



## Regione Liguria – Giunta Regionale

Atto N° 1337-2023 - Seduta N° 3844 - del 22/12/2023 - Numero d'Ordine 21

Prot/2023/1885304

Oggetto Piano regionale di gestione dei rifiuti e delle bonifiche, Linea di azione 26.3 – Approvazione “Linee guida per lo studio dei valori di fondo naturale di alcuni metalli e semimetalli nei suoli della Liguria”

Struttura Proponente Settore Ecologia

Tipo Atto Deliberazione

---

### Certificazione delle risultanze dell'esame dell'Atto

Presidente GIOVANNI TOTI - Presidente, partecipanti alla seduta:

Componenti della Giunta		Presenti	Assenti
Giovanni TOTI	Presidente della Giunta Regionale	X	
Alessandro PIANA	Vicepresidente della Giunta Regionale	X	
Simona FERRO	Assessore	X	
Giacomo Raul GIAMPEDRONE	Assessore	X	
Angelo GRATAROLA	Assessore	X	
Alessio PIANA	Assessore	X	
Augusto SARTORI	Assessore	X	
Marco SCAJOLA	Assessore	X	
		8	0

Relatore alla Giunta GIAMPEDRONE Giacomo Raul

Con l'assistenza del Segretario Generale Avv. Pietro Paolo Giampellegrini e del Segretario di Giunta Dott.ssa Roberta Rossi

**La Giunta Regionale**

All'unanimità ha approvato il provvedimento

---

Atto rientrante nei provvedimenti di cui alla lett. A punto 11 sub

**Elementi di corredo all'Atto:**

- ALLEGATI, che ne sono PARTE INTEGRANTE E NECESSARIA
-

## LA GIUNTA REGIONALE

### VISTI:

- il decreto legislativo 3 aprile 2006 n. 152 (Norme in materia ambientale) ed in particolare:
  - o l'articolo 240, comma 1 lettera b) che prevede che “nel caso in cui il sito potenzialmente contaminato sia ubicato in un’area interessata da fenomeni antropici o naturali che abbiano determinato il superamento di una o più concentrazioni soglia di contaminazione, queste ultime si assumono pari al valore di fondo esistente per tutti i parametri superati”;
  - o l'articolo 242, comma 13 bis che prevede che “il proponente può presentare all’ARPA territorialmente competente un piano di indagine per definire i valori di fondo da assumere. .... sulla base delle risultanze del piano di indagine, nonché di altri dati disponibili per l’area oggetto di indagine, l’ARPA territorialmente competente definisce i valori di fondo. È fatta comunque salva la facoltà dell’ARPA territorialmente competente di esprimersi sulla compatibilità delle CSC rilevate nel sito con le condizioni geologiche, idrogeologiche e antropiche del contesto territoriale in cui esso è inserito. In tale caso le CSC riscontrate nel sito sono ricondotte ai valori di fondo”;
- la legge regionale 9 aprile 2009, n. 10 (Norme in materia di bonifiche di siti contaminati);
- il decreto 12 febbraio 2015, n. 31 (Regolamento recante criteri semplificati per la caratterizzazione, messa in sicurezza e bonifica dei punti vendita carburanti, ai sensi dell'articolo 252, comma 4, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152);
- il decreto 1° marzo 2019, n. 46 (Regolamento relativo agli interventi di bonifica, di ripristino ambientale e di messa in sicurezza, d'emergenza, operativa e permanente, delle aree destinate alla produzione agricola e all'allevamento, ai sensi dell'articolo 241 del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152);
- il decreto del Presidente della Repubblica 13 giugno 2017, n. 120 (“Regolamento recante la disciplina semplificata delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell’art. 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n.164”), ed in particolare l’articolo 2 che definisce “l’ambito territoriale con fondo naturale” come la “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”.

### RICHIAMATI

- la deliberazione di Giunta regionale n. 1020 del 7 agosto 2014, avente ad oggetto: “Riferimenti per la definizione dei valori di fondo naturale nell’ambito dei procedimenti di bonifica e nella gestione delle terre e rocce da scavo”, con la quale è stato deliberato di stabilire che:
  - un quadro conoscitivo in generale utile alla determinazione dei valori di fondo naturale è rappresentato in modo particolare dalla Carta geologica e geotematica del Progetto CARG e dalla Carta Geochimica della Regione Liguria (Atlante Geochimico), oltre naturalmente agli altri dati eventualmente presenti nella letteratura scientifica specializzata;
  - le “Linee guida per lo studio dei valori di fondo naturale di alcuni metalli e semimetalli nei suoli della Liguria” elaborate da ARPAL nel 2014 sono un riferimento utile alla definizione dei fondi naturali, fatta salva la possibilità di sviluppare differenti e specifici studi scientifici in relazione alla peculiarità dei siti oggetto di indagine;
  - la Struttura regionale competente provveda all’aggiornamento dei dati della carta geochimica;
- il Piano Regionale di Gestione dei Rifiuti e delle Bonifiche, come aggiornato con deliberazione del Consiglio regionale n. 11 del 19 luglio 2022, che, nel più ampio ambito delle azioni Regionali sviluppate in supporto agli Enti Locali, prevede alla linea di azione 26.3 la definizione di linee di indirizzo sulla determinazione dei valori di fondo naturale, sostitutivi delle concentrazioni soglia di contaminazione nelle procedure di bonifica dei siti contaminati o nella gestione delle terre e rocce da scavo ai sensi del DPR 120/2017.
- la deliberazione di Giunta Regionale del 14 giugno 2023, n. 556, con la quale, in attuazione della linea di azione 26.1 del Piano regionale, è stato istituito il Gruppo di Lavoro Fondi Naturali, costituito dai Settori regionali con competenze in materia di bonifica dei siti contaminati e di tutela delle acque

sotterranee, dall'ARPAL, dalla Città Metropolitana di Genova e dalle Provincie, avente, tra l'altro, i seguenti obiettivi:

- individuazione e sperimentazione di criteri per la determinazione di valori del fondo naturale i fini della gestione delle terre e rocce da scavo e dell'individuazione degli obiettivi di bonifica dei siti contaminati;
- la zonizzazione del territorio regionale in funzione di caratteristiche omogenee dei valori di fondo naturale (VFN);

TENUTO CONTO che

- il Settore Ecologia, nell'ambito della convenzione Regione Liguria- Università degli Studi di Genova ex DGR 1059/2017 Cartografia Geochimica, ha affidato al DISTAV il completamento della cartografia geochimica, concretizzatosi con la pubblicazione sul sito istituzionale della Regione Liguria dell'Atlante Geochimico dei suoli della Regione Liguria;
- il Settore Ecologia della Regione Liguria, a fronte degli intervenuti aggiornamenti normativi in materia di determinazione dei valori di fondo naturale e del completamento e della pubblicazione della cartografia geochimica regionale (Atlante Geochimico), ha sottoposto al Gruppo di lavoro Fondi Naturali una proposta di aggiornamento del documento "Linee guida per lo studio dei valori di fondo naturale di alcuni metalli e semimetalli nei suoli della Liguria", allegato alla DGR 1020/2014;
- il GdL Fondi Naturali in due successive riunioni, convocate con note Prot-2023-1326931 del 25/09/2023 e Prot-2023-1404623 del 16/10/2023, ha approvato in linea tecnica i contenuti delle "Linee guida per lo studio dei valori di fondo naturale di alcuni metalli e semimetalli nei suoli della Liguria", allegate al presente decreto quale parte integrante e sostanziale;

RITENUTO pertanto, alla luce delle argomentazioni sopra svolte,

- di approvare in attuazione alla linea di azione 26.3 del Piano Regionale di Gestione dei Rifiuti e delle Bonifiche le "Linee guida per lo studio dei valori di fondo naturale di alcuni metalli e semimetalli nei suoli della Liguria" allegate al presente atto quale sua parte integrante e sostanziale che sostituiscono integralmente l'allegato alla deliberazione della Giunta regionale n. 1020 del 7 agosto 2014, avente ad oggetto: "Riferimenti per la definizione dei valori di fondo naturale nell'ambito dei procedimenti di bonifica e nella gestione delle terre e rocce da scavo",

DATO atto che il presente provvedimento non comporta oneri a carico del bilancio regionale;

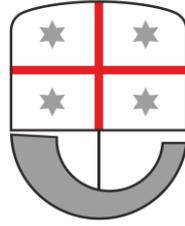
Su proposta dell'Assessore ai Lavori pubblici, Infrastrutture e Viabilità, Ciclo delle Acque e dei Rifiuti, Difesa del Suolo, Ambiente e Tutela del territorio, Ecosistema costiero, Antincendio Boschivo, Protezione civile, Emergenze, Partecipazioni regionali (Ire spa), Politiche socio sanitarie e Terzo Settore,

DELIBERA

per le motivazioni esposte in premessa,

1. di approvare in attuazione alla linea di azione 26.3 del Piano Regionale di Gestione dei Rifiuti e delle Bonifiche le "Linee guida per lo studio dei valori di fondo naturale di alcuni metalli e semimetalli nei suoli della Liguria" allegate al presente atto quale sua parte integrante e sostanziale che sostituiscono integralmente l'allegato alla deliberazione della Giunta regionale n. 1020 del 7 agosto 2014, avente ad oggetto: "Riferimenti per la definizione dei valori di fondo naturale nell'ambito dei procedimenti di bonifica e nella gestione delle terre e rocce da scavo";
2. di dare atto che il presente provvedimento non comporta oneri a carico del bilancio regionale;

Avverso il presente provvedimento è possibile proporre ricorso giurisdizionale al TAR entro 60 giorni o, alternativamente, ricorso amministrativo straordinario al Presidente della Repubblica entro 120 giorni dalla comunicazione dello stesso.



**REGIONE LIGURIA**

**PIANO REGIONALE DI  
GESTIONE DEI RIFIUTI E DELLE  
BONIFICHE**

**LINEA DI AZIONE 26.3**

**LINEE GUIDA**

**PER LO STUDIO DEI VALORI DI  
FONDO NATURALE DI ALCUNI  
METALLI E SEMIMETALLI NEI  
SUOLI DELLA LIGURIA**

## SOMMARIO

1. PREMESSA .....	3
2. RIFERIMENTI NORMATIVI.....	3
2.1 Applicazione della normativa al contesto regionale .....	6
3. DEFINIZIONI E LIMITI DI APPLICAZIONE.....	7
4. CARATTERISTICHE DEL CONTENUTO NATURALE DI METALLI E SEMIMETALLI IN LIGURIA.....	8
5. CRITERI E METODI.....	9
5.1 Principi generali .....	9
5.2 Determinazione del fondo naturale del suolo e del sottosuolo .....	15
5.3 Determinazioni di laboratorio.....	18
5.4 Valutazione di compatibilità .....	19



## 1. PREMESSA

Il presente documento aggiorna le linee guida regionali per lo studio dei valori di fondo naturale di alcuni metalli e semimetalli nei suoli della Liguria e sostituisce integralmente l'allegato di cui alla deliberazione di Giunta regionale n. 1020/2014, tenuto conto, in particolare:

- degli aggiornamenti normativi intervenuti;
- della pubblicazione dell'Atlante Geochimico dei suoli della Regione Liguria nel 2021 (<https://www.regione.liguria.it/homepage-ambiente/cosa-cerchi/territorio/assetto-idrogeologico-del-territorio/geologia/atlante-geochimico-regionale.html>);
- dell'aggiornamento del Piano regionale di Gestione dei Rifiuti e delle Bonifiche, approvato con deliberazione del Consiglio regionale n. 11/2022, che alla Linea d'azione 26 prevede *l'elaborazione di criteri per la determinazione dei valori di fondo naturale (VFN), sostitutivi delle concentrazioni soglia di contaminazione nelle procedure di bonifica dei siti contaminati o nella gestione delle terre e rocce da scavo ai sensi del DPR 120/2017*;
- dalla pubblicazione di nuove linee guida a livello nazionale (Linee guida SNPA 8/2018);

Le presenti linee guida sono state approvate in linea tecnica dal "Gruppo di lavoro fondi naturali" istituito con Deliberazione della Giunta Regionale 14 giugno 2023, n. 556, con la collaborazione del Professor Marino Vetuschi Zuccolini, responsabile scientifico del Progetto di cartografia geochimica approvato con la Deliberazione della Giunta Regionale del 15 dicembre 2017, n. 1059, nell'ambito della Convenzione sottoscritta nel mese di settembre 2017 tra l'Amministrazione regionale e l'Università di Genova – DISTAV.

## 2. RIFERIMENTI NORMATIVI

Il principio che consente di derogare ai valori limite normativi tabellari, in caso di accertati fenomeni naturali o antropici diffusi, è ormai consolidato nella disciplina comunitaria ambientale e trova diverse applicazioni nella normativa nazionale di recepimento.

Il **D. Lgs. 3 aprile 2006, n. 152 (Norme in materia ambientale)** richiama più volte il concetto



## Linee guida per lo studio dei valori di fondo naturale di alcuni metalli e semimetalli nei suoli della Liguria

che, in determinate condizioni geologiche naturali, talune sostanze possono presentare concentrazioni superiori ai limiti normativi, ossia alle concentrazioni soglia di contaminazione dei suoli e delle acque sotterranee:

- *“Concentrazioni soglia di contaminazione (CSC): i livelli di contaminazione delle matrici ambientali che costituiscono valori al di sopra dei quali è necessaria la caratterizzazione del sito e l'analisi di rischio sito specifica, come individuati nell'Allegato 5 alla parte quarta del presente decreto. Nel caso in cui il sito potenzialmente contaminato sia ubicato in un'area interessata da fenomeni antropici o naturali che abbiano determinato il superamento di una o più concentrazioni soglia di contaminazione, queste ultime si assumono pari al valore di fondo esistente per tutti i parametri superati” (Art. 240);*
- *“Al fine di conoscere la qualità delle matrici ambientali (valori di fondo) dell'ambiente in cui è inserito il sito potrà essere necessario prelevare campioni da aree adiacenti il sito. Tali campioni verranno utilizzati per determinare i valori di concentrazione delle sostanze inquinanti per ognuna delle componenti ambientali rilevanti per il sito in esame” (Allegato 2 alla Parte IV);*
- *“Nei sedimenti ricadenti in Regioni geochimiche che presentano livelli di fondo naturali, dimostrati scientificamente, dei metalli superiori agli SQA di cui alle tabelle 2/A e 3/B, questi ultimi sono sostituiti dalle concentrazioni del fondo naturale. Le evidenze della presenza di livello di fondo naturali per determinati inquinanti inorganici sono riportate nei piani di gestione e di tutela delle acque” (Allegato 1 alla Parte III);*
- *“Valori superiori possono essere ammissibili solo in caso di fondo naturale più elevato o di modifiche allo stato originario dovute all'inquinamento diffuso, ove accertati o validati dalla Autorità pubblica competente, o in caso di specifici minori obiettivi di qualità per il corpo idrico sotterraneo o per altri corpi idrici recettori, ove stabiliti e indicati dall'Autorità pubblica competente, comunque compatibilmente con l'assenza di rischio igienico-sanitario per eventuali altri recettori a valle” (Allegato 1 alla Parte IV).*
- *“Qualora la procedura interessi un sito in cui, per fenomeni di origine naturale o antropica, le concentrazioni rilevate superino le CSC di cui alle colonne A e B della tabella 1 dell'allegato 5 al titolo V, della parte quarta, il proponente può presentare all'ARPA territorialmente competente un piano di indagine per definire i valori di fondo da assumere. Tale piano, condiviso con l'ARPA territorialmente competente, è realizzato dal proponente con oneri a proprio carico, in contraddittorio con la medesima ARPA, entro sessanta giorni dalla data di presentazione dello stesso. Il piano di indagine può fare riferimento anche ai dati pubblicati e*



## Linee guida per lo studio dei valori di fondo naturale di alcuni metalli e semimetalli nei suoli della Liguria

*validati dall'ARPA territorialmente competente relativi all'area oggetto di indagine. Sulla base delle risultanze del piano di indagine, nonché di altri dati disponibili per l'area oggetto di indagine, l'ARPA territorialmente competente definisce i valori di fondo. È fatta comunque salva la facoltà dell'ARPA territorialmente competente di esprimersi sulla compatibilità delle CSC rilevate nel sito con le condizioni geologiche, idrogeologiche e antropiche del contesto territoriale in cui esso è inserito. In tale caso le CSC riscontrate nel sito<sup>1</sup> sono ricondotte ai valori di fondo” (comma 13-ter dell'art. 242)*

Anche il **decreto del Presidente della Repubblica 13 giugno 2017, n. 120** (Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni) richiama più volte la necessità di riferirsi ai valori di fondo naturale in sostituzione dei valori normativi del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152:

- *Art. 2 – “«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;”*
- *Art. 11. - ... “Qualora la realizzazione dell'opera interessi un sito in cui, per fenomeni di origine naturale, nelle terre e rocce da scavo le concentrazioni dei parametri di cui all'allegato 4, superino le concentrazioni soglia di contaminazione di cui alle colonne A e B, Tabella 1, Allegato 5, al Titolo V, della Parte IV, del decreto n. 152 del 2006, è fatta salva la possibilità che le concentrazioni di tali parametri vengano assunte pari al valore di fondo naturale esistente. A tal fine, in fase di predisposizione del piano di utilizzo, il proponente segnala il superamento di cui sopra ai sensi dell'articolo 242 del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, e contestualmente presenta all'Agenzia di protezione ambientale territorialmente competente un piano di indagine per definire i valori di fondo naturale da assumere.”*

Infine, il decreto ministeriale 1° marzo 2019, n. 46 (Regolamento relativo agli interventi di bonifica, di ripristino ambientale e di messa in sicurezza, d'emergenza, operativa e permanente, delle aree destinate alla produzione agricola e all'allevamento) definisce all'articolo 2 il “valore di

---

<sup>1</sup> N.B: Si deve rilevare l'erroneità dell'espressione «CSC rilevate nel sito»; refuso che deve essere inteso come: “concentrazioni riscontrate in sito”.



fondo geochimico” come distribuzione di una sostanza nel suolo derivante dai processi naturali, con eventuale componente antropica non rilevabile o non apprezzabile.

## 2.1 Applicazione della normativa al contesto regionale

Lo studio dei valori di fondo naturale assume particolare interesse e rilevanza nella nostra regione, dove sono diversi i casi in cui il superamento dei limiti tabellari nei suoli così come nelle acque è riconducibile a cause naturali. La necessità di verificare l’origine naturale delle concentrazioni riscontrate nei suoli può pertanto presentarsi nell’ambito dei procedimenti di bonifica e nella gestione delle terre e rocce da scavo.

Le presenti linee guida sono finalizzate a fornire specifiche indicazioni ai soggetti interessati a proporre o chiamati ad accertare l’origine naturale di talune concentrazioni di sostanze nei suoli e nelle acque. In particolare esse riguardano le matrici “suolo” e “suolo superficiale” ed esclusivamente per quanto riguarda i principali metalli e semimetalli<sup>2</sup> di interesse tossicologico (escludendo, quindi, le sostanze di sintesi o comunque chiaramente di origine antropica).

Per la stesura del documento si è tenuto conto di quanto realizzato a livello di protocolli operativi e studi da parte dell’Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA), da uffici regionali (compresi eventuali provvedimenti normativi) o da altre agenzie regionali per la protezione dell’ambiente, e in modo particolare delle “Linee guida per la determinazione dei valori di fondo per i suoli e per le acque sotterranee” (SNPA 08 2018), oltre che l’Atlante Geochimico della Regione Liguria. Al fine di garantire una corretta impostazione di base di ogni indagine e studio finalizzati a valutare l’origine naturale di determinate concentrazioni rilevate nei suoli, si deve preliminarmente evidenziare che il trattamento statistico dei dati dovrà sempre fondarsi su una ~~pre~~via raccolta e accurata selezione dei dati effettuata a priori, avvalendosi di tutti gli elementi geologico-litologico-strutturali, geochimici e mineralogici disponibili (possibilmente con distinzione della mineralogia ‘primaria’ e di quella derivata dai processi di alterazione e pedologici) relativi al bacino sotteso. I dati litologico-mineralogici e, in particolare, il tipo e le caratteristiche dei minerali che contengono gli elementi che possono determinare il superamento dei valori soglia, sono fondamentali per determinare l’origine naturale dei contaminanti, contribuendo in modo decisivo a discriminare gli apporti naturali da quelli antropici.

Nell’ambito delle attività preliminari all’esecuzione di indagini specifiche e del conseguente trattamento statistico dei dati dovranno essere confrontate le concentrazioni superiori ai limiti

---

<sup>2</sup> Il termine *semimetalli* è qui utilizzato al posto di *metalloidi*, secondo lo IUPAC da evitare perché obsoleto



normativi riscontrate in un sito con i valori statistici riportati sull'Atlante Geochimico pubblicato sul portale regionale. Nel successivo paragrafo 5.2 sono trattati gli specifici casi in cui non è necessario eseguire campionamenti e rispettive analisi della matrice suolo per dimostrare la naturalità delle concentrazioni superiori ai limiti normativi.

### 3. DEFINIZIONI E LIMITI DI APPLICAZIONE

Il termine “Valore di fondo naturale” è desunto dalla norma ISO 19258/2005 (*Soil Quality – Guidance on the determination of background values*), ripresa dal citato Protocollo Operativo per la determinazione dei valori di fondo di metalli/semimetalli nei suoli dei siti d'interesse nazionale, che lo definisce come le “*Caratteristiche statistiche del contenuto naturale pedo-geochimico di una sostanza nei suoli*”. Il contenuto naturale pedo-geochimico (*Pedo-geochemical background content*) è invece definito come la “*concentrazione di sostanze nei suoli, risultante da processi naturali geologici e pedologici, senza alcuna interferenza di origine antropica*”. Il Valore di fondo naturale è pertanto la derivazione, tramite elaborazione statistica, dei valori caratteristici del contenuto naturale pedo-geochimico di una sostanza nel terreno. Come si evince dai riferimenti normativi citati nel Cap. 2, il Valore di fondo naturale costituisce a tutti gli effetti il nuovo riferimento di legge all'interno dell'ambito territoriale in cui sia stato definito. Il procedimento per giungere alla sua determinazione, come indicato dalle citate Linee guida ISPRA, è di conseguenza articolato e complesso, e deve essere supportato da studi, indagini e analisi di elevato impegno tecnico- scientifico ed economico che sono oggettivamente realizzabili solo da soggetti dotati di ingenti capacità organizzative, tecnico-realizzative e finanziarie nell'ambito della realizzazione di opere infrastrutturali rilevanti.

Le presenti Linee guida intendono colmare la lacuna tecnico-normativa relativa, invece, agli interventi di piccola e media entità<sup>3</sup>, in particolare privati, per i quali è da ritenersi che il singolo proponente non sia tenuto alla determinazione di un 'fondo naturale' così come sopra definito, ma piuttosto alla documentazione della 'compatibilità geologica' dei valori rilevati nel sito (di bonifica o comunque di intervento) rispetto alle condizioni geologiche presenti nel contesto territoriale di appartenenza. Il livello di complessità degli studi necessari a tale accertamento è ragionevolmente ridimensionabile rispetto a quanto definito dalle citate Linee guida SNPA, anche a motivo del fatto che, in questo caso e secondo quanto previsto dal comma 13-ter dell'art 242 del d. Lgs 152/06, l'esito degli studi non comporterebbe la definizione di un nuovo valore normativo a tutti gli effetti di

---

<sup>3</sup> La definizione “di piccola e media entità” non è riferita all'estensione superficiale del sito, ma piuttosto al grado di complessità tecnico-scientifica e al conseguente impegno tecnico-finanziario.



legge, salvo le eccezioni che verranno illustrate nel seguito, ma sarebbe esclusivamente finalizzato a documentare l'esistenza di una situazione geologica del territorio all'interno del quale ricade il sito in grado di giustificare la presenza di valori superiori alle CSC di cui alle colonne A e B della Tab. 1 dell'allegato 5 alla Parte quarta del d. Lgs. 152/06.

In questa sede non si tratterà, inoltre, del *Contenuto antropizzato*, né dei conseguenti *Valori di fondo antropizzato* e *Inquinamento diffuso*, ossia delle contaminazioni o alterazioni chimiche, fisiche o biologiche delle matrici ambientali determinate da cause antropiche o da fonti diffuse e non imputabili ad una singola origine.

Si deve, infine, sottolineare che, tenendo conto di quanto indicato al Cap. 5.2, le indicazioni che verranno fornite nel seguito non comportano l'automatica esclusione della possibile origine naturale di metalli e semimetalli non contemplati nel presente documento, non potendosi escludere in termini assoluti l'evenienza che fenomeni geologici a scala locale o sito-specifici possano determinare la presenza di concentrazioni potenzialmente superiori ai limiti normativi anche di altri elementi.

#### 4. CARATTERISTICHE DEL CONTENUTO NATURALE DI METALLI E SEMIMETALLI IN LIGURIA

In Liguria sono presenti complessi litologici caratterizzati dalla presenza di alcuni metalli e semimetalli in concentrazioni elevate. In modo particolare, tra gli elementi di significato tossicologico e di ampia distribuzione ambientale, il cromo, il nichel, il cobalto e subordinatamente il vanadio si rinvergono comunemente nei complessi ofiolitici o "Pietre Verdi".

I principali litotipi potenzialmente correlati ad elevate concentrazioni degli elementi suddetti sono i seguenti:

- Lherzoliti, Serpentiniti e Oficalciti;
- Metagabbri, Metabasalti e Metabasiti s.l., Anfiboliti ed Eclogiti, Breccie poligeniche.

Si precisa che le Lherzoliti, le Serpentiniti e alcuni tipi di Oficalciti sono in genere caratterizzati da concentrazioni di cromo e nichel sensibilmente superiori agli altri litotipi, e frequentemente superiori alla Colonna B della Tab. 1 (*Concentrazione soglia di contaminazione nel suolo e nel sottosuolo riferiti alla specifica destinazione d'uso dei siti da bonificare*) dell'All. 5 alla Parte IV del D.lgs. 152/06, mentre cobalto e subordinatamente vanadio si rinvergono in modo sostanzialmente omogeneo nei litotipi sopraindicati, con valori intorno ai limiti della Colonna A. In particolare, nelle



Serpentiniti e al contatto Serpentiniti-Gabbri, possono essere presenti livelli concentrati di cromite.

Nell'intorno dei litotipi specifici delle sequenze ofiolitiche, possono essere presenti in concentrazioni localmente rilevanti (in taluni casi, addirittura di interesse economico) mineralizzazioni a solfuri e ossidi polimetallici. Questi possono determinare concentrazioni superiori ai valori soglia dei seguenti elementi: rame, zinco, cadmio, arsenico, cobalto e piombo. In queste zone, la presenza di tali elementi si accompagna all'elevata reattività dei solfuri in ambiente superficiale che, attraverso reazioni ossido-riduttive, può indurre concentrazioni anche molto elevate nelle acque sotterranee e superficiali.

Si deve inoltre tener presente che alcuni litotipi a carattere sedimentario (es. arenarie e conglomerati del Bacino Terziario del Piemonte) derivanti dalla detritazione di rocce ofiolitiche possono contenere concentrazioni elevate degli elementi tipici delle sequenze ofiolitiche, e alcuni litotipi di origine magmatica acida (ad es. ortogneiss), sedimentaria o metasedimentaria possono presentare concentrazioni anche localmente elevate di arsenico.

L'ambito territoriale di interesse dovrà essere valutato utilizzando tutti gli elementi conoscitivi disponibili, e in modo particolare la cartografia geologica e geotematica del progetto CARG e la cartografia geochimica della Regione Liguria (Atlante Geochimico), oltre agli altri dati eventualmente presenti nella letteratura scientifica specializzata. La presenza, all'interno del bacino idrografico di appartenenza, di complessi litologici caratterizzati da concentrazioni potenzialmente elevate di taluni metalli e semimetalli (anche non esclusivamente afferenti alle Pietre Verdi) dovrà essere accertata in via prioritaria. Peraltro, come anticipato nel Cap. 3 relativo alle definizioni e ai limiti di applicazione delle presenti linee-guida, la mancata segnalazione nella cartografia geologica di riferimento di determinati litotipi nell'areale di interesse non pregiudicherà in generale la possibilità di indagare l'eventuale origine naturale dei metalli/semimetalli di interesse. In questi casi, tuttavia, come verrà meglio specificato nel seguito, lo studio dovrà essere supportato da specifiche documentate evidenze geologiche locali, e il numero dei campionamenti dovrà essere opportunamente incrementato.

## 5. CRITERI E METODI

### 5.1 Principi generali

Si deve preliminarmente osservare come, sotto il profilo tecnico-normativo, la definizione del fondo naturale si sia progressivamente affrancata dalla necessità di individuare un valore numerico



## Linee guida per lo studio dei valori di fondo naturale di alcuni metalli e semimetalli nei suoli della Liguria

univoco (VFN) quale esclusivo criterio di definizione del “fondo naturale” di una certa area. Già la prima versione delle presenti linee guida, come già accennato, avevano introdotto il fondamentale concetto di “compatibilità geologica” in particolare riferimento agli interventi di piccola e media entità<sup>4</sup>, ossia il confronto ragionato tra le concentrazioni caratteristiche del sito rispetto al contorno territoriale, che si è progressivamente affermato nella prassi tecnico-amministrativa. Da ultimo, le ricordate indicazioni contenute nel comma 4-bis dell’art. 242-ter del D.Lgs. 152/06, introdotto a seguito del Decreto legge n. 77 del 31 maggio 2021 (c.d. “Decreto Semplificazioni bis”), convertito in legge dalla L. 108 del 29 luglio 2021, ne hanno sancito la generale applicabilità.

Tuttavia, per quanto l’impianto concettuale delle presenti linee guida continui ad appoggiarsi su tale impostazione, deve essere evidenziato che esiste una casistica nella quale la definizione di un valore numerico univoco resta necessaria<sup>5</sup>, che, senza pretesa di esaustività, si riporta esemplificativamente nel seguito.

Il primo caso riguarda i procedimenti di bonifica. In tali circostanze, la definizione di un valore numerico di fondo naturale può risultare indispensabile per definire gli obiettivi di bonifica; dal momento che qualsiasi intervento, azione o trattamento non può ragionevolmente mirare che al ripristino delle condizioni naturali. La rigidità dell’approccio numerico con confronto rispetto ad un valore unico è in questi casi giustificata e bilanciata dalla necessità di fornire ai progettisti degli obiettivi chiari e raggiungibili, pur nella consapevolezza delle inevitabili approssimazioni.

Un ulteriore caso si presenta quando l’intervento in progetto preveda una successiva ulteriore caratterizzazione dei materiali. Infatti, a differenza del caso di volumi limitati di scavo che possono considerarsi già adeguatamente caratterizzati da un’unica preliminare fase di indagine (spesso la stessa in occasione della quale sono stati riscontrati i superamenti di cui si intende dimostrare la naturalità), in mancanza di una definizione numerica univoca, verrebbe meno il “valore sostitutivo delle CSC” a cui riferire la conformità dei materiali che dovranno essere caratterizzati. In questi casi, la sola compatibilità geologica non può considerarsi sufficiente sul piano tecnico-procedimentale, perché lascerebbe aperta e indefinita la soglia entro cui valutare la conformità legale dei materiali.

Già il primo “*Protocollo Operativo per la determinazione dei valori di fondo di metalli/metalloidi nei suoli dei siti d’interesse nazionale*” (APAT-ISS 2006) introduceva alcuni fondamentali principi

---

<sup>4</sup> Ad es., nel caso ricorrente in cui i volumi di scavo possono essere considerati già adeguatamente caratterizzati dalle indagini preliminari (le stesse che possono aver riscontrato i superamenti di cui si vuole dimostrare la naturalità), la definizione dei VFN non è di alcuna utilità – e, anzi, potrebbe determinare criticità e limitazioni, nella misura in cui eventuali dati a disposizione dovessero eccedere tale soglia, che, in quanto statisticamente definita, potrebbe non essere in grado (a maggior ragione in presenza di un *dataset* limitato) di rappresentare la totale variabilità composizionale naturale.

<sup>5</sup> Ad eccezione dell’amianto naturale, per il quale vi è la generale e consolidata consapevolezza dell’impossibilità di ottenere un valore univoco di fondo naturale applicabile ai casi pratici.



che, per la loro valenza generale, si assumono anche nelle presenti linee guida:

*“I dati necessari alla determinazione del fondo, finalizzato al confronto con dati specifici di un sito potenzialmente contaminato, dovranno provenire da aree che presentino le seguenti caratteristiche:*

- 1. Siano geologicamente e geomorfologicamente confrontabili con l’area oggetto di indagine;*
- 2. La distribuzione delle concentrazioni dei metalli/metalloidi non sia riconducibile ad alcuna sorgente puntuale e/o specifica attiva nel presente o nel passato.*

*Il primo criterio di selezione delle aree d’indagine prevede la compatibilità geologica e geomorfologica, per ottemperare all’esigenza di individuare un’area che presenti le medesime caratteristiche dell’area inquinata in termini di composizione chimica “naturale”. Le condizioni richieste dal secondo punto portano all’individuazione di aree di campionamento in cui la destinazione d’uso sia tale da escludere, in prima analisi, la presenza di sorgenti puntuali di contaminazione”.*

Nell’ambito della valutazione dei valori di fondo naturali, oltre ai principi generali sopra esposti, risulta utile e necessario fare riferimento all’Atlante Geochimico dei suoli della Regione Liguria citato in premessa, che in taluni casi specifici potrebbe notevolmente semplificare il procedimento amministrativo.

L’Atlante Geochimico dei suoli della Regione Liguria, basato sul campionamento e analisi di stream sediments<sup>6</sup>, rappresenta un importante ed imprescindibile riferimento per l’individuazione a scala regionale di possibili anomalie geochimiche per i 34 elementi considerati. Come esposto successivamente i suoli possono essere assimilati a stream sediments realizzandosi certe approssimazioni.

In estrema sintesi l’Atlante Geochimico, basato sulle determinazioni analitiche di oltre 1800 campioni di stream sediments campionati ad hoc, consiste in un modello distributivo probabilistico delle concentrazioni per ognuno dei 34 elementi considerati a progetto.

Ciascun modello distributivo (uno per ogni elemento, ognuno dei quali composto da 8 livelli) copre l’intero territorio regionale, suddividendolo in celle di calcolo quadrate di lato pari a 200 metri, considerate qualitativamente omogenee, a cui viene associato un set di valori statistici. Per calcolare la distribuzione probabilistica della concentrazione di un determinato elemento è stato utilizzato il metodo geostatistico delle Simulazioni Gaussiane Sequenziali, che “restituisce” per ogni cella omogenea 80 valori di concentrazioni equiprobabili. Il modello (formato GeoTiff interrogabile sul

---

<sup>6</sup> Sedimenti fluviali attivi

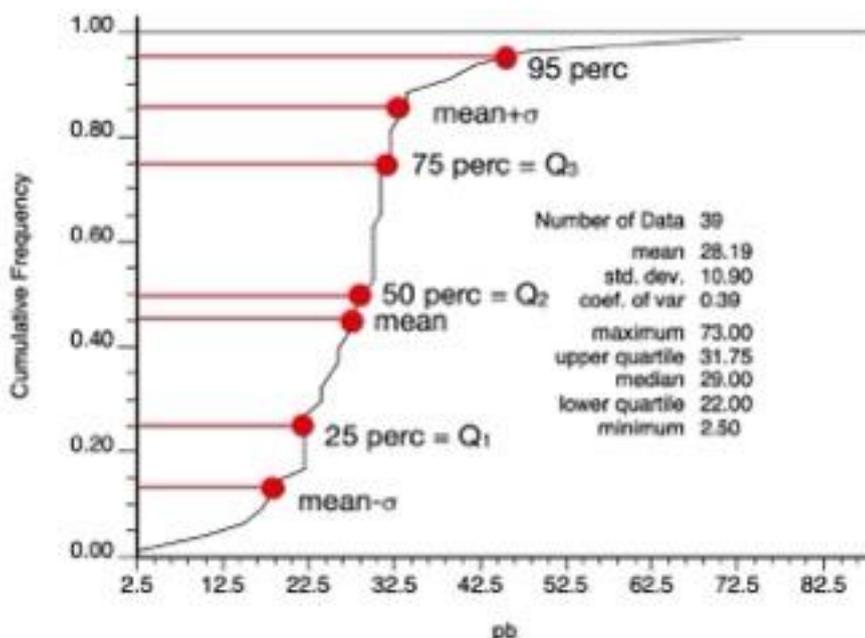


## Linee guida per lo studio dei valori di fondo naturale di alcuni metalli e semimetalli nei suoli della Liguria

portale della Regione Liguria) riporta per ogni cella i seguenti momenti statistici:

- 95° percentile (95 perc.)
- Media+sigma (mean+ $\sigma$ )
- Terzo quartile (75 perc. = Q3)
- Mediana (50 perc. = Q2)
- Media (mean)
- Primo quartile (25 perc. = Q1)
- Media-sigma (mean- $\sigma$ )
- Coefficiente di dispersione dei quartili (non ripuartili)

Il “significato” dei diversi momenti statistici associati ad ogni cella è rappresentato nel diagramma sottostante (esempio di istogramma di frequenza delle 80 soluzioni equiprobabili).



Come detto, il modello distributivo copre l'intero territorio regionale, che in linea di massima risulta caratterizzato da versanti collinari e montuosi, più o meno acclivi, e subordinatamente da limitate piane costiere e alluvionali di fondovalle. Il chimismo dei suoli in queste due tipologie morfologiche è determinato da diversi fenomeni. Alterazione del substrato e pedogenesi in assenza di trasporto sui versanti e disgregazione di substrato e suoli e conseguente trasporto operato dai corsi d'acqua per le piane alluvionali.

Le diverse caratteristiche genetiche e morfologiche dei due ambienti sopra descritti comportano



necessariamente due distinti approcci metodologici nella valutazione dei valori di fondo naturale, che saranno specificatamente trattati al successivo capitolo 5.2.

In linea di massima per i suoli presenti nelle le zone di versante sono attese concentrazioni di un determinato elemento prossime a quelle del substrato sottostante, dove è presente quello stesso elemento, ma ad una concentrazione più elevata. Mentre nelle pianure alluvionali la concentrazione di un determinato elemento può essere “attenuata/diluata” dalla presenza di materiale sciolto che non contiene affatto quell’elemento, pur provenendo dallo stesso bacino idrografico. Per tali motivi in uno stesso bacino idrografico è lecito aspettarsi anomalie geochemiche naturali contraddistinte da concentrazioni più elevate in corrispondenza di suoli di versanti piuttosto che nei sedimenti di pianura alluvionale.

Di seguito sono sinteticamente individuati per ciascuna tipologia geomorfologica:

- i principali fenomeni che determinano la formazione e il chimismo del suolo al di sopra del substrato;
- il parametro dell’Atlante (scelto fra i momenti statistici riportati sulla cartografia on-line) da utilizzarsi come riferimento nella valutazione dei superamenti delle CSC normative in riferimento a possibili cause naturali.
- Aree di versante (colluvium)

Il chimismo “naturale” di un campione, a meno di fenomeni gravitativi straordinari o improbabili accumuli eolici, è strettamente controllato dalla litologia e dalla paragenesi delle rocce del **substrato sottostante il punto di campionamento o dalla litologia/e presenti alla scala di progetto** (all’interno del sito o nelle immediate vicinanze dello stesso). Durante la pedogenesi i minerali presenti nel regolite (substrato alterato) possono subire trasformazioni attraverso molteplici e complessi processi su base inorganica, organica e biologica<sup>7</sup>. Tuttavia un determinato elemento caratterizzante le fasi minerali della paragenesi originaria del regolite, con tutta probabilità sarà “presente” anche nel suolo soprastante, a meno di processi di dissoluzione (o più in generale weathering) e allontanamento in fase liquida (acque di pioggia) che possono diminuirne la concentrazione nel terreno, anche nel suolo soprastante. È noto che durante lo sviluppo dei suoli esistano sussista una migrazione verticale preferenziale di alcuni metalli in

---

<sup>7</sup> Ad esempio: Dissoluzione congruente od incongruente, precipitazione, complessazione metallo-organica, mediazione batterica, ecc.



soluzione che possono concentrarsi verso orizzonti più profondi. Altresì a causa di questo frazionamento una concentrazione elementale può realizzarsi in orizzonti superficiali per via dell'allontanamento di elementi più mobili. Per questo motivo risulterà importante la fase di campionamento per poter produrre un campione rappresentativo della coltre sovrastante la roccia.

Relativamente ai suoli e alle coltri eluvio-colluviali di versante, valutando comparativamente i diversi momenti statistici del modello geochimico con valori di concentrazione derivanti da campioni acquisiti ad hoc<sup>8</sup> nella medesima cella di calcolo<sup>9</sup>, si evidenzia che essi ricadono nella forchetta di variabilità tra la “media” e “media + sigma”. Tale evenienza porrebbe la soglia “media + sigma” come limite difficilmente superabile per soli motivi naturali. Essendo i dati riportati sui singoli modelli distributivi elementali, computati nello spazio gaussiano normale, il valore “media + sigma” indica il valore di concentrazione per cui l'83.7% dei valori attesi in ogni singola cella saranno minori di esso.

- **Piane alluvionali (alluvium):** i sedimenti alluvionali sono il risultato di un unico processo fisico all'interno di un bacino idrografico, che inizia con la disgregazione delle rocce e dei suoli e termina con la sedimentazione delle particelle trasportate dalle acque superficiali fino a formare quelli che sono i prismi alluvionali vallivi. In questo contesto il chimismo di un sedimento, sia antico che recente, risulta prossimo alla **media pesata del chimismo delle rocce e dei suoli presenti nel bacino idrografico sotteso al punto di campionamento**. I sedimenti di una piana alluvionale, escludendo “placers” sedimentari o inquinamenti antropici, risultano pertanto in prima battuta a bassa variabilità composizionale. L'unico fattore che potrebbe determinare un “salto composizionale” o comunque una variazione significativa del chimismo delle alluvioni spostandosi nel senso del trasporto fluviale principale è riconducibile alla confluenza di un corso d'acqua proveniente da un sottobacino contraddistinto da una particolare litologia, differente dalla geologia dominante del restante bacino. Tuttavia, anche considerando l'assenza di sovrimposizioni antropiche e una litologia omogenea su tutto il bacino idrografico, le concentrazioni di un determinato elemento possono mostrare, all'interno di range omogeneo e rappresentativo dell'intero bacino, oscillazioni più o meno marcate dovute ai meccanismi deposizionali tipici delle piane alluvionali (“sedimentazione selettiva”).

La zona costiera, ivi comprese le zone terminali delle alluvioni vallive o le piane di ridotte

<sup>8</sup> Lo studio è stato eseguito relativamente al parametro cromo.

<sup>9</sup> i cui valori non sono stati utilizzati per lo sviluppo dell'Atlante Geochimico



dimensioni, risulta campionata con una minore densità rispetto alle zone di versante e pertanto il modello probabilistico per alcune zone di tali aree risulta contraddistinto da “un’incertezza statistica” elevata. In tali aree la dispersione della popolazione dei valori calcolati per ogni cella dalle simulazioni gaussiane sequenziali risulta elevata e pertanto valori di media + sigma appaiono sensibilmente più elevati rispetto ai valori realmente misurati sugli stream sediments campionati per lo sviluppo dell’Atlante.

Considerando inoltre il presupposto secondo il quale i sedimenti di una piana alluvionale risultano qualitativamente omogenei all’interno di un range rappresentativo dell’intero bacino<sup>10</sup>, queste aree risultano ben rappresentate dal valore “media” o “mediana”, a seconda della distribuzione statistica dei valori calcolati, del modello geochimico.

Per i motivi sopraesposti, l’utilizzo dell’Atlante Geochimico nella determinazione del valore di fondo naturale dovrà tenere in considerazione l’ubicazione del sito di studio e, in particolare la sua collocazione su coperture quaternarie colluviali o su depositi alluvionali.

I criteri di valutazione potranno comunque essere aggiornati, sia a seguito delle esperienze maturate su casi studio reali che abbiano utilizzato i criteri riportati sul presente documento, sia in ragione di implementazioni dell’Atlante Geochimico.

## 5.2 Determinazione del fondo naturale del suolo e del sottosuolo

Al momento dell’accertamento dell’avvenuto superamento delle concentrazioni soglia di contaminazione nel suolo e/o nel sottosuolo per uno o per più metalli di presunta origine naturale (composti inorganici da 1 a 16 della tabella 1 dell’allegato 5 al Titolo V della Parte Quarta del d. Lgs 152/06) **la comunicazione ai sensi dell’art. 242 del d. Lgs 152/06 potrà dare evidenza delle condizioni sito specifiche che inducono ad attribuire i superamenti al fondo naturale**, anche allegando uno stralcio della carta geologica ufficiale<sup>11</sup> e i valori indicati dalla cartografia geochimica per l’areale d’interesse.

In tal caso, **alla comunicazione dovrà fare seguito la presentazione ad ARPAL del Piano di indagini** previsto dal comma 13ter dell’art. 242 del d.lgs. 152/06.

Il Piano di indagini dovrà contenere una relazione riportante gli esiti dello studio geologico teso a dimostrare che nell’intorno della zona di ritrovamento dei superamenti delle CSC oggetto della comunicazione, o alla scala di progetto, siano presenti condizioni litologiche, petrografiche,

<sup>10</sup> Si escludano da queste considerazioni piane alluvionali con affluenti provenienti da litologie particolari

<sup>11</sup> Progetto CARG alla scala 1:25.000 o 1:50.000. In zone scoperte da CARG si potrà fare ricorso alla cartografia del Progetto CGR (Legge Regionale 7/1989) o alla Cartografia del Servizio Geologico Nazionale 1:100.000.



## Linee guida per lo studio dei valori di fondo naturale di alcuni metalli e semimetalli nei suoli della Liguria

geochimiche, geomorfologiche, pedologiche e di uso del suolo che giustifichino la presenza di quel determinato metallo in concentrazioni superiori alle CSC e possano escludere l'influenza delle attività antropiche sul chimismo.

La naturalità dei superamenti delle CSC potrà essere dimostrata attraverso il solo studio geologico qualora:

- A. la relazione geologica, redatta e firmata da geologo regolarmente iscritto all'albo professionale, dimostri la presenza di condizioni geologiche tali da giustificare le concentrazioni rilevate nel sito;
- B. i superamenti delle CSC trovino riscontro nelle rappresentazioni statistiche dell'Atlante geochimico e, in particolare:
  - b1) nel caso in cui i campioni oggetto dei superamenti delle CSC ricadano all'interno di aree attribuite a depositi alluvionali dalla carta geologica ufficiale e presentino concentrazioni sempre inferiori al valore più alto fra "media" e "mediana" della cella dell'atlante geochimico rappresentativa del punto di campionamento;
  - b2) nel caso in cui i campioni oggetto dei superamenti delle CSC ricadano esternamente ad aree attribuite a depositi alluvionali dalla carta geologica ufficiale e presentino concentrazioni sempre inferiori alla "media+sigma" della cella dell'atlante geochimico rappresentativa del punto di campionamento.

Nel caso in cui, malgrado la presenza di condizioni geologiche tali da giustificare il superamento delle CSC per fenomeni naturali, le concentrazioni rilevate nei campioni di suolo e sottosuolo non rispettino i requisiti di cui al punto B, la relazione geologica dovrà essere completata da un **piano di campionamento e analisi da condividere con ARPAL**.

L'**ubicazione dei punti di campionamento** dovrà essere effettuata considerando l'esigenza di individuare zone confrontabili dal punto di vista geologico e geomorfologico con l'area oggetto di indagine e, al contempo, non interessate dalla stessa, da analoghe o da altre fonti di potenziale contaminazione che possono avere determinato o contribuito a determinare le concentrazioni rilevate nel sito.

La **numerosità campionaria** dovrà essere valutata e commisurata in primo luogo alla presenza ed estensione degli affioramenti di litotipi potenzialmente interessati da concentrazioni superiori ai valori soglia di legge all'interno del bacino idrografico di appartenenza, all'estensione dell'area oggetto di intervento e/o ai volumi interessati nel caso di terre e rocce da scavo, oltre al **grado di complessità geologica, e comunque non inferiore a 5 campioni**.



## Linee guida per lo studio dei valori di fondo naturale di alcuni metalli e semimetalli nei suoli della Liguria

Là dove non siano segnalati, all'interno del bacino idrografico di pertinenza e alla scala di rilevamento della cartografia ufficiale, i litotipi citati in precedenza in grado di giustificare elevate concentrazioni dei metalli/semimetalli di interesse, lo studio per la determinazione del valore di fondo naturale potrà comunque essere presentato facendo riferimento alle "Linee guida per la determinazione dei valori di fondo per i suoli e per le acque sotterranee" (SNPA 08 2018).

Le **operazioni di campionamento** dovranno comprendere la georeferenziazione del punto di prelievo e l'annotazione delle coordinate geografiche su apposite schede di rilevamento (ad es. utilizzando i modelli ARPAL "*Lista di controllo per la descrizione delle terre da UNI EN ISO 14688-1*", e "*Lista di controllo per la descrizione delle rocce da UNI EN ISO 14689-1*", di cui all'Istruzione Operativa "*Caratterizzazione geologico-tecnica di terre e rocce*"), nonché un'adeguata documentazione fotografica.

Il campionamento deve interessare il suolo al di sotto dello strato superficiale, che va eliminato (circa 10-20 cm), raggiungendo, ove possibile, la profondità minima indicativa di 50 cm. La strumentazione da utilizzare sarà costituita da trivella manuale e/o vanga, ma potrebbe rendersi necessario l'impiego di campionatori meccanici ad infissione o rotazione, in particolare laddove sia necessario garantire il superamento dei terreni rimaneggiati e/o di riporto tipici delle aree urbanizzate. La profondità ed il tipo di terreno da campionare devono corrispondere, per quanto possibile, a quelli dei campioni raccolti nel sito. Poiché nel territorio ligure, prevalgono suoli immaturi in genere scarsamente differenziati (i.e. litosuoli), si ritiene in linea generale adeguata alle presenti finalità la realizzazione di un campione medio di suolo, salvo il caso in cui non siano presenti orizzonti ben definiti e distinguibili.

I campioni di terreno così raccolti che saranno sottoposti alle determinazioni analitiche dovranno comprendere anche alcuni campioni del materiale parentale di provenienza, ossia le rocce del substrato roccioso di origine, prelevati negli affioramenti più prossimi. Lo stretto legame esistente tra rocce del substrato e coltri di alterazione e copertura, caratteristico, come detto, dei processi pedogenetici che si sviluppano nel territorio ligure, suggerisce di tenere in considerazione le concentrazioni che si rilevano nella roccia di provenienza. Salvo limitati ed eccezionali casi in cui fenomeni di contaminazione antropica possono giungere ad interessare le porzioni più alterate del substrato roccioso, quest'ultimo è in generale da considerarsi esente da contaminazione e rappresentativo delle condizioni naturali, e di conseguenza in grado di fornire il riferimento primario delle concentrazioni dei metalli e semimetalli nelle matrici ambientali dalle quali, per alterazione e detritazione, originano i terreni oggetto di indagine.



In corrispondenza dei depositi alluvionali la ricerca di aree di campionamento in cui la concentrazione di metalli/semimetalli “*non sia riconducibile ad alcuna sorgente puntuale e/o specifica attiva nel presente o nel passato*” potrebbe presentare particolari difficoltà in ragione della densità dell’urbanizzazione e della presenza di molteplici potenziali sorgenti di contaminazione antropica che caratterizzano queste zone. In ogni caso, le zone di campionamento dovranno essere individuate all’interno del bacino idrografico sotteso al sito potenzialmente contaminato, a monte dello stesso, in relazione alla principale direzione del trasporto fluvio-torrentizio e di eventuali altre sorgenti di potenziale contaminazione. Inoltre, laddove i fenomeni di trasporto connessi alla sedimentazione fluviale non consentissero di effettuare dirette correlazioni con la natura del substrato prossimale, potrebbe rendersi necessario uno specifico approfondimento con l’applicazione di tecniche di analisi mineralogica.

### 5.3 Determinazioni di laboratorio

Le determinazioni di laboratorio dovranno garantire la concentrazione ‘totale’ o ‘assoluta’ dei metalli indagati. Nel caso di rocce, pertanto, la preparazione del campione dovrà ottenersi previa porfirizzazione (macinazione) totale del campione. Nel caso di materiali sciolti (suoli, coltri detritico-colluviali, alluvioni ecc.), di norma il campione dovrà essere preparato mediante setacciatura, e la determinazione dovrà essere effettuata sul passante al setaccio con diametro pari a 2 mm, senza riportare il risultato al peso totale comprensivo dello scheletro campionato. In taluni casi, potrebbe rendersi necessaria l’esecuzione delle analisi su frazioni granulometriche distinte, conformemente a quanto prescritto all’allegato XI del D.M. 13 settembre 1999 (“*Metodi ufficiali di analisi chimica sul suolo*”).

Le analisi dovranno essere integrate dalla determinazione della tessitura (granulometria), ed eventualmente del pH, del potenziale redox, del carbonio organico, della capacità di scambio cationico e del contenuto di carbonati. Oltre agli elementi specificamente oggetto di indagine, dovranno essere sempre analizzati i cosiddetti ‘elementi maggiori’ (silicio, alluminio, ferro, calcio, sodio, potassio e magnesio).

Là dove la sola concentrazione degli elementi indagati non sia decisiva per dimostrarne l’origine naturale, potrebbero rendersi necessari approfondimenti di indagine. In tal caso, le determinazioni dovranno comprendere anche analisi mineralogiche del tipo indicato nel D.M. 21



marzo 2005 (“*Metodi ufficiali di analisi mineralogica del suolo*”). In particolare, le analisi mineralogiche saranno finalizzate all’identificazione dei minerali contenenti gli elementi indagati, e alla valutazione dell’effettiva stabilità delle relative specie mineralogiche.

## 5.4 Valutazione di compatibilità

Prima di entrare nello specifico merito del metodo di valutazione della compatibilità, si rende necessario rimarcare, sul piano concettuale e metodologico, come la fase degli accertamenti analitici debba essere preceduta e non possa prescindere da un attento e dettagliato esame diretto dei luoghi. In particolare, le necessarie condizioni di relativa maggiore naturalità possibile dei siti di prelievo dei campioni da raccogliere, nei casi in cui non si possa procedere direttamente alle valutazioni tramite i dati a disposizione, devono essere attestate dall’assenza di tracce di scavi, riporti o qualunque altra azione di potenziale alterazione delle condizioni naturali.

In tutti i casi descritti ai capitoli precedenti, la valutazione conclusiva consisterà nel confronto ragionato tra i dati rilevati nel sito di bonifica o intervento e quelli rilevati nelle zone esterne<sup>12</sup> al sito all’interno del bacino idrografico di appartenenza, individuate sulla base dei criteri precedentemente indicati, tenuto conto di quanto riportato nell’Atlante Geochimico.

Nei casi in cui i valori eccedenti i limiti normativi riscontrati nel sito risultassero ricompresi nel *range* dei valori naturali rilevati nelle aree di indagine all’interno del contesto territoriale di riferimento, si potrà ritenere dimostrata la ‘compatibilità geologica’ degli stessi in relazione alle condizioni geologiche naturali. Per *range* di valori, si intende l’intervallo tra il valore minimo e quello massimo delle concentrazioni rilevate nelle aree di indagine esterne al sito, eventualmente ampliato con un intervallo di tolleranza ad assegnato grado di confidenza, calcolato con opportuni metodi statistici<sup>13</sup>. Il giudizio sarà relativo ai soli dati rilevati nel sito e valido solo nell’ambito dello specifico singolo procedimento, e consentirà di poter definire i suoli caratterizzati da tali valori di

---

<sup>12</sup> Si evidenzia che requisito indispensabile relativo alle aree di campionamento è che esse siano confrontabili dal punto di vista geologico e geomorfologico con l’area oggetto di indagine e, al contempo, non siano interessate dalla stessa, da analoghe o da altre fonti di potenziale contaminazione che possono avere determinato, o contribuito a determinare, le concentrazioni rilevate nel sito. In questo senso, i limiti amministrativi e i confini di proprietà rivestono un significato secondario, e potrebbe verificarsi il caso in cui all’interno del sito o della proprietà siano presenti aree non contaminate rispondenti ai requisiti sopra riportati. In questi casi, anche i dati relativi a queste aree potranno essere presi in considerazione.

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{N} \qquad \sigma_x = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum (x_i - \bar{x})^2}$$

<sup>13</sup> In tali casi, si dovrà tenere conto della media e della deviazione standard della serie di misure.



## Linee guida per lo studio dei valori di fondo naturale di alcuni metalli e semimetalli nei suoli della Liguria

concentrazione di metalli e semimetalli come 'non contaminati', con riferimento alla specifica destinazione d'uso urbanistica, ed idonei ad eventuali ipotesi di riutilizzo, fermi restando tutti gli altri requisiti richiesti dalle vigenti normative.

---

**Iter di predisposizione e approvazione del provvedimento**

Identificativo atto 2023-AC-1261

Compito	Completato da	In sostituzione di	Data di completamento
Approvazione Amministratore proponente	Giacomo Raul GIAMPEDRONE		18/12/2023 13:19
* Approvazione Direttore generale/Vicedirettore generale (regolarità amministrativa tecnica e contabile)	Nicola POGGI		13/12/2023 14:25
* Approvazione Legittimità	Simona DAGNINO		13/12/2023 11:10
* Approvazione Dirigente (regolarità amministrativa tecnica e contabile)	Edoardo Giovanni DE STEFANIS		05/12/2023 13:57
* Validazione Responsabile procedimento (Istruttoria)	Marco CANEPA		05/12/2023 13:00

\* La regolarità amministrativa, tecnica e contabile dell'atto è attestata da ciascun soggetto sopraindicato nell'ambito delle rispettive competenze.

**Trasmissione provvedimento:**  
Sito web della Regione Liguria