

SUOLI AGRICOLI ADIACENTI AL SITO INQUINATO DI INTERESSE NAZIONALE 'LAGUNA DI MARANO E GRADO'

La presenza di sostanze potenzialmente pericolose nei suoli, da rilevare attraverso una ricerca sistematica, può essere dovuta sia alla naturale composizione dei suoli stessi, sia all'immissione diffusa collegata alle attività umane.

Laura Catalano
ARPA FVG
Gestione attività centralizzate di rilievo regionale

Numerosi studi hanno approfondito gli aspetti riguardanti i fenomeni di apporto ai suoli di sostanze di origine antropica di cui non sempre è individuabile l'origine; fenomeni di questo tipo interessano generalmente aree vaste e sono dovuti sia a processi naturali di trasporto e diffusione di tali sostanze sia ad attività che insistono sul territorio, come le pratiche agricole intensive (APAT, 2006; ARPAT 2009; ARPAV, 2002; ARPAV, 2011; ERSAF Lombardia, 2007; Giandon *et al.*, 2004; Ungaro *et al.*, 2008; Bini *et al.*, 2011; MIPAF, 2007; Beretta, Pellegrini, 2003).

Per quanto riguarda i suoli destinati alle pratiche agricole, il D.lgs. 152/06 attualmente in vigore all'art. 241 non parla di limiti e procedure da stabilire per tali suoli, ma di un apposito regolamento che dovrà essere adottato dal MATTM di concerto con il Ministero delle attività produttive, della salute e delle politiche agricole e forestali, sentita la Conferenza unificata di cui all'art. 8 del D.lgs. 281/1997.

In attesa dell'emanazione di criteri specifici e di standard di qualità per i suoli ad uso agricolo, l'ISS in un parere del 6 novembre 2003 (prot. n. 51899) aveva affermato che si potevano adottare i valori limite previsti dall'allora vigente D.M. 471/99 per i suoli ad uso verde pubblico, privato e residenziale, in quanto «considerati sufficientemente cautelativi anche in relazione a scenari multipli di esposizione umana (ingestione, inalazione e contatto dermico) sia di tipo diretto che indiretto».

Stante l'assenza di specifici riferimenti per i suoli agricoli e nonostante il fatto che su questo tema i giudici amministrativi si siano talvolta espressi in modo non coerente fra loro, il parere dell'ISS del 6 novembre 2003 e la sentenza del TAR Umbria n. 168 dell'8 aprile 2004 hanno fatto sì che ad oggi la prassi seguita nel caso di siti che interessino suoli ad uso agricolo sia quella di applicare i valori di screening definiti nel D.lgs. 152/06 per i suoli ad uso verde pubblico, privato e residenziale, a meno che non sia presente una legislazione regionale che definisca dei valori specifici; va da sé che in questo contesto assume una particolare rilevanza la definizione dei valori di fondo, attribuibili a caratteristiche naturali di tipo chimico-pedologico dei suoli agrari, e la definizione del 'contenuto antropizzato' ovvero della «concentrazione di una sostanza nei suoli derivata sia dal contenuto naturale pedo-geochimico sia dalla moderata immissione diffusa nel suolo» (APAT - ISS, 2006; ISO 19258).

Nell'ambito del Sito inquinato di Interesse Nazionale (SIN) 'Laguna di Marano e Grado' per alcune situazioni di superamento dei valori di screening riferiti a sostanze organiche (fitofarmaci) in aree agricole, il MATTM ha chiesto quanto di seguito riportato: «nelle more dell'approvazione dei valori di concentrazione ammissibili delle sostanze chimiche in aree agricole, è necessario comunque effettuare una valutazione sulla possibile presenza di rischi per la salute umana. A tale scopo si chiede che sia effettuata una verifica della presenza di tali composti nella filiera agricola e la loro piena rispondenza alla normativa di settore».

Indicatore: Contenuto di metalli pesanti e di inquinanti organici in suoli agricoli

Il SIN 'Laguna di Marano e Grado', istituito ai sensi dell'art. 15 del D.M. 471/99, è stato individuato fra gli interventi di interesse nazionale in base al D.M. n. 468 del 18 settembre 2001.

La perimetrazione definitiva del Sito Nazionale interessa una parte in terraferma (fig. 1) e una parte in laguna ed è stata stabilita dal Decreto del MATTM del 24 febbraio 2003; si estende all'interno dei comuni di Carlino, Torviscosa, Cervignano del Friuli, Marano Lagunare e San Giorgio di Nogaro. La superficie in terraferma è pari a circa 3.755 ha, di cui il 68% (2.554 ha) corrisponde ad aree agricole, il 20% (751 ha) all'area industriale dell'Aussa-Corno, il 9% (338 ha) all'area industriale dello stabilimento Caf-faro ed il 3% (113 ha) alle aree pubbliche.

Le aree agricole sono ubicate per l'81% nei comuni di Torviscosa, Cervignano del Friuli e Terzo d'Aquila, per l'11% nei comuni di Carlino e San Giorgio di Nogaro e per l'8% nel comune di Marano Lagunare. Poiché le aree a destinazione agricola costituiscono la maggior parte del territorio compreso nel Sito di Interesse Nazionale, ARPA FVG ha eseguito uno studio sui suoli a vocazione agricola collocati all'esterno del SIN; la finalità dello studio è stata quella di accertare se le concentrazioni di alcune sostanze potessero essere considerate dei valori di fondo in relazione alla destinazione d'uso attuale e pregressa di tipo esclusivamente agricolo, e, come tali, costituire un riferimento anche per la caratterizzazione dei terreni agricoli situati all'interno del SIN stesso.

Nella Conferenza di Servizi Decisoria del 18/06/2008 il MATTM ha preso atto dello studio di ARPA FVG. Si evidenzia che nel documento 'Protocollo operativo per la determinazione dei valori di fondo di metalli/metalloidi nei suoli dei Siti d'Interesse Nazionale' (APAT-ISS, 2006) per valore di fondo si intende «la distribuzione delle concentrazioni di metalli e metalloidi la cui presenza nei terreni non è riconducibile ad alcuna sorgente puntuale e/o specifica attiva, nel presente o in passato, sull'area di interesse».

Le elaborazioni e i commenti di seguito riportati sono tratti dal documento redatto nel 2007 dal Dipartimento ARPA FVG di Udine (ARPA FVG - Dipartimento Provinciale di Udine, 2007).

Aree individuate per il campionamento dei suoli e procedure di analisi

La selezione dei terreni da cui prelevare i campioni è stata effettuata considerando zone a basso livello di antropizzazione. In particolare, le aree prescelte sono state individuate lungo una fascia di circa 1 km di spessore e circostante il perimetro del sito ad 1 km di distanza, in zone prettamente agricole e con sistemi colturali simili a quelli presenti nelle aree agricole all'interno del SIN, lontano da strade di grande comunicazione, da discariche o impianti produttivi significativi, da zone di ristagno idrico e/o drenaggio (fig. 2).

Al fine di realizzare un'indagine statisticamente significativa (ISO 19258/2005; EPA 2006; APAT 2006) sono stati raccolti 89 campioni, opportunamente georeferenziati, utilizzando uno schema di campionamento non sistematico a W (D.M. 13/09/1999) e prelevando in maniera casuale un campione elementare nei dintorni del percorso prestabilito (profondità del prelievo: 0-50 cm, attrezzatura di campionamento: vanga).

La procedura di preparazione dei terreni è stata eseguita come indicato nel D.M. del 13 settembre 1999. L'analisi è stata effettuata sul sottovaglio (frazione <2 mm) e le concentrazioni determinate sono relative solamente a questa frazione, non considerano cioè la percentuale di scheletro presente.

I parametri ricercati per la determinazione delle concentrazioni dei valori di fondo relative all'area in esame sono stati i metalli (tab. 1), i fitofarmaci, compresi omologhi chimici e metaboliti e altri principi attivi di ampio uso agricolo (tab. 2), PCB e IPA (su circa il 10% dei campioni, scelti in modo casuale tra le serie appartenenti alle diverse aree comunali) (tab. 3).

FIGURA 1. LIMITI DELLA PERIMETRAZIONE MINISTERIALE DEL SIN 'LAGUNA DI MARANO E GRADO'; PARTE IN TERRAFERMA.



FIGURA 2. RAPPRESENTAZIONE GRAFICA DELLA FASCIA, DEL PERCORSO E DEI PUNTI DI CAMPIONAMENTO.

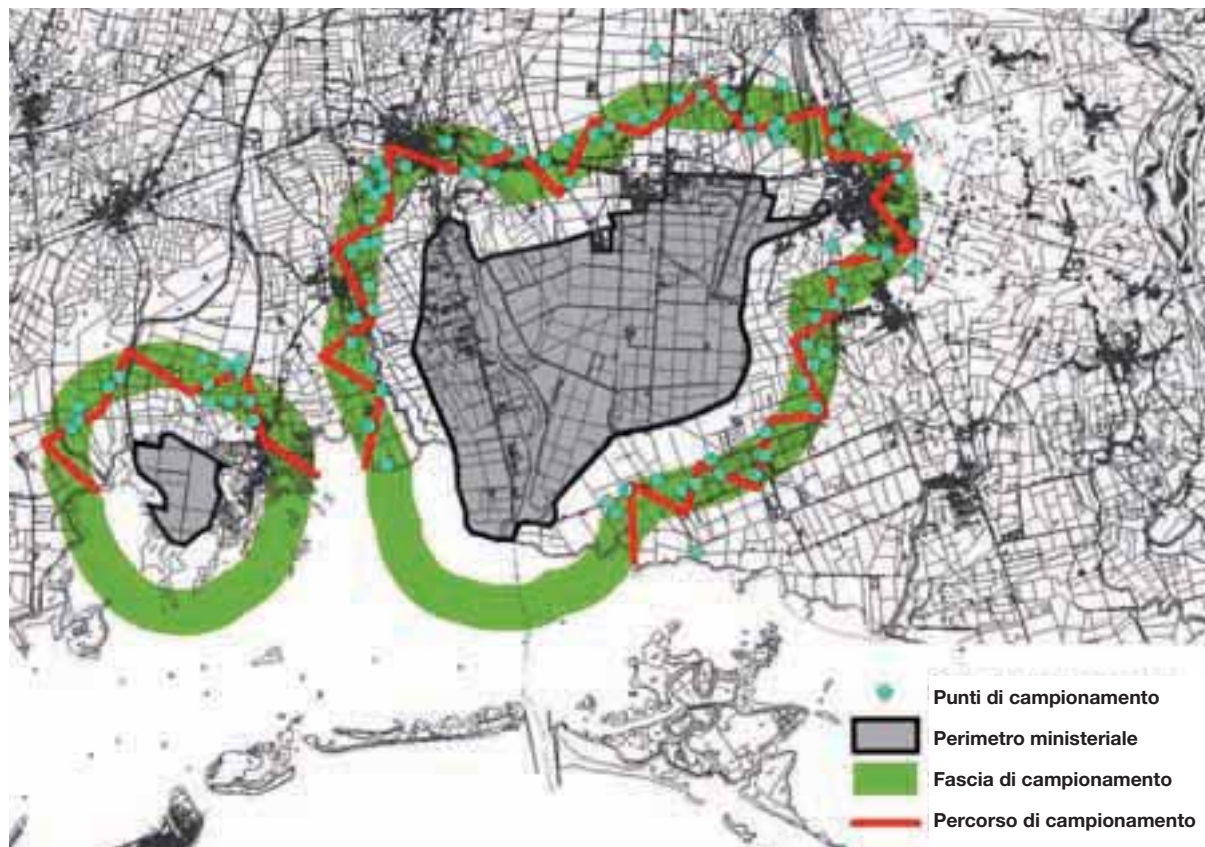


TABELLA 1. METALLI ANALIZZATI.

Metallo	Colonna A* (mg/kg _{s.s.})	Metallo	Colonna A* (mg/kg _{s.s.})
Antimonio	10	Piombo	100
Arsenico	20	Rame	120
Berillio	2	Selenio	3
Cadmio	2	Stagno	1
Cobalto	20	Tallio	1
Cromo	150	Vanadio	90
Mercurio	1	Zinco	150
Nichel	120		

* Da: tabella 1, allegato 5 alla parte IV, Titolo V, del D.lgs. 152/06.

Per i metalli le metodiche analitiche utilizzate sono state: D.M. 13/09/1999, EPA 6020A/EPA 6010; per i composti organici: EPA 3545, EPA 3630C/EPA3620B, EPA 8270C. Per quanto concerne i PCB il valore di screening di colonna A (tabella 1, allegato 5 alla parte IV, Titolo V, del D.lgs. 152/06) è di 0,06 mg/kg_{s.s.}. I dati sperimentali sono stati sottoposti ad un'approfondita analisi statistica comprendente la valutazione di carte di probabilità, test e processi di 'best fit' per individuare le popolazioni e determinarne la distribuzione; in assenza di tale possibilità sono stati utilizzati test non parametrici.

Contenuto di metalli pesanti totali

L'analisi statistica ha dimostrato che nell'area di studio le concentrazioni rilevate di metalli appartengono ad un'unica popolazione omogenea. Ciò implica che, su questi suoli, quella agricola appare come l'unica attività incidente, mentre l'attività industriale presente all'interno del SIN non ha influenze rilevabili. Ne consegue che le concentrazioni determinate all'esterno del SIN possono essere considerate dei valori caratteristici di questa zona agricola e possono costituire un valido riferimento anche per tutta l'area interna al SIN. Per numerosi elementi (antimonio, arsenico, cobalto, cromo, nichel, piombo, rame, zinco, cadmio, mercurio, selenio, tallio) le concentrazioni si mantengono nel complesso inferiori ai valori di screening (tabella 1/A, allegato 5 alla parte IV, Titolo V, del D.lgs. 152/06). Solo per berillio, stagno e vanadio si evidenzia una quota significativa di campioni – per lo stagno la quota è del 94% – che, in assenza di valori di screening specifici per le aree agricole, presenta concentrazioni superiori a quelle di tabella 1/A del D.lgs. 152/06 (allegato 5, parte IV, Titolo V). Nella tabella 4 è riportato un riassunto dei dati statistici relativi alle concentrazioni di metalli.

Contenuto di inquinanti organici: PCB e IPA, fitofarmaci

PCB e IPA sono presenti frequentemente ma sempre in concentrazioni ben inferiori ai valori di screening indicati nella tabella 1/A, allegato 5 alla parte IV, Titolo V, del D.lgs. 152/06.

I fitofarmaci (insetticidi e diserbanti) sono presenti diffusamente in tutta l'area indagata. Degli 89 campioni di terreno superficiale analizzati, il 92% risulta positivo per almeno uno dei principi attivi o metaboliti ricercati (è stata considerata positiva una presenza pari o superiore ad 1/10 il valore di screening riportato in tabella 1/A ovvero 1 mg/kg_{s.s.}). Nel 22,5% dei campioni si osserva per almeno una sostanza il superamento del valore di screening fissato in tabella 1/A, allegato 5 alla parte IV, Titolo V, del D.lgs. 152/06. Va rilevato che si accertano livelli significativi anche di fitofarmaci per i quali non risulta stabilito dalla norma alcun valore di screening. La situazione illustrata risulta coerente con l'uso agricolo pregresso ed attuale dell'area investigata. In tal senso appare particolarmente significativa la presenza di DDT e dei suoi metaboliti (DDD e DDE) che ancora, a decenni dal divieto d'uso, testimonia il loro utilizzo diffuso ed intenso nel passato nonché la loro persistenza. Nella figura 3 si mostra la ripartizione dei campioni in base alla presenza di DDT, DDE, DDD considerati in sommatoria, come previsto dalla norma.

Nelle figure 4-11 sono riportate le distribuzioni spaziali dei fitofarmaci analizzati.

La situazione dei suoli nelle aree agricole adiacenti al SIN 'Laguna di Marano e Grado'

Lo studio fotografa la situazione presente in aree prospicienti il SIN 'Laguna di Marano e Grado' e da sempre dedicate all'agricoltura, in cui appaiono ragionevolmente escluse contaminazioni di origine industriale e l'influenza antropica è riconducibile alle sole pratiche agricole. I risultati di questo studio possono essere considerati dei valori di riferimento tipici per l'area esaminata e, se opportunamente implementati su un'area più vasta, potrebbero essere ritenuti rappresentativi dei suoli agricoli della bassa pianura friulana.

TABELLA 2. FITOFARMACI ANALIZZATI.

Insetticidi	Colonna A* (mg/kg _{s.s.})	Diserbanti	Colonna A* (mg/kg _{s.s.})
α-Esaclorocicloesano	0,01	Atrazina	0,01
β-Esaclorocicloesano	0,01	Desetilatrazina (m)	–
γ-Esaclorocicloesano	0,01	Terbutilazina	–
Aldrin	0,01	Desetilterbutilazina (m)	–
Dieldrin	0,01	Alaclor	0,01
Endrin	0,01	Metolaclor	–
Eptacloro			
Eptacloro Epossido (m)			
Clordano α	0,01		
Clordano γ			
o-p DDT			
p-p DDT			
o-p DDE (m)	0,01		
p-p DDE (m)			
o-p DDD (m)			
p-p DDD (m)			

* Da tabella 1, allegato 5 alla parte IV, Titolo V, del D.lgs. 152/06; m = metabolica.

TABELLA 3. IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI (IPA) ANALIZZATI.

IPA	Colonna A* (mg/kg _{s.s.})	IPA	Colonna A* (mg/kg _{s.s.})
Benzo(a)antracene	0,5	Fenantrene	–
Benzo(a)pirene	0,1	Antracene	–
Benzo(b)fluorantene	0,5	Benzo(e)pirene	–
Benzo(k)fluorantene	0,5	Fluorantene	–
Benzo(g, h, i,)perilene	0,1	Perilene	–
Crisene	5		
Dibenzo(a,e)pirene	0,1		
Dibenzo(a,l)pirene	0,1		
Dibenzo(a,i)pirene	0,1		
Dibenzo(a,h)pirene	0,1		
Dibenzo(a,h)antracene	0,1		
Indenopirene	0,1		
Pirene	5		
Σ policiclici aromatici	10		

* Da tabella 1, allegato 5 alla parte IV, Titolo V, del D.lgs. 152/06.

TABELLA 4. STATISTICA DESCRITTIVA RELATIVA ALLE CONCENTRAZIONI DEI METALLI DETERMINE SULLA FRAZIONE DI SUOLO <2 mm (DATI ESPRESI IN mg/kg_{s.s.}).

Metallo	Minimo	Media	Dev. std.	Massimo	Q _{90%}	Q _{95%}	Limiti di Colonna A* (mg/kg _{s.s.})
Antimonio	0,2	0,52	0,24	1,5	0,86	1,03	10
Arsenico	0,2	9,52	3,77	20,6	15,2	16,5	20
Berillio	0,4	1,29	0,57	3,1	2,39	2,91	2
Cadmio	0,2	0,33	0,21	0,6			2
Cobalto	5,6	13,26	3,55	20,8	18,1	19,4	20
Cromo	30	66,87	24,31	151	95,0	107,4	150
Mercurio	0,1	0,17	0,09	0,4			1
Nichel	23,4	46,73	15,39	92	66,9	75,4	120
Piombo	12,8	24,22	7,09	45,6	32,5	35,3	100
Rame	10,1	33,15	20,77	108,2	48,9	58,0	120
Selenio	0,1	0,71	0,64	2,8			3
Stagno	0,9	1,96	0,63	3,7	3,00	3,41	1
Tallio	0,2	0,49	0,18	1			1
Vanadio	32,9	85,30	33,09	191	132,3	152,6	90
Zinco	30,2	79,59	28,15	184	106,8	117,8	150

* Da tabella 1, allegato 5 alla parte IV, Titolo V, del D.lgs. 152/06.

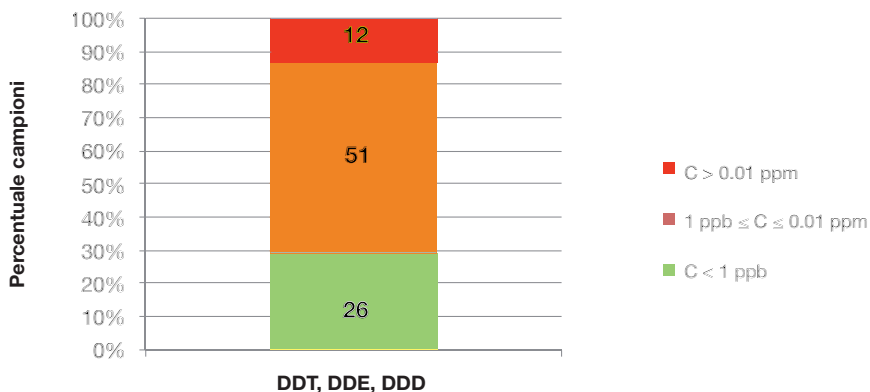
FIGURA 3. RIPARTIZIONE DEI CAMPIONI IN BASE ALLA PRESENZA DI DDT, DDE, DDD (26, 51 E 12 È IL NUMERO DI CAMPIONI CON CONCENTRAZIONI RISPETTIVAMENTE INFERIORI AD 1 ppb, COMPRESSE FRA 1 ppb E 0,01 ppm E SUPERIORI A 0,01 ppm, DETERMINE SULLA FRAZIONE DI SUOLO <2 mm E SULLA SOSTANZA SECCA).

FIGURA 4.
DISTRIBUZIONE
SPAZIALE DI
ATRAZINA.



FIGURA 5.
DISTRIBUZIONE
SPAZIALE DI
TERBUTILAZINA.



FIGURA 6.
DISTRIBUZIONE
SPAZIALE DI
ALACLOR.



FIGURA 7.
DISTRIBUZIONE
SPAZIALE DI ME-
TOLACHLOR.



FIGURA 8.
DISTRIBUZIONE
SPAZIALE DI
DIELDRIN.



FIGURA 9.
DISTRIBUZIONE
SPAZIALE DI
EPTACLORO.



FIGURA 10.
DISTRIBUZIONE
SPAZIALE DI
CLORDANO.



FIGURA 11.
DISTRIBUZIONE
SPAZIALE DI DDT
E METABOLITI.



Presenza di berillio, stagno e vanadio nei suoli della provincia di Udine: analisi statistica dei dati di ARPA FVG

Per verificare se la presenza di berillio, stagno e vanadio nell'area di studio all'esterno del SIN sia dovuta ad una situazione diffusa ed omogenea oppure a vari episodi localizzati, associabili a un inquinamento di origine antropica, sono stati elaborati statisticamente i dati prodotti dal Laboratorio di Udine dell'ARPA per i suoli della provincia di Udine nel periodo compreso fra il 23.04.2006 e il 30.06.2011. Si tratta di circa 800 valori di concentrazione di berillio, stagno e vanadio ottenuti da campioni di suolo prelevati in tutte le aree indagate (industriali, agricole, residenziali).

Al fine di non distorcere l'elaborazione con singoli episodi localizzati di mancanza o di eccessiva presenza dell'analita, sono stati eliminati i dati anomali individuati mediante l'applicazione del Test di Huber al 99% di confidenza.

Le popolazioni dei dati di berillio, stagno e vanadio sono risultate omogenee e diffuse in tutta la provincia di Udine. In base alla definizione fornita da APAT - ISS, 2006 si può assumere che tutti i valori di queste popolazioni possano essere considerati 'valori di fondo'. Prendendo come riferimento i dati di berillio, stagno e vanadio sulla frazione di suolo <2 mm (sottovaglio), si ottengono i percentili riportati nella tabella 5; fra questi il 97,7° percentile è considerato di norma come riferimento per il calcolo del valore limite della concentrazione di fondo di un analita.

TABELLA 5. DETERMINAZIONE DEI PERCENTILI DI PROBABILITÀ PER LE CONCENTRAZIONI DI BERILLIO, STAGNO E VANADIO.

Probabilità	Percentili (concentrazione di Berillio sulla frazione <2 mm, mg/kg _{s,s})
80%	1,3
90%	1,8
95%	2,5
97,7%	3,5

Probabilità	Percentili (concentrazione di Stagno sulla frazione <2 mm, mg/kg _{s,s})
80%	2,3
90%	3,0
95%	3,6
97,7%	4,3

Probabilità	Percentili (concentrazione di Vanadio sulla frazione <2 mm, mg/kg _{s,s})
80%	85,6
90%	124,9
95%	170,5
97,7%	232,0

ARPA FVG - Laboratorio di Udine, 2011.

STRUTTURA DELL'INDICATORE

NOME	Contenuto di metalli pesanti totali in suoli agrari (ISPRA, 2010) Contenuto di inquinanti organici in suoli agrari
DPSIR	Stato
UNITÀ DI MISURA	mg/kg _{s.s.} , µg /kg _{s.s.}
FONTE	Dipartimento Provinciale ARPA di Udine e Laboratorio ARPA di Udine
COPERTURA SPAZIALE DATI	Area prospiciente il SIN 'Laguna di Marano e Grado'
COPERTURA TEMPORALE DATI	2006-2007

PRINCIPALI NORME DI RIFERIMENTO

D.lgs. 3 aprile 2006, n. 152	Testo Unico Ambientale, parte IV, Titolo V 'Norme in materia di gestione dei rifiuti e di bonifica dei siti inquinati'
D.M. 18 settembre 2001, n. 468	Regolamento recante programma nazionale di bonifica e ripristino ambientale
Decreto 24 febbraio 2003	Perimetrazione del Sito di Interesse Nazionale della Laguna di Marano e Grado
D.M. 13 settembre 1999	Approvazione dei 'Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo'
D.M. 25 ottobre 1999, n. 471	Regolamento recante criteri, procedure e modalità per la messa in sicurezza, la bonifica e il ripristino ambientale dei siti inquinati, ai sensi dell'articolo 17 del d.lgs. 5 febbraio 1997, n. 22, e successive modificazioni e integrazioni
TAR Umbria, I sezione, Sentenza 8 aprile 2004, n. 168	
Parere ISS del 6 novembre 2003, prot. n. 51899	Valori di concentrazione limite accettabile delle sostanze inquinanti di cui all'allegato 1 del D.M. 471/99 nel suolo e sottosuolo per siti a destinazione agricola
D.lgs. 28 agosto 1997, n. 281	Definizione ed ampliamento delle attribuzioni della Conferenza permanente per i rapporti tra lo Stato, le Regioni e le Province Autonome di Trento e Bolzano ed unificazione, per le materie ed i compiti di interesse comune delle Regioni, delle Province e dei Comuni, con la Conferenza Stato-città ed autonomie locali

GLOSSARIO

Analita. Elemento o molecola ricercato in una matrice (ad esempio il suolo) mediante analisi.

APAT. Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici.

Contenuto antropizzato. Concentrazione di una sostanza nei suoli derivata sia dal contenuto naturale pedo-geochimico sia dalla moderata immissione diffusa nel suolo (APAT - ISS, 2006; ISO 19258).

DDD. 1,1-dicloro-2,2-bis(4-clorofenil)etano.

DDE. 1,1-dicloro-2,2-bis(4-clorofenil)etilene.

DDT. 1,1,1-tricloro-2,2-bis(p-clorofenil)etano (nome alternativo: dicloro difenil tricloroetano).

Deviazione standard. Misura della dispersione dei valori quantificabile come scarto quadratico medio dei valori dal valore centrale.

EPA. Environmental Protection Agency.

Frazione <2 mm. Frazione di suolo che oltrepassa un setaccio con maglie di 2 mm di larghezza.

Inquinamento diffuso. La contaminazione o le alterazioni chimiche, fisiche o biologiche delle matrici ambientali determinate da fonti diffuse e non imputabili ad una singola origine (art. 240, comma r, D.lgs. 152/06).

IPA. Idrocarburi Policiclici Aromatici.

ISS. Istituto Superiore di Sanità.

MATTM. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare.

mg/kg_{s.s.} Concentrazione espressa in mg/kg (ppm) sulla sostanza secca di suolo.

µg/kg_{s.s.} Concentrazione espressa in µg/kg (ppb) sulla sostanza secca di suolo.

Massimo. Valore più alto di un dataset.

Media. Stima del valore centrale di una popolazione data dalla somma dei valori diviso il numero degli stessi di un dataset estratto da quella popolazione.

Metabolita. Denominazione generica di un prodotto terminale o intermedio del metabolismo.

Metalloidi. Elementi aventi caratteristiche fisiche e chimiche intermedie fra quelle dei metalli e quelle dei non metalli (APAT - ISS, 2006).

Minimo. Il valore più basso di un dataset.

Omologo chimico. Composto organico che ha proprietà fisiche e chimiche simili a quelle di un altro composto, del quale ha gli stessi gruppi funzionali ma da cui differisce per uno o più gruppi.

PCB. PoliCloroBifenili.

Percentile. Sono quei valori che dividono la distribuzione in 100 parti, in modo che, ad esempio, il 25° percentile sia quel valore che supera il 25% della distribuzione ed è superato dal 75%, il 50° percentile sia il valore che divide la distribuzione in due parti uguali, il 75° percentile sia quel valore superato dal 25% della distribuzione (APAT - ISS, 2006).

Popolazione. Insieme infinito di valori generati da un unico set di fattori costanti, stimabile mediante estrazione di un insieme finito (dataset).

ppm (parts per million). Concentrazione espressa in parti per milione.

ppb (parts per billion). Concentrazione espressa in parti per miliardo.

Q 90%. Valore numerico al di sotto del quale si trova il 90% dei valori possibili della popolazione.

Q 95%. Valore numerico al di sotto del quale si trova il 95% dei valori possibili della popolazione.

Scheletro. Frazione di suolo costituita da elementi di diametro superiore a 2 mm (Sequi, 2005).

SIN. Sito di Interesse Nazionale.

Sottovaglio. Frazione di suolo che oltrepassa le maglie di un setaccio.

Valore di fondo. Concentrazione di una sostanza nel suolo derivante dai processi geologici e pedologici comprendente anche l'apporto di sorgenti diffuse (APAT - ISS, 2006; ISO 19258).

Valori di screening. Valori di concentrazione per le sostanze contaminanti nel suolo e sottosuolo che costituiscono soglie di attenzione oltre le quali sono necessari ulteriori approfondimenti di indagine e l'elaborazione di un'analisi di rischio sito-specifica per la definizione di veri e propri valori di intervento (obiettivi di bonifica). Nella legislazione italiana vigente i valori di screening sono costituiti dalle CSC (Concentrazioni Soglia di Contaminazione), gli obiettivi di bonifica sono costituiti dalle CSR (Concentrazioni Soglia di Rischio).

BIBLIOGRAFIA

- Adriano D.C. (2001), *Trace elements in terrestrial environments: biogeochemistry, bioavailability, and risks of metals*, New York, Springer Ed.
- APAT (2006), *Studio sui valori di concentrazione dell'Arsenico nei suoli ad uso residenziale - Sito di Interesse Nazionale di Porto Marghera*.
- APAT - ISS (2006), *Protocollo operativo per la determinazione dei valori di fondo di metalli/metalloidi nei suoli dei Siti d'Interesse Nazionale*.
- ARPA FVG - Dipartimento Provinciale di Udine (2007), *Sito Inquinato di Interesse Nazionale Laguna di Grado e Marano: determinazione dei valori di fondo nei suoli agricoli prospicienti il Sito di Interesse Nazionale*.
- ARPA FVG - Laboratorio di Udine, Felluga A., comunicazione interna, 9 agosto 2011.
- ARPAT (2009), *Studio per la definizione dei valori di fondo naturale per alcuni metalli nell'area del SIN di Massa Carrara*.
- ARPAV (2002), *Determinazione del livello di fondo di metalli pesanti nei suoli dell'entroterra veneziano*.
- ARPAV (2011), *Metalli e metalloidi nei suoli del Veneto. Determinazione dei valori di fondo*.
- Beretta G.P. (2004), *Il trattamento e l'interpretazione dei dati ambientali*, Bologna, Pitagora.
- Beretta G.P., Pellegrini R. (2003), *Linee guida per la determinazione dei valori di fondo naturale nell'ambito della bonifica dei siti contaminati*, Provincia di Milano/Università degli Studi di Milano.
- Bini C., Sartori G., Wahsha M. et al. (2011), *Background levels of trace elements and soil geochemistry at regional level in NE Italy*, in «Journal of Geochemical Exploration», 109, 125-133.
- D.G.R. n. 464 (2010), *Protocollo operativo per l'esecuzione di indagini mirate alla determinazione delle concentrazioni di metalli e metalloidi nei suoli attribuibili al fondo naturale o ad inquinamento diffuso*, Regione Veneto.
- EPA (2006), *Data quality assessment: a reviewer's guide*, EPA QA/G-9R.
- ERSAF Lombardia (2007), *Analisi del contenuto in rame e altri metalli nei suoli agricoli lombardi*, in «Quaderni della ricerca», 61, 111.
- Giandon P., Cappellin R., Ragazzi F. et al. (2004), *Confronto tra livello naturale e livello antropico dei metalli pesanti nei suoli della pianura veneta in relazione al materiale di partenza*, in «Bollettino S.I.S.S.», 53, 540-544.
- ISO (2005), *ISO 19258: Soil Quality: Guidance on the determination of background values*.
- ISPRA (2010), *Annuario dei dati ambientali*.
- MIFAP (2007), *Linee guida per la determinazione del valore di fondo naturale-antropico dei suoli agrari per metalli e metalloidi*, documento interno, versione 12 aprile 2007.
- Musmeci L. (2008), *Bonifica di siti contaminati*, Milano, Edizioni Ambiente.
- Sequi P. (a cura di) (2005), *Fondamenti di chimica del suolo*, Bologna, Patron.
- Ungaro F., Ragazzi F., Cappellin R. et al. (2008), *Arsenic concentration in the soils of the Brenta Plain (Northern Italy): mapping the probability of exceeding contamination Thresholds*, in «Journal of Geochemical Exploration», 96, 117-131.
- UNICHIM (2004), *Suoli e falde contaminate. Campionamento e analisi*, Manuale n. 196/2.