRAFICI DI RIFERIMENTO**

Sistema di rilevazione: Garmin mod. GPSMAP 64S

**coordinate piane UTM32**

NORD = 4999383

EST = 350672

**coordinate piane LTF 2004 (C)**

NORD = 44146,212

EST = 172291,764

**FOTO SCAVO POZZETTO**



**DESCRIZIONE STRATIGRAFICA**

| Prof. | Campioni          | Descrizione   |
|-------|-------------------|---|
| 0,2   |                   | Coltre vegetale, limosa-sabbiosa, bruna.  |
| 0,8   | <b>A</b><br>(0,3) | Sabbia limosa, bruna con rara ghiaia eterometrica Ø max 6 cm, poligenica, subarrotondata. |
| 1     | <b>B</b><br>(1,0) | Sabbia media, limosa e ghiaia eterometrica Ø max 6 cm, poligenica, subarrotondata.        |
|       |                   |   |
|       |                   |   |
|       |                   |   |

**UBICAZIONE POZZETTO (da Google Earth ®)**

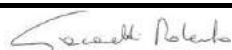


NOTE

REDATTO DA

Dott. Geol. R. Giacometti

FIRMA



**TELT s.a.s. (TUNNEL EURALPIN LYON TURIN)**

Prestazioni per l'esecuzione di indagini ambientali e accertamenti per la realizzazione della nuova linea Torino-Lione, lato Italia  
 Esecuzione indagini ambientali e csc  
 Piana di Susa e Bussoleno - Interconnessione

|                 |  |   |  |
|-----------------|--|---|--|
| <b>POZZETTO</b> |  | <b>SPA21</b>  |  |
| DESCRIZIONE     |  | Pozzetto speditivo (profondità 1,00 m) realizzato con miniescavatore - Piana di Susa (TO) |  |
| DATA INTERVENTO |  | 10/12/2019  |  |
| LABORATORIO     |  | Eurolab Srl   |  |

**ELEMENTI TOPOGRAFICI DI RIFERIMENTO**

Sistema di rilevazione: Garmin mod. GPSMAP 64S

**coordinate piane UTM32**

NORD = 4999369  
 EST = 350824

**coordinate piane LTF 2004 (C)**

NORD = 44136,315  
 EST = 172444,118

**FOTO SCAVO POZZETTO**



**DESCRIZIONE STRATIGRAFICA**

| Prof. | Campioni          | Descrizione   |
|-------|-------------------|---|
| 0,2   |                   | Coltre vegetale, limosa-sabbiosa, bruna.  |
| 0,8   | <b>A</b><br>(0,3) | Sabbia limosa, bruna con ghiaia eterometrica Ø max 6 cm, poligenica, subarrotondata.                                    |
| 1     | <b>B</b><br>(1,0) | Sabbia media, limosa, bruna e ghiaia eterometrica Ø max 6 cm, poligenica, subarrotondata, rari ciottoli Pot. max 20 cm. |
|       |                   |   |
|       |                   |   |
|       |                   |   |

**UBICAZIONE POZZETTO (da Google Earth ®)**

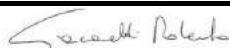


NOTE

REDATTO DA

Dott. Geol. R. Giacometti

FIRMA



**TELT s.a.s. (TUNNEL EURALPIN LYON TURIN)**

Prestazioni per l'esecuzione di indagini ambientali e accertamenti per la realizzazione della nuova linea Torino-Lione, lato Italia  
 Esecuzione indagini ambientali e csc  
 Piana di Susa e Bussoleno - Interconnessione

**POZZETTO**

**SPA22**

DESCRIZIONE

Pozzetto speditivo (profondità 1,00 m) realizzato con miniescavatore - Piana di Susa (TO)

DATA INTERVENTO

11/12/2019

LABORATORIO

EuroLab Srl

**ELEMENTI TOPOGRAFICI DI RIFERIMENTO**

Sistema di rilevazione: Garmin mod. GPSMAP 64S

**coordinate piane UTM32**

NORD = 4999414

EST = 350894

**coordinate piane LTF 2004 (C)**

NORD = 44183,198

EST = 172512,893

**FOTO SCAVO POZZETTO**



**DESCRIZIONE STRATIGRAFICA**

| Prof. | Campioni          | Descrizione   |
|-------|-------------------|---|
| 0,15  |                   | Coltre vegetale, limosa-sabbiosa, bruna con ghiaia.   |
| 1     | <b>A</b><br>(0,3) | Da limo sabbioso a sabbia limosa, bruno-grigia con rara ghiaia eterometrica Ø max 4 cm, poligenica, subarrotondata. |
|       | <b>B</b><br>(1,0) |   |
|       |                   |   |
|       |                   |   |
|       |                   |   |

**UBICAZIONE POZZETTO (da Google Earth ®)**

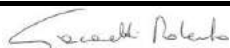


NOTE

REDATTO DA

Dott. Geol. R. Giacometti

FIRMA



**TELT s.a.s. (TUNNEL EURALPIN LYON TURIN)**

Prestazioni per l'esecuzione di indagini ambientali e accertamenti per la realizzazione della nuova linea Torino-Lione, lato Italia  
 Esecuzione indagini ambientali e csc  
 Piana di Susa e Bussoleno - Interconnessione

**POZZETTO**

**SPA23**

DESCRIZIONE

Pozzetto speditivo (profondità 1,20 m) realizzato con miniescavatore - Piana di Susa (TO)

DATA INTERVENTO

11/12/2019

LABORATORIO

EuroLab Srl

**ELEMENTI TOPOGRAFICI DI RIFERIMENTO**

Sistema di rilevazione: Garmin mod. GPSMAP 64S

**coordinate piano UTM32**

NORD = 4999413

EST = 350954

**coordinate piano LTF 2004 (C)**

NORD = 44183,817

EST = 172572,911

**FOTO SCAVO POZZETTO**



**DESCRIZIONE STRATIGRAFICA**

| Prof. | Campioni          | Descrizione  |
|-------|-------------------|--|
| 0,2   |                   | Copertura vegetale, limosa-sabbiosa, bruna.  |
| 0,8   | <b>A</b><br>(0,3) | Ghiaia eterometrica Ø max 6 cm, poligenica, subarrotondata, ciottoli Pot. max 40 cm e sabbia limosa, grigio-bruna. |
| 1,2   | <b>B</b><br>(1,0) | Limo argilloso, debolmente sabbioso, grigio-bruno.   |
|       |                   |  |
|       |                   |  |
|       |                   |  |

**UBICAZIONE POZZETTO (da Google Earth ®)**

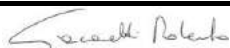


NOTE

REDATTO DA

Dott. Geol. R. Giacometti

FIRMA



**TELT s.a.s. (TUNNEL EURALPIN LYON TURIN)**

Prestazioni per l'esecuzione di indagini ambientali e accertamenti per la realizzazione della nuova linea Torino-Lione, lato Italia  
 Esecuzione indagini ambientali e csc  
 Piana di Susa e Bussoleno - Interconnessione

**POZZETTO**

**SPA24**

DESCRIZIONE

Pozzetto speditivo (profondità 1,00 m) realizzato con miniescavatore - Piana di Susa (TO)

DATA INTERVENTO

11/12/2019

LABORATORIO

EuroLab Srl

**ELEMENTI TOPOGRAFICI DI RIFERIMENTO**

Sistema di rilevazione: Garmin mod. GPSMAP 64S

**coordinate piano UTM32**

NORD = 4999406

EST = 351000

**coordinate piano LTF 2004 (C)**

NORD = 44178,059

EST = 172619,092

**FOTO SCAVO POZZETTO**



**DESCRIZIONE STRATIGRAFICA**

| Prof. | Campioni          | Descrizione  |
|-------|-------------------|--|
| 0,25  |                   | Copertura vegetale, limosa-sabbiosa, bruna con ghiaia.   |
| 1     | <b>A</b><br>(0,3) | Ghiaia eterometrica Ø max 6 cm, poligenica, subarrotondata, ciottoli Pot. max 50 cm e sabbia limosa, grigio-bruna. |
|       | <b>B</b><br>(1,0) |  |
|       |                   |  |
|       |                   |  |
|       |                   |  |

**UBICAZIONE POZZETTO (da Google Earth ®)**



NOTE

REDATTO DA

Dott. Geol. R. Giacometti

FIRMA



**TELT s.a.s. (TUNNEL EURALPIN LYON TURIN)**

Prestazioni per l'esecuzione di indagini ambientali e accertamenti per la realizzazione della nuova linea Torino-Lione, lato Italia  
 Esecuzione indagini ambientali e csc  
 Piana di Susa e Bussoleno - Interconnessione

**POZZETTO**

**SPA25**

DESCRIZIONE

Pozzetto speditivo (profondità 1,00 m) realizzato con miniescavatore - Piana di Susa (TO)

DATA INTERVENTO

11/12/2019

LABORATORIO

EuroLab Srl

**ELEMENTI TOPOGRAFICI DI RIFERIMENTO**

Sistema di rilevazione: Garmin mod. GPSMAP 64S

**coordinate piane UTM32**

NORD = 4999400

EST = 351032

**coordinate piane LTF 2004 (C)**

NORD = 44172,924

EST = 172651,249

**FOTO SCAVO POZZETTO**



**DESCRIZIONE STRATIGRAFICA**

| Prof. | Campioni          | Descrizione  |
|-------|-------------------|--|
| 0,3   |                   | Copertura vegetale, limosa-sabbiosa, bruna con ghiaia.   |
| 1     | <b>A</b><br>(0,4) | Ghiaia eterometrica Ø max 6 cm, poligenica, subarrotondata, ciottoli Pot. max 15 cm e sabbia limosa, grigio-bruna. |
|       | <b>B</b><br>(1,0) |  |
|       |                   |  |
|       |                   |  |
|       |                   |  |

**UBICAZIONE POZZETTO (da Google Earth ®)**



NOTE

REDATTO DA

Dott. Geol. R. Giacometti

FIRMA





POZZETTI ESPLORATIVI  
PIANA DI BUSSOLENO



**TELT s.a.s. (TUNNEL EURALPIN LYON TURIN)**

Prestazioni per l'esecuzione di indagini ambientali e accertamenti per la realizzazione della nuova linea Torino-Lione, lato Italia  
 Esecuzione indagini ambientali e csc  
 Piana di Susa e Bussoleno - Interconnessione

POZZETTO

**BPA01**

DESCRIZIONE

Pozzetto speditivo (profondità 1,00 m) realizzato con miniscavatore - Piana di Bussoleno (TO)

DATA INTERVENTO

11/12/2019

LABORATORIO

EuroLab Srl

**ELEMENTI TOPOGRAFICI DI RIFERIMENTO**

Sistema di rilevazione: Garmin mod. GPSMAP 64S

**coordinate piane UTM32**

NORD = 4999496

EST = 352637

**coordinate piane LTF 2004 (C)**

NORD = 44312,219

EST = 174253,415

**FOTO SCAVO POZZETTO**



**DESCRIZIONE STRATIGRAFICA**

| Prof. | Campioni          | Descrizione                                 |
|-------|-------------------|---|
| 0,2   |                   | Copertura vegetale, limosa-sabbiosa, bruna. |
| 1     | <b>A</b><br>(0,3) | Sabbia debolmente limosa, grigio-bruna.     |
|       | <b>B</b><br>(0,8) |   |
|       |                   |   |
|       |                   |   |
|       |                   |   |

**UBICAZIONE POZZETTO (da Google Earth ®)**

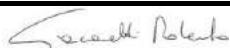


NOTE

REDATTO DA

Dott. Geol. R. Giacometti

FIRMA



**TELT s.a.s. (TUNNEL EURALPIN LYON TURIN)**

Prestazioni per l'esecuzione di indagini ambientali e accertamenti per la realizzazione della nuova linea Torino-Lione, lato Italia  
 Esecuzione indagini ambientali e csc  
 Piana di Susa e Bussoleno - Interconnessione

**POZZETTO**

**BPA02**

DESCRIZIONE

Pozzetto speditivo (profondità 1,00 m) realizzato con miniescavatore - Piana di Bussoleno (TO)

DATA INTERVENTO

12/12/2019

LABORATORIO

EuroLab Srl

**ELEMENTI TOPOGRAFICI DI RIFERIMENTO**

Sistema di rilevazione: Garmin mod. GPSMAP 64S

**coordinate piane UTM32**

NORD = 4999979

EST = 352994

**coordinate piane LTF 2004 (C)**

NORD = 44804,787

EST = 174597,338

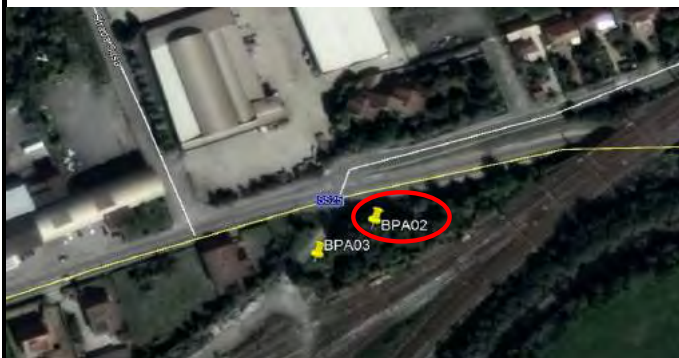
**FOTO SCAVO POZZETTO**



**DESCRIZIONE STRATIGRAFICA**

| Prof. | Campioni          | Descrizione  |
|-------|-------------------|--|
| 0,3   |                   | Copertura vegetale, limosa, bruna.   |
| 1     | <b>A</b><br>(0,4) | Ghiaia eterometrica Ø max 6 cm, poligenica, subarrotondata, ciottoli Pot. max 20 cm e sabbia media, limosa, bruna. |
|       | <b>B</b><br>(0,8) |  |
|       |                   |  |
|       |                   |  |
|       |                   |  |

**UBICAZIONE POZZETTO (da Google Earth ®)**



NOTE

REDATTO DA

Dott. Geol. R. Giacometti

FIRMA

**TELT s.a.s. (TUNNEL EURALPIN LYON TURIN)**

Prestazioni per l'esecuzione di indagini ambientali e accertamenti per la realizzazione della nuova linea Torino-Lione, lato Italia  
 Esecuzione indagini ambientali e csc  
 Piana di Susa e Bussoleno - Interconnessione

**POZZETTO**

**BPA03**

DESCRIZIONE

Pozzetto speditivo (profondità 1,00 m) realizzato con miniescavatore - Piana di Bussoleno (TO)

DATA INTERVENTO

12/12/2019

LABORATORIO

EuroLab Srl

**ELEMENTI TOPOGRAFICI DI RIFERIMENTO**

Sistema di rilevazione: Garmin mod. GPSMAP 64S

**coordinate piane UTM32**

NORD = 4999970

EST = 352965

**coordinate piane LTF 2004 (C)**

NORD = 44795,006

EST = 174568,585

**FOTO SCAVO POZZETTO**



**DESCRIZIONE STRATIGRAFICA**

| Prof. | Campioni          | Descrizione   |
|-------|-------------------|---|
| 0,3   |                   | Copertura vegetale, limosa-sabbiosa, bruna.   |
| 0,5   | <b>A</b><br>(0,5) | Sabbia media, limosa, grigio-bruna.   |
| 1     | <b>B</b><br>(1,0) | Ghiaia eterometrica Ø max 6 cm, poligenica, subarrotondata e sabbia, limosa, bruna. |
|       |                   |   |
|       |                   |   |
|       |                   |   |

**UBICAZIONE POZZETTO (da Google Earth ®)**



NOTE

REDATTO DA

Dott. Geol. R. Giacometti

FIRMA



**TELT s.a.s. (TUNNEL EURALPIN LYON TURIN)**

Prestazioni per l'esecuzione di indagini ambientali e accertamenti per la realizzazione della nuova linea Torino-Lione, lato Italia  
 Esecuzione indagini ambientali e csc  
 Piana di Susa e Bussoleno - Interconnessione

POZZETTO

**BPA04**

DESCRIZIONE

Pozzetto speditivo (profondità 1,00 m) realizzato con miniescavatore - Piana di Bussoleno (TO)

DATA INTERVENTO

11/12/2019

LABORATORIO

EuroLab Srl

**ELEMENTI TOPOGRAFICI DI RIFERIMENTO**

Sistema di rilevazione: Garmin mod. GPSMAP 64S

**coordinate piane UTM32**

NORD = 4999704

EST = 352592

**coordinate piane LTF 2004 (C)**

NORD = 44518,976

EST = 174202,813

**FOTO SCAVO POZZETTO**



**DESCRIZIONE STRATIGRAFICA**

| Prof. | Campioni          | Descrizione  |
|-------|-------------------|--|
| 0,2   |                   | Copertura vegetale, limosa-sabbiosa, bruna.                  |
| 1     | <b>A</b><br>(0,3) | Limo o limo argilloso, localmente sabbioso, di colore bruno. |
|       | <b>B</b><br>(1,0) |  |
|       |                   |  |
|       |                   |  |

**UBICAZIONE POZZETTO (da Google Earth ®)**



NOTE

REDATTO DA

Dott. Geol. R. Giacometti

FIRMA



**TELT s.a.s. (TUNNEL EURALPIN LYON TURIN)**

Prestazioni per l'esecuzione di indagini ambientali e accertamenti per la realizzazione della nuova linea Torino-Lione, lato Italia  
 Esecuzione indagini ambientali e csc  
 Piana di Susa e Bussoleno - Interconnessione

**POZZETTO**

**BPA05**

|                 |  |
|-----------------|--|
| DESCRIZIONE     | Pozzetto speditivo (profondità 1,00 m) realizzato con miniescavatore - Piana di Bussoleno (TO) |
| DATA INTERVENTO | 11/12/2019   |
| LABORATORIO     | EuroLab Srl  |

**ELEMENTI TOPOGRAFICI DI RIFERIMENTO**

Sistema di rilevazione: Garmin mod. GPSMAP 64S

**coordinate piane UTM32**

NORD = 4999482  
 EST = 352679

**coordinate piane LTF 2004 (C)**

NORD = 44299,354  
 EST = 174295,787

**FOTO SCAVO POZZETTO**



**DESCRIZIONE STRATIGRAFICA**

| Prof. | Campioni          | Descrizione  |
|-------|-------------------|--|
| 0,2   |                   | Copertura vegetale, limosa-sabbiosa, bruna.  |
| 0,8   | <b>A</b><br>(0,3) | Sabbia medio-fine, limosa, di colore grigio-bruna.   |
| 1     | <b>B</b><br>(1,0) | Ghiaia eterometrica Ø max 6 cm, poligenica, subarrotondata e sabbia debolmente limosa, grigia. |
|       |                   |  |
|       |                   |  |

**UBICAZIONE POZZETTO (da Google Earth ®)**



NOTE

REDATTO DA Dott. Geol. R. Giacometti

FIRMA



**TELT s.a.s. (TUNNEL EURALPIN LYON TURIN)**

Prestazioni per l'esecuzione di indagini ambientali e accertamenti per la realizzazione della nuova linea Torino-Lione, lato Italia  
 Esecuzione indagini ambientali e csc  
 Piana di Susa e Bussoleno - Interconnessione

POZZETTO

BPA06

DESCRIZIONE

Pozzetto speditivo (profondità 1,00 m) realizzato con miniescavatore - Piana di Bussoleno (TO)

DATA INTERVENTO

11/12/2019

LABORATORIO

EuroLab Srl

**ELEMENTI TOPOGRAFICI DI RIFERIMENTO**

Sistema di rilevazione: Garmin mod. GPSMAP 64S

**coordinate piane UTM32**

NORD = 4999488

EST = 352697

**coordinate piane LTF 2004 (C)**

NORD = 44305,839

EST = 174313,622

**FOTO SCAVO POZZETTO**



**DESCRIZIONE STRATIGRAFICA**

| Prof. | Campioni          | Descrizione  |
|-------|-------------------|--|
| 0,2   |                   | Copertura vegetale, limosa-sabbiosa, bruna.              |
| 1     | <b>A</b><br>(0,3) | Da limo sabbioso a sabbia limosa di colore girgio-bruno. |
|       | <b>B</b><br>(1,0) |  |
|       |                   |  |
|       |                   |  |
|       |                   |  |

**UBICAZIONE POZZETTO (da Google Earth ®)**




NOTE

REDATTO DA

Dott. Geol. R. Giacometti

FIRMA



**TELT s.a.s. (TUNNEL EURALPIN LYON TURIN)**

Prestazioni per l'esecuzione di indagini ambientali e accertamenti per la realizzazione della nuova linea Torino-Lione, lato Italia  
 Esecuzione indagini ambientali e csc  
 Piana di Susa e Bussoleno - Interconnessione

**POZZETTO**

**BPA07**

DESCRIZIONE

Pozzetto speditivo (profondità 1,00 m) realizzato con miniescavatore - Piana di Bussoleno (TO)

DATA INTERVENTO

12/12/2019

LABORATORIO

EurolaB Srl

**ELEMENTI TOPOGRAFICI DI RIFERIMENTO**

Sistema di rilevazione: Garmin mod. GPSMAP 64S

**coordinate piane UTM32**

NORD = 4999689

EST = 352815

**coordinate piane LTF 2004 (C)**

NORD = 44509,995

EST = 174426,185

**FOTO SCAVO POZZETTO**



**DESCRIZIONE STRATIGRAFICA**

| Prof. | Campioni          | Descrizione  |
|-------|-------------------|--|
| 0,3   |                   | Copertura vegetale, limosa-sabbiosa, bruna.  |
| 1     | <b>A</b><br>(0,4) | Ghiaia eterometrica Ø max 6 cm, poligenica, subarrotondata, ciottoli Pot. max 12 cm e limo sabbioso o sabbia limosa, grigio-bruna. |
|       | <b>B</b><br>(1,0) |  |
|       |                   |  |
|       |                   |  |
|       |                   |  |

**UBICAZIONE POZZETTO (da Google Earth ®)**



NOTE

REDATTO DA

Dott. Geol. R. Giacometti

FIRMA



**TELT s.a.s. (TUNNEL EURALPIN LYON TURIN)**

Prestazioni per l'esecuzione di indagini ambientali e accertamenti per la realizzazione della nuova linea Torino-Lione, lato Italia  
 Esecuzione indagini ambientali e csc  
 Piana di Susa e Bussoleno - Interconnessione

**POZZETTO**

**BPA08**

DESCRIZIONE

Pozzetto speditivo (profondità 1,00 m) realizzato con miniscavatore - Piana di Bussoleno (TO)

DATA INTERVENTO

12/12/2019

LABORATORIO

EurolaB Srl

**ELEMENTI TOPOGRAFICI DI RIFERIMENTO**

Sistema di rilevazione: Garmin mod. GPSMAP 64S

**coordinate piane UTM32**

NORD = 4999714

EST = 352830

**coordinate piane LTF 2004 (C)**

NORD = 44535,397

EST = 174440,508

**FOTO SCAVO POZZETTO**



**DESCRIZIONE STRATIGRAFICA**

| Prof. | Campioni          | Descrizione  |
|-------|-------------------|--|
| 0,3   |                   | Copertura vegetale, limosa-sabbiosa, bruna.  |
| 1     | <b>A</b><br>(0,4) | Ghiaia eterometrica Ø max 6 cm, poligenica, subarrotondata, ciottoli Pot. max 10 cm e limo sabbioso o sabbia limosa, grigio-bruna. |
|       | <b>B</b><br>(1,0) |  |
|       |                   |  |
|       |                   |  |
|       |                   |  |

**UBICAZIONE POZZETTO (da Google Earth ®)**




NOTE

REDATTO DA

Dott. Geol. R. Giacometti

FIRMA





**TELT s.a.s. (TUNNEL EURALPIN LYON TURIN)**

Prestazioni per l'esecuzione di indagini ambientali e accertamenti per la realizzazione della nuova linea Torino-Lione, lato Italia  
 Esecuzione indagini ambientali e csc  
 Piana di Susa e Bussoleno - Interconnessione

**POZZETTO**

**BPA09**

|                 |  |
|-----------------|--|
| DESCRIZIONE     | Pozzetto speditivo (profondità 1,00 m) realizzato con miniescavatore - Piana di Bussoleno (TO) |
| DATA INTERVENTO | 12/12/2019   |
| LABORATORIO     | EurolaB Srl  |

**ELEMENTI TOPOGRAFICI DI RIFERIMENTO**

Sistema di rilevazione: Garmin mod. GPSMAP 64S

**coordinate piane UTM32**

NORD = 4999731  
 EST = 352840

**coordinate piane LTF 2004 (C)**

NORD = 44552,664  
 EST = 174450,049

**FOTO SCAVO POZZETTO**



**DESCRIZIONE STRATIGRAFICA**

| Prof. | Campioni          | Descrizione   |
|-------|-------------------|---|
| 0,4   |                   | Copertura vegetale, limosa-sabbiosa, bruna.   |
| 1     | <b>A</b><br>(0,5) | Ghiaia eterometrica Ø max 6 cm, poligenica, subarrotondata e limo sabbioso o sabbia limosa, grigio-bruna. |
|       | <b>B</b><br>(1,0) |   |
|       |                   |   |
|       |                   |   |

**UBICAZIONE POZZETTO (da Google Earth ®)**



NOTE

REDATTO DA Dott. Geol. R. Giacometti

FIRMA



**TELT s.a.s. (TUNNEL EURALPIN LYON TURIN)**

Prestazioni per l'esecuzione di indagini ambientali e accertamenti per la realizzazione della nuova linea Torino-Lione, lato Italia  
 Esecuzione indagini ambientali e csc  
 Piana di Susa e Bussoleno - Interconnessione

**POZZETTO**

**BPA10**

DESCRIZIONE

Pozzetto speditivo (profondità 1,00 m) realizzato con miniescavatore - Piana di Bussoleno (TO)

DATA INTERVENTO

12/12/2019

LABORATORIO

EurolaB Srl

**ELEMENTI TOPOGRAFICI DI RIFERIMENTO**

Sistema di rilevazione: Garmin mod. GPSMAP 64S

**coordinate piano UTM32**

NORD = 4999753

EST = 352856

**coordinate piano LTF 2004 (C)**

NORD = 44575,093

EST = 174465,453

**FOTO SCAVO POZZETTO**



**DESCRIZIONE STRATIGRAFICA**

| Prof. | Campioni          | Descrizione  |
|-------|-------------------|--|
| 0,2   |                   | Copertura vegetale, limosa-sabbiosa, bruna.  |
| 1     | <b>A</b><br>(0,3) | Ghiaia eterometrica Ø max 6 cm, poligenica, subarrotondata, ciottoli Pot. max 12 cm con limo sabbioso o sabbia limosa, grigio-bruna. |
|       | <b>B</b><br>(1,0) |  |
|       |                   |  |
|       |                   |  |
|       |                   |  |

**UBICAZIONE POZZETTO (da Google Earth ®)**

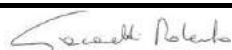


NOTE

REDATTO DA

Dott. Geol. R. Giacometti

FIRMA



**TELT s.a.s. (TUNNEL EURALPIN LYON TURIN)**

Prestazioni per l'esecuzione di indagini ambientali e accertamenti per la realizzazione della nuova linea Torino-Lione, lato Italia  
 Esecuzione indagini ambientali e csc  
 Piana di Susa e Bussoleno - Interconnessione

**POZZETTO**

**BPA11**

DESCRIZIONE

Pozzetto speditivo (profondità 1,10 m) realizzato con miniescavatore - Piana di Bussoleno (TO)

DATA INTERVENTO

12/12/2019

LABORATORIO

EurolaB Srl

**ELEMENTI TOPOGRAFICI DI RIFERIMENTO**

Sistema di rilevazione: Garmin mod. GPSMAP 64S

**coordinate piane UTM32**

NORD = 4999765

EST = 352864

**coordinate piane LTF 2004 (C)**

NORD = 44587,307

EST = 174473,128

**FOTO SCAVO POZZETTO**



**DESCRIZIONE STRATIGRAFICA**

| Prof. | Campioni          | Descrizione   |
|-------|-------------------|---|
| 0,2   |                   | Copertura vegetale, limosa-sabbiosa, bruna.   |
| 1,1   | <b>A</b><br>(0,3) | Ghiaia eterometrica Ø max 6 cm, poligenica, subarrotondata, ciottoli Pot. max 20 cm e sabbia limosa, bruna. |
|       | <b>B</b><br>(1,0) |   |
|       |                   |   |
|       |                   |   |
|       |                   |   |

**UBICAZIONE POZZETTO (da Google Earth ®)**



NOTE

REDATTO DA

Dott. Geol. R. Giacometti

FIRMA



**TELT s.a.s. (TUNNEL EURALPIN LYON TURIN)**

Prestazioni per l'esecuzione di indagini ambientali e accertamenti per la realizzazione della nuova linea Torino-Lione, lato Italia  
 Esecuzione indagini ambientali e csc  
 Piana di Susa e Bussoleno - Interconnessione

**POZZETTO**

**BPA12**

DESCRIZIONE

Pozzetto speditivo (profondità 1,50 m) realizzato con miniescavatore - Piana di Bussoleno (TO)

DATA INTERVENTO

12/12/2019

LABORATORIO

EurolaB Srl

**ELEMENTI TOPOGRAFICI DI RIFERIMENTO**

Sistema di rilevazione: Garmin mod. GPSMAP 64S

**coordinate piano UTM32**

NORD = 4999658

EST = 352795

**coordinate piano LTF 2004 (C)**

NORD = 44478,460

EST = 174407,024

**FOTO SCAVO POZZETTO**



**DESCRIZIONE STRATIGRAFICA**

| Prof. | Campioni          | Descrizione   |
|-------|-------------------|---|
| 0,3   |                   | Copertura vegetale, limosa-sabbiosa, grigio-bruna.  |
| 1,1   | <b>A</b><br>(0,4) | Ghiaia eterometrica Ø max 6 cm, poligenica, subarrotondata, ciottoli Pot. max 10 cm e sabbia limosa o limo sabbioso, bruno. |
| 1,5   | <b>B</b><br>(1,5) | Argilla limosa, grigia.   |
|       |                   |   |
|       |                   |   |
|       |                   |   |

**UBICAZIONE POZZETTO (da Google Earth ®)**



NOTE

REDATTO DA

Dott. Geol. R. Giacometti

FIRMA



**TELT s.a.s. (TUNNEL EURALPIN LYON TURIN)**

Prestazioni per l'esecuzione di indagini ambientali e accertamenti per la realizzazione della nuova linea Torino-Lione, lato Italia  
 Esecuzione indagini ambientali e csc  
 Piana di Susa e Bussoleno - Interconnessione

**POZZETTO**

**BPA13**

DESCRIZIONE

Pozzetto speditivo (profondità 1,70 m) realizzato con miniescavatore - Piana di Bussoleno (TO)

DATA INTERVENTO

12/12/2019

LABORATORIO

EurolaB Srl

**ELEMENTI TOPOGRAFICI DI RIFERIMENTO**

Sistema di rilevazione: Garmin mod. GPSMAP 64S

**coordinate piane UTM32**

NORD = 4999669

EST = 352801

**coordinate piane LTF 2004 (C)**

NORD = 44489,620

EST = 174412,726

**FOTO SCAVO POZZETTO**



**DESCRIZIONE STRATIGRAFICA**

| Prof. | Campioni          | Descrizione  |
|-------|-------------------|--|
| 0,3   |                   | Copertura vegetale, limosa-sabbiosa, grigio-bruna.                                     |
| 0,5   |                   | Scorie di altoforno  |
| 1,4   | <b>A</b><br>(1,0) | Ghiaia eterometrica Ø max 6 cm, poligenica, subarrotondata con sabbia limosa ocreacea. |
| 1,7   | <b>B</b><br>(1,6) | Limo argilloso o argilla limosa, grigia.   |
|       |                   |  |
|       |                   |  |

**UBICAZIONE POZZETTO (da Google Earth ®)**



NOTE

REDATTO DA

Dott. Geol. R. Giacometti

FIRMA



**TELT s.a.s. (TUNNEL EURALPIN LYON TURIN)**

Prestazioni per l'esecuzione di indagini ambientali e accertamenti per la realizzazione della nuova linea Torino-Lione, lato Italia  
 Esecuzione indagini ambientali e csc  
 Piana di Susa e Bussoleno - Interconnessione

**POZZETTO**

**BPA14**

DESCRIZIONE

Pozzetto speditivo (profondità 1,10 m) realizzato con miniescavatore - Piana di Bussoleno (TO)

DATA INTERVENTO

12/12/2019

LABORATORIO

EurolaB Srl

**ELEMENTI TOPOGRAFICI DI RIFERIMENTO**

Sistema di rilevazione: Garmin mod. GPSMAP 64S

**coordinate piane UTM32**

NORD = 4999779

EST = 352835

**coordinate piane LTF 2004 (C)**

NORD = 44600,523

EST = 174443,755

**FOTO SCAVO POZZETTO**



**DESCRIZIONE STRATIGRAFICA**

| Prof. | Campioni          | Descrizione  |
|-------|-------------------|--|
| 0,35  |                   | Copertura vegetale, limosa-sabbiosa, bruna.  |
| 1,1   | <b>A</b><br>(0,4) | Ghiaia eterometrica Ø max 6 cm, poligenica, subarrotondata, rari ciottoli Pot. 15 cm e sabbia limosa grigio-bruna. |
|       | <b>B</b><br>(1,0) |  |
|       |                   |  |
|       |                   |  |
|       |                   |  |

**UBICAZIONE POZZETTO (da Google Earth ®)**

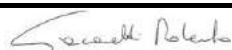


NOTE

REDATTO DA

Dott. Geol. R. Giacometti

FIRMA



**TELT s.a.s. (TUNNEL EURALPIN LYON TURIN)**

Prestazioni per l'esecuzione di indagini ambientali e accertamenti per la realizzazione della nuova linea Torino-Lione, lato Italia  
 Esecuzione indagini ambientali e csc  
 Piana di Susa e Bussoleno - Interconnessione

**POZZETTO**

**BPA15**

DESCRIZIONE

Pozzetto speditivo (profondità 1,00 m) realizzato con miniescavatore - Piana di Bussoleno (TO)

DATA INTERVENTO

12/12/2019

LABORATORIO

EurolaB Srl

**ELEMENTI TOPOGRAFICI DI RIFERIMENTO**

Sistema di rilevazione: Garmin mod. GPSMAP 64S

**coordinate piane UTM32**

NORD = 4999763

EST = 352813

**coordinate piane LTF 2004 (C)**

NORD = 44583,932

EST = 174422,190

**FOTO SCAVO POZZETTO**



**DESCRIZIONE STRATIGRAFICA**

| Prof. | Campioni          | Descrizione  |
|-------|-------------------|--|
| 0,4   |                   | Copertura agraria, limosa-sabbiosa, bruna.   |
| 1     | <b>A</b><br>(0,5) | Ghiaia eterometrica Ø max 6 cm, poligenica, subarrotondata, rari ciottoli Pot. 15 cm e sabbia limosa grigio-bruna. |
|       | <b>B</b><br>(1,0) |  |
|       |                   |  |
|       |                   |  |
|       |                   |  |

**UBICAZIONE POZZETTO (da Google Earth ®)**



NOTE

REDATTO DA

Dott. Geol. R. Giacometti

FIRMA



















| Metodo di perforazione                | Attrezza di perforazione | Tipo di corona | Rivestimento | Campioni | Profondità | Scala 1:100 | Stratigrafia | Descrizione   | Carotaggio |    |    |    | R.Q.D. |    |    |    | Manovra all'incarroccaggio | Pocket Penetrometer | Vane Test | Prof. SPT | N° colpi SPT | Stratificazione irregolare | Filtri | Tipo filtri | Quota filtri | Quota prove | Note |  |  |
|---------------------------------------|--------------------------|----------------|--------------|----------|------------|-------------|--------------|---|------------|----|----|----|--------|----|----|----|----------------------------|---------------------|-----------|-----------|--------------|----------------------------|--------|-------------|--------------|-------------|------|--|--|
|                                       |                          |                |              |          |            |             |              |   | 20         | 40 | 60 | 80 | 20     | 40 | 60 | 80 |                            |                     |           |           |              |                            |        |             |              |             |      |  |  |
| ROTAZIONE<br>CAROTIERE SEMPLICE Ø 101 | W                        | Ø 127          |              |          | 108.00     | 109         |              | ghiaia medio fine e loc. ciottoli (Ø max 8 cm) con sabbia medio fine deb. limosa grigia |            |    |    |    |        |    |    |    |                            |                     |           |           |              |                            |        |             |              |             |      |  |  |
|                                       |                          |                |              |          | 110.00     | 110         |              |   |            |    |    |    |        |    |    |    |                            |                     |           |           |              |                            |        |             |              |             |      |  |  |
|                                       |                          |                |              |          | 110.50     | 111         |              |   |            |    |    |    |        |    |    |    |                            |                     |           |           |              |                            |        |             |              |             |      |  |  |
|                                       |                          |                |              |          |            | 112         |              |   |            |    |    |    |        |    |    |    |                            |                     |           |           |              |                            |        |             |              |             |      |  |  |
|                                       |                          |                |              |          |            | 113         |              |   |            |    |    |    |        |    |    |    |                            |                     |           |           |              |                            |        |             |              |             |      |  |  |
|                                       |                          |                |              |          |            | 114         |              |   |            |    |    |    |        |    |    |    |                            |                     |           |           |              |                            |        |             |              |             |      |  |  |
|                                       |                          |                |              |          |            | 115         |              |   |            |    |    |    |        |    |    |    |                            |                     |           |           |              |                            |        |             |              |             |      |  |  |
|                                       |                          |                |              |          |            | 116         |              |   |            |    |    |    |        |    |    |    |                            |                     |           |           |              |                            |        |             |              |             |      |  |  |
|                                       |                          |                |              |          |            | 117         |              |   |            |    |    |    |        |    |    |    |                            |                     |           |           |              |                            |        |             |              |             |      |  |  |
|                                       |                          |                |              |          | 118.00     | 118         |              |   |            |    |    |    |        |    |    |    |                            |                     |           |           |              |                            |        |             |              |             |      |  |  |
|                                       |                          |                |              |          | 118.50     | 119         |              |   |            |    |    |    |        |    |    |    |                            |                     |           |           |              |                            |        |             |              |             |      |  |  |
|                                       |                          |                |              |          | 119.00     | 120         |              |   |            |    |    |    |        |    |    |    |                            |                     |           |           |              |                            |        |             |              |             |      |  |  |
|                                       |                          |                |              |          |            | 121         |              |   |            |    |    |    |        |    |    |    |                            |                     |           |           |              |                            |        |             |              |             |      |  |  |
|                                       |                          |                |              |          |            | 122         |              |   |            |    |    |    |        |    |    |    |                            |                     |           |           |              |                            |        |             |              |             |      |  |  |
|                                       |                          |                |              |          |            | 123         |              |   |            |    |    |    |        |    |    |    |                            |                     |           |           |              |                            |        |             |              |             |      |  |  |
|                                       | 124                      |                |              |          |            |             |              |   |            |    |    |    |        |    |    |    |                            |                     |           |           |              |                            |        |             |              |             |      |  |  |
|                                       | 125                      |                |              |          |            |             |              |   |            |    |    |    |        |    |    |    |                            |                     |           |           |              |                            |        |             |              |             |      |  |  |
| 126.00                                | 126                      |                |              |          |            |             |              |   |            |    |    |    |        |    |    |    |                            |                     |           |           |              |                            |        |             |              |             |      |  |  |
| 126.60                                | 127                      |                |              |          |            |             |              |   |            |    |    |    |        |    |    |    |                            |                     |           |           |              |                            |        |             |              |             |      |  |  |
|                                       | 128                      |                |              |          |            |             |              |   |            |    |    |    |        |    |    |    |                            |                     |           |           |              |                            |        |             |              |             |      |  |  |
|                                       | 129                      |                |              |          |            |             |              |   |            |    |    |    |        |    |    |    |                            |                     |           |           |              |                            |        |             |              |             |      |  |  |
|                                       | 130                      |                |              |          |            |             |              |   |            |    |    |    |        |    |    |    |                            |                     |           |           |              |                            |        |             |              |             |      |  |  |









Committente LTF - Lyon Turin Ferroviare  
 Cantiere T.A.V. Torino - Lione  
 Località Chiusa San Michele  
 Data Inizio 20.01.10 Data Fine 20.01.10

SONDAGGIO FOGLIO  
**S72** 1

Il geologo  
 Grasso-Alliaud-Bio

| Scala 1:100 | Stratigrafia | Descrizione   | Profondita' | Falda | Campione                | S.P.T.         | N° colpi SPT   | Tubo aperto | Carotaggio  |
|-------------|--------------|---|-------------|-------|-------------------------|----------------|----------------|-------------|-------------|
|             |              |   |             |       |                         | 10 20 30 40    |                |             | 20 40 60 80 |
| 1           |              | Limi sabbiosi rinchiudenti detriti vari e materiali di riporto anche di origine antropica                         |             |       |                         |                |                |             |             |
| 2           |              |   |             |       |                         |                |                |             |             |
| 3           |              |   |             |       |                         |                |                |             |             |
| 4           |              | Ciottoli e ghiaie (principalmente calcareniti e ofioli e qualche quarzite) frammisti debolmente limosi            | 3.60        |       |                         |                |                |             |             |
| 5           |              |   |             |       |                         |                |                |             |             |
| 6           |              |   |             |       |                         |                |                |             |             |
| 7           |              | Sabbia debolmente limosa frammista a ciottoli di calcareniti e di ofioli debolmente sfatti                        | 6.00        |       |                         |                |                |             |             |
| 8           |              |   |             |       | 7.20<br>C1<br>7.40      |                |                |             |             |
| 9           |              | Ghiaie sabbiose in matrice limosa racchiudenti relitti di anfiboliti fortemente degradate e sfatte                | 8.10        |       |                         |                |                |             |             |
| 10          |              | Ghiaie sabbioso-limose racchiudenti ciottoli arrotondati  | 9.60        |       |                         |                |                |             |             |
| 11          |              |   |             |       |                         |                |                |             |             |
| 12          |              | Ghiaie o ciottoli tondeggianti frammisti a limi inglobanti frammenti di rocce marcatamente degradate e sfatte     | 11.40       |       |                         | 12.00<br>12.45 | 24<br>14<br>50 |             |             |
| 13          |              |   |             |       |                         |                |                |             |             |
| 14          |              | Ciottoli e ghiaie tondeggianti, talora alterati, immersi in matrice sabbiosa-limosa.                              | 13.60       |       | 13.40<br>C2<br>13.60    |                |                |             |             |
| 15          |              |   |             |       |                         |                |                |             |             |
| 16          |              |   |             |       |                         |                |                |             |             |
| 17          |              |   |             |       |                         |                |                |             |             |
| 18          |              | Sabbia debolmente limosa con ripetute discontinuità prevalentemente sabbiose e talora anche ghiaiose decimetriche | 17.50       |       | 17.60<br>C3<br>17.70    |                |                |             |             |
| 19          |              |   |             |       |                         |                |                |             |             |
| 20          |              |   |             |       |                         |                |                |             |             |
| 21          |              |   |             |       |                         |                |                |             |             |
| 22          |              |   |             |       |                         | 21.50<br>21.95 | 11<br>9<br>18  |             |             |
| 23          |              | Sabbie limose frammiste a detriti e ghiaie minute   | 23.00       |       | 22.50<br>C4ind<br>23.00 |                |                |             |             |
| 24          |              |   |             |       |                         |                |                |             |             |
| 25          |              | Sabbia debolmente limosa racchiudente ghiaie a spigoli relativamente tondeggianti                                 | 24.30       |       |                         |                |                |             |             |
| 26          |              |   |             |       |                         |                |                | 26.00       |             |
| 27          |              |   |             |       |                         |                |                |             |             |
| 28          |              | Sabbia ghiaiosa e debolmente limosa con ciottoli diam. max 10 cm di forma tondeggianti                            | 27.00       |       | 27.50<br>C5<br>27.70    |                |                |             |             |
| 29          |              | Sabbie debolmente limose frammiste a ghiaie tondeggianti con qualche ciottolo di diam. max 10cm                   | 28.50       |       |                         |                |                |             |             |
| 30          |              |   | 30.00       |       |                         |                |                |             |             |

## ALLEGATO 4

### ESITI ANALISI CARATTERIZZAZIONE TERRENI



Esiti analisi caratterizzazione terreni (Piana di Bussoleno)

| DATA CAMPIONAMENTO  | Limiti DLgs 152/06 terreni       | 12/12/2019   |         |   |         |  |         |  |         |  |         |   |         |  |         |   |  |   |  |  |  |  |  |
|---|----------------------------------|--|---------|---|---------|--|---------|--|---------|--|---------|---|---------|--|---------|---|--|---|--|--|--|--|--|
|   |                                  | BPA02CA  | BPA03CA | BPA03CB   | BPA07CA | BPA07CB  | BPA08CA | BPA08CB  | BPA09CA | BPA09CB  | BPA10CA | BPA10CB   | BPA11CA | BPA11CB  | BPA13CA | BPA13CB   |  |   |  |  |  |  |  |
| ETICHETTA   |                                  | P  | P       | P   | P       | P  | P       | P  | P       | P  | P       | P   | P       | P  | P       | P   |  |   |  |  |  |  |  |
| Tipologia indagine (P. pozzetto, C. carotaggio)               |                                  | 0,4  | 0,5     | 1   | 0,4     | 1  | 0,4     | 1  | 0,5     | 1  | 0,3     | 1   | 0,3     | 1  | 1       | 1,8   |  |   |  |  |  |  |  |
| Profondità (m da p.c.)  |                                  |  |         |   |         |  |         |  |         |  |         |   |         |  |         |   |  |   |  |  |  |  |  |
| Litologia (da stratigrafie)                                   | rendimenti<br>Indicativi e comm. | Ghiaia eterometrica Ø max 6 cm, poligenica, subarotondata, ciottoli Pot. max 20 cm e sabbia media, limosa, bruna |         | Ghiaia eterometrica Ø max 6 cm, poligenica, subarotondata e sabbia, limosa, bruna |         | Ghiaia eterometrica Ø max 6 cm, poligenica, subarotondata, ciottoli Pot. max 12 cm e limo sabbioso |         | Ghiaia eterometrica Ø max 6 cm, poligenica, subarotondata, ciottoli Pot. max 12 cm e limo sabbioso |         | Ghiaia eterometrica Ø max 6 cm, poligenica, subarotondata, ciottoli Pot. max 10 cm e limo sabbioso |         | Ghiaia eterometrica Ø max 6 cm, poligenica, subarotondata e limo sabbioso o sabbia limosa, grigio bruna |         | Ghiaia eterometrica Ø max 6 cm, poligenica, subarotondata, ciottoli Pot. max 12 cm con limo sabbioso o sabbia limosa, grigio-bruna |         | Ghiaia eterometrica Ø max 6 cm, poligenica, subarotondata, ciottoli Pot. max 20 cm e sabbia limosa, bruna |  | Ghiaia eterometrica Ø max 6 cm, poligenica, subarotondata, ciottoli Pot. max 20 cm e sabbia limosa, bruna |  | Ghiaia eterometrica Ø max 6 cm, poligenica, subarotondata con sabbia limosa correa |  | Limo argilloso o argilla limosa, grigia                |  |
|   |                                  | Depositi fluviali e fluvio-glaciali Piana di Bussoleno   |         | Depositi fluviali e fluvio-glaciali Piana di Bussoleno                            |         | Depositi fluviali e fluvio-glaciali Piana di Bussoleno   |         | Depositi fluviali e fluvio-glaciali Piana di Bussoleno   |         | Depositi fluviali e fluvio-glaciali Piana di Bussoleno   |         | Depositi fluviali e fluvio-glaciali Piana di Bussoleno  |         | Depositi fluviali e fluvio-glaciali Piana di Bussoleno   |         | Depositi fluviali e fluvio-glaciali Piana di Bussoleno  |  | Depositi fluviali e fluvio-glaciali Piana di Bussoleno  |  | Depositi fluviali e fluvio-glaciali Piana di Bussoleno                             |  | Depositi fluviali e fluvio-glaciali Piana di Bussoleno |  |
| Residuo secco a 105°C @ % m/m                                 |                                  | 82,6   | 95,4    | 92,9  | 93,7    | 90,9   | 88,1    | 77,5   | 91,4    | 86,3   | 89,1    | 86,9  | 88,3    | 90,9   | 87,9    | 70,1  |  |   |  |  |  |  |  |
| Scheletro % m/m   |                                  | 16   | 44      | 42  | 49      | 46   | 18      | 18   | 33      | 20   | 27      | 22  | 32      | 36   | 22      | 4,4   |  |   |  |  |  |  |  |
| Fluoruri mg/kg s.s.   | 100                              | 2000   | 0       | 0   | 0       | 0  | 0       | 0  | 0       | 0  | 0       | 0   | 0       | 0  | 0       | 0   |  |   |  |  |  |  |  |
| Cianuri liberi mg/kg s.s.                                     | 1                                | 100  | 0       | 0   | 0       | 0  | 0       | 0  | 0       | 0  | 0       | 0   | 0       | 0  | 0       | 0   |  |   |  |  |  |  |  |
| Amianto SEM mg/kg s.s.  | 1000                             | 1000   | < 100   | < 100   | 249     | < 100  | 249     | < 100  | 589     | < 100  | 330     | < 100   | < 100   | < 100  | 565     | 200   |  |   |  |  |  |  |  |
| Antimonio mg/kg s.s.  | 10                               | 30   | 1,5     | 0,21  | 0,39    | 1,1  | 18      | 9,1  | 6,3     | 1,5  | 2,3     | 0,6   | 1,4     | 2,2  | 4,9     | 1,7   |  |   |  |  |  |  |  |
| Arsenico mg/kg s.s.   | 20                               | 50   | 4       | 1,7   | 3       | 3,6  | 5,6     | 16   | 15      | 8,4  | 13      | 5,1   | 8,1     | 7,6  | 5,3     | 6,8   |  |   |  |  |  |  |  |
| Bario mg/kg s.s.  | 150**                            | 1000**   | 77      | 9,3   | 15      | 29   | 58      | 65   | 99      | 87   | 120     | 31  | 61      | 110  | 27      | 81  |  |   |  |  |  |  |  |
| Berillio mg/kg s.s.   | 2                                | 10   | 0,27    | 0,057   | 0,093   | 0,17   | 0,31    | 0,32   | 0,47    | 0,34   | 0,65    | 0,25  | 0,34    | 0,36   | 0,53    | 0,64  |  |   |  |  |  |  |  |
| Cadmio mg/kg s.s.   | 2                                | 15   | 0,61    | 0,051   | 0,076   | 0,066  | 0,12    | 0,36   | 0,37    | 0,27   | 0,27    | 0,14  | 0,47    | 0,2  | 0,19    | 0,18  |  |   |  |  |  |  |  |
| Cobalto mg/kg s.s.  | 20                               | 250  | 21      | 27  | 16      | 6,2  | 9,5     | 31   | 20      | 23   | 16      | 16  | 12      | 11   | 27      | 21  |  |   |  |  |  |  |  |
| Cromo mg/kg s.s.  | 150                              | 800  | 290     | 480   | 230     | 49   | 100     | 140  | 140     | 230  | 150     | 150   | 120     | 98   | 410     | 100   |  |   |  |  |  |  |  |
| Cromo esavalente mg/kg s.s.                                   | 2                                | 15   | 0       | 0   | 0       | 0  | 0       | 0  | 0       | 0  | 0       | 0   | 0       | 0  | 0       | 0   |  |   |  |  |  |  |  |
| Mercurio mg/kg s.s.   | 1                                | 5  | 0,23    | 0,11  | 0,093   | 0,09   | 0,14    | 0,23   | 0,32    | 0,16   | 0,39    | 0,11  | 0,17    | 0,19   | 0,11    | 0,17  |  |   |  |  |  |  |  |
| Nichel mg/kg s.s.   | 120                              | 500  | 240     | 250   | 57      | 94   | 140     | 120  | 250     | 180  | 130     | 120   | 98      | 51   | 450     | 94  |  |   |  |  |  |  |  |
| Piombo mg/kg s.s.   | 100                              | 1000   | 320     | 5   | 37      | 41   | 44      | 69   | 100     | 47   | 140     | 88  | 120     | 69   | 28      | 31  |  |   |  |  |  |  |  |
| Rame mg/kg s.s.   | 120                              | 600  | 62      | 11  | 25      | 38   | 76      | 130  | 210     | 57   | 120     | 35  | 60      | 60   | 42      | 64  |  |   |  |  |  |  |  |
| Selenio mg/kg s.s.  | 3                                | 15   | 1,5     | 0,4   | 0,55    | 0,85   | 0,96    | 1,8  | 2,2     | 1,4  | 1,9     | 1,3   | 1,8     | 1,4  | 1,6     | 0,97  |  |   |  |  |  |  |  |
| Stagno mg/kg s.s.*  |                                  |  | 3,7     | 1,4   | 5,8     | 20   | 71      | 32   | 5,3     | 19   | 1,5     | 4,9   | 9,1     | 7,5  | 23      | 2,3   |  |   |  |  |  |  |  |
| Tallio mg/kg s.s.   | 1                                | 10   | 0,085   | 0   | 0       | 0,052  | 0,1     | 0,11   | 0,18    | 0,11   | 0,21    | 0   | 0,096   | 0,13   | 0,24    | 0   |  |   |  |  |  |  |  |
| Vanadio mg/kg s.s.  | 90                               | 250  | 26      | 14  | 14      | 9,5  | 14      | 25   | 26      | 20   | 24      | 22  | 23      | 17   | 18      | 25  |  |   |  |  |  |  |  |
| Zinco mg/kg s.s.  | 150                              | 1500   | 160     | 33  | 40      | 39   | 59      | 110  | 170     | 96   | 150     | 70  | 160     | 100  | 88      | 91  |  |   |  |  |  |  |  |
| Microcarburi C-12 mg/kg s.s.                                  | 50                               | 750  | 39      | 4,7   | 3,9     | 14   | 11      | 39   | 19      | 13   | 57      | 180   | 10      | 15   | 21      | 6,6   |  |   |  |  |  |  |  |
| Policloro ter fenili (PCT) mg/kg s.s.                         | 10                               | 250  | 0       | 0   | 0       | 0  | 0       | 0  | 0       | 0  | 0       | 0   | 0       | 0  | 0       | 0   |  |   |  |  |  |  |  |
| Policlorobifenili mg/kg s.s.                                  | 0,06                             | 5  | 0,38    | 0   | 0       | 0  | 0       | 0  | 0       | 0,013  | 0       | 0,22  | 0,022   | 0  | 0       | 0   |  |   |  |  |  |  |  |
| <b>Idrocarburi Policiclici Aromatici</b>                      |                                  |  |         |   |         |  |         |  |         |  |         |   |         |  |         |   |  |   |  |  |  |  |  |
| [25 Benz(a)antracene] mg/kg s.s.                              | 0,5                              | 10   | 0,062   | 0   | 0       | 0,38   | 0,49    | 3,4  | 0,18    | 0,43   | 0,86    | 0,1   | 0,18    | 0,34   | 1,1     | 0,07  |  |   |  |  |  |  |  |
| [26 Benz(a)pirene] mg/kg s.s.                                 | 0,1                              | 10   | 0,065   | 0   | 0       | 0,45   | 0,58    | 3,4  | 0,19    | 0,49   | 0,86    | 0,11  | 0,17    | 0,41   | 1,4     | 0   |  |   |  |  |  |  |  |
| [27 Benz(b)fluorantene] mg/kg s.s.                            | 0,5                              | 10   | 0       | 0   | 0       | 0,43   | 0,58    | 2,8  | 0,16    | 0,45   | 0,75    | 0,11  | 0,17    | 0,37   | 1,2     | 0,062   |  |   |  |  |  |  |  |
| [28 Benz(k)fluorantene] mg/kg s.s.                            | 0,5                              | 10   | 0       | 0   | 0       | 0,25   | 0,28    | 1,6  | 0,086   | 0,23   | 0,44    | 0,051   | 0,085   | 0,19   | 0,66    | 0   |  |   |  |  |  |  |  |
| [29 Benz(g,h,i)perilene] mg/kg s.s.                           | 0,1                              | 10   | 0       | 0   | 0       | 0,18   | 0,28    | 1,2  | 0,13    | 0,23   | 0,34    | 0,06  | 0,12    | 0,24   | 0,93    | 0   |  |   |  |  |  |  |  |
| [30 Cistene] mg/kg s.s.                                       | 5                                | 50   | 0,074   | 0   | 0,05    | 0,48   | 0,61    | 3,7  | 0,19    | 0,5  | 0,92    | 0,13  | 0,2     | 0,42   | 1,3     | 0,084   |  |   |  |  |  |  |  |
| [31 Dibenz(a,h)pirene] mg/kg s.s.                             | 0,1                              | 10   | 0       | 0   | 0       | 0  | 0       | 0  | 0       | 0  | 0       | 0   | 0       | 0  | 0,12    | 0   |  |   |  |  |  |  |  |
| [32 Dibenz(a,h)pirene] mg/kg s.s.                             | 0,1                              | 10   | 0       | 0   | 0       | 0  | 0,066   | 0,19   | 0       | 0,062  | 0,062   | 0   | 0       | 0,063  | 0,25    | 0   |  |   |  |  |  |  |  |
| [33 Dibenz(a,h)pirene] mg/kg s.s.                             | 0,1                              | 10   | 0       | 0   | 0       | 0  | 0       | 0  | 0       | 0  | 0       | 0   | 0       | 0  | 0       | 0   |  |   |  |  |  |  |  |
| [34 Dibenz(a,h)pirene] mg/kg s.s.                             | 0,1                              | 10   | 0       | 0   | 0       | 0  | 0       | 0  | 0       | 0  | 0       | 0   | 0       | 0  | 0       | 0   |  |   |  |  |  |  |  |
| [35 Dibenz(a,h)perilene] mg/kg s.s.                           | 0,1                              | 10   | 0       | 0   | 0       | 0  | 0,31    | 0  | 0,076   | 0  | 0       | 0,063   | 0,072   | 0,45   | 0       | 0   |  |   |  |  |  |  |  |
| [36 Indeno(1,2,3-cd)pirene] mg/kg s.s.                        | 0,1                              | 5  | 0       | 0   | 0       | 0,24   | 0,32    | 1,6  | 0,14    | 0,32   | 0,45    | 0,072   | 0,13    | 0,3  | 1,1     | 0   |  |   |  |  |  |  |  |
| [37 Pirene] mg/kg s.s.  | 5                                | 50   | 0,11    | 0   | 0,087   | 0,47   | 0,87    | 8,4  | 0,3     | 0,66   | 1,5     | 0,2   | 0,2     | 0,54   | 1,5     | 0,2   |  |   |  |  |  |  |  |
| [38 Sommataria policiclici aromatici (da 25 a 37)] mg/kg s.s. | 10                               | 100  | 0,31    | 0   | 0,14    | 2,8  | 4,1     | 27   | 1,4     | 3,4  | 6,2     | 0,83  | 1,3     | 2,9  | 10      | 0,41  |  |   |  |  |  |  |  |
| [38 Sommataria policiclici aromatici (da 25 a 34)] mg/kg s.s. | 10                               | 100  | 0,2     | 0   | 0,05    | 2,1  | 2,9     | 16   | 0,92    | 2,4  | 4,2     | 0,56  | 0,92    | 2  | 7       | 0,21  |  |   |  |  |  |  |  |
| [Nafalene] mg/kg s.s.   | 0                                | 0  | 0       | 0   | 0       | 0,096  | 0,28    | 0  | 0,053   | 0,12   | 0       | 0   | 0       | 0,13   | 0       | 0   |  |   |  |  |  |  |  |
| [Acenafilene] mg/kg s.s.                                      | 0                                | 0  | 0       | 0   | 0       | 0  | 0,075   | 0  | 0       | 0  | 0       | 0   | 0       | 0  | 0       | 0   |  |   |  |  |  |  |  |
| [Acenafilene] mg/kg s.s.                                      | 0                                | 0  | 0       | 0   | 0       | 0  | 0,08    | 0  | 0       | 0,16   | 0       | 0   | 0       | 0  | 0       | 0   |  |   |  |  |  |  |  |
| [Fluorene] mg/kg s.s.   | 0                                | 0  | 0       | 0   | 0       | 0  | 0,08    | 0  | 0       | 0,16   | 0       | 0   | 0       | 0  | 0       | 0   |  |   |  |  |  |  |  |
| [Fenantrene] mg/kg s.s.                                       | 0                                | 0  | 0       | 0   | 0       | 0  | 0,1     | 0,17   | 0,41    | 1,9  | 0,094   | 0,1   | 0,13    | 0,33   | 1       | 0,13  |  |   |  |  |  |  |  |
| [Antracene] mg/kg s.s.  | 0,071                            | 0  | 0,07    | 0,28  | 0,54    | 0,91   | 0,17    | 0,41   | 1,9     | 0,094  | 0,1     | 0,13  | 0,33    | 1  | 0,13    | 0   |  |   |  |  |  |  |  |
| [Fluorantene] mg/kg s.s.                                      | 0,082                            | 0  | 0       | 0,38  | 0,49    | 3,4  | 0,16    | 0,43   | 0,86    | 0,1  | 0,18    | 0,34  | 1,1     | 0  | 0,07    | 0   |  |   |  |  |  |  |  |
| [Fluorantene] mg/kg s.s.                                      | 0,12                             | 0  | 0,091   | 0,47  | 0,86    | 8,7  | 0,29    | 0,7  | 1,6     | 0,18   | 0,22    | 0,56  | 1,6     | 0  | 0,21    | 0   |  |   |  |  |  |  |  |
| [Benzo(e)pirene] mg/kg s.s.                                   | 0                                | 0  | 0       | 0,32  | 0,45    | 2,1  | 0,14    | 0,35   | 0,58    | 0,088  | 0,13    | 0,31  | 1       | 0  | 0       | 0   |  |   |  |  |  |  |  |
| [Perilene] mg/kg s.s.   | 0                                | 0  | 0       | 0,12  | 0,17    | 0,97   | 0       | 0,14   | 0,24    | 0  | 0       | 0,11  | 0,42    | 0  | 0       | 0   |  |   |  |  |  |  |  |
| <b>Alifatici alogenati cancerogeni</b>                        |                                  |  |         |   |         |  |         |  |         |  |         |   |         |  |         |   |  |   |  |  |  |  |  |
| [Tribromometano (bromoforale)] mg/kg s.s.                     | 0,5                              | 10   | 0       | 0   | 0       | 0  | 0       | 0  | 0       | 0  | 0       | 0   | 0       | 0  | 0       | 0   |  |   |  |  |  |  |  |
| [1,2-Dibromoetano] mg/kg s.s.                                 | 0,01                             | 0,1  | 0       | 0   | 0       | 0  | 0       | 0  | 0       | 0  | 0       | 0   | 0       | 0  | 0       | 0   |  |   |  |  |  |  |  |
| [Dibromoclorometano] mg/kg s.s.                               | 0,5                              | 10   | 0       | 0   | 0       | 0  | 0       | 0  | 0       | 0  | 0       | 0   | 0       | 0  | 0       | 0   |  |   |  |  |  |  |  |
| [Bromodichlorometano] mg/kg s.s.                              | 0,5                              | 10   | 0       | 0   | 0       | 0  | 0       | 0  | 0       | 0  | 0       | 0   | 0       | 0  | 0       | 0   |  |   |  |  |  |  |  |
| <b>Alifatici clorurati cancerogeni</b>                        |                                  |  |         |   |         |  |         |  |         |  |         |   |         |  |         |   |  |   |  |  |  |  |  |
| [Clorometano] mg/kg s.s.                                      | 0,1                              | 5  | 0       | 0   | 0       | 0  | 0       | 0  | 0       | 0  | 0       | 0   | 0       | 0  | 0       | 0   |  |   |  |  |  |  |  |
| [Diclorometano] mg/kg s.s.                                    | 0,1                              | 5  | 0       | 0   | 0       | 0  | 0       | 0  | 0       | 0  | 0       | 0   | 0       | 0  | 0       | 0   |  |   |  |  |  |  |  |
| [Triclorometano] mg/kg s.s.                                   | 0,1                              | 5  | 0       | 0   | 0       | 0  | 0       | 0  | 0       | 0  | 0       | 0   | 0       | 0  | 0       | 0   |  |   |  |  |  |  |  |
| [Cloruro di vinile] mg/kg s.s.                                | 0,01                             | 0,1  | 0       | 0   | 0       | 0  | 0       | 0  | 0       | 0  | 0       | 0   | 0       | 0  | 0       | 0   |  |   |  |  |  |  |  |
| [1,2-Dicloroetano] mg/kg s.s.                                 | 0,2                              | 5  | 0       | 0   | 0       | 0  | 0       | 0  | 0       | 0  | 0       | 0   | 0       | 0  | 0       | 0   |  |   |  |  |  |  |  |
| [1,1-Dicloroetano] mg/kg s.s.                                 | 0,1                              | 1  | 0       | 0   | 0       | 0  | 0       | 0  | 0       | 0  | 0       | 0   | 0       | 0  | 0       | 0   |  |   |  |  |  |  |  |
| [Tricloroetano] mg/kg s.s.                                    | 1                                | 10   | 0       | 0   | 0       | 0  | 0       | 0  | 0       | 0  | 0       | 0   | 0       | 0  | 0       | 0   |  |   |  |  |  |  |  |
| [Tetracloroetano (PCE)] mg/kg s.s.                            | 0,5                              | 20   | 0       | 0   | 0       | 0  | 0       | 0  | 0       | 0  | 0       | 0   | 0       | 0  | 0       | 0   |  |   |  |  |  |  |  |
| <b>Alifatici clorurati non cancerogeni</b>                    |                                  |  |         |   |         |  |         |  |         |  |         |   |         |  |         |   |  |   |  |  |  |  |  |
| [1,1-Dicloroetano] mg/kg s.s.                                 | 0,5                              | 30   | 0       | 0   | 0       | 0  | 0       | 0  | 0       | 0  | 0       | 0   | 0       | 0  | 0       | 0   |  |   |  |  |  |  |  |
| [1,2-Dicloroetano] mg/kg s.s.                                 | 0,3                              | 15   | 0       | 0   | 0       | 0  | 0       | 0  | 0       | 0  | 0       | 0   | 0       | 0  | 0       | 0   |  |   |  |  |  |  |  |
| [1,1,1-Tricloroetano] mg/kg s.s.                              | 0,5                              | 50   | 0       | 0   | 0       | 0  | 0       | 0  | 0       | 0  | 0       | 0   | 0       | 0  | 0       | 0   |  |   |  |  |  |  |  |
| [1,2-Dicloropropano] mg/kg s.s.                               | 0,3                              | 5  | 0       | 0   | 0       | 0  | 0       | 0  | 0       | 0  | 0       | 0   | 0       | 0  | 0       | 0   |  |   |  |  |  |  |  |
| [1,1,2-Tricloroetano] mg/kg s.s.                              | 0,5                              | 15   | 0       | 0   | 0       | 0  |         |  |         |  |         |   |         |  |         |   |  |   |  |  |  |  |  |

## ALLEGATO 5 RAPPORTI DI PROVA INDAGINI

## ALLEGATO 6

### DATASET CAMPIONARIO (FORMATO EDITABILE)