

Allegato 4.2.1.4/II



Centrale termoelettrica
di Porto Tolle



Cliente: Enel Produzione PSV AAU

Oggetto: Indagine sulla presenza di microinquinanti nel suolo superficiale intorno al sito termoelettrico di Porto Tolle

Ordine: Enel PSV AAU (Ing. Urbani), e-mail del 08/07/02

Note:

senza l'autorizzazione scritta del CESI questo documento può essere riprodotto solo integralmente

N. pagine: 63

N. pagine fuori testo: 2

Data: 14 novembre 2002

Elaborato: BU AMB Linea Territorio: Maurizio Perotti

Verificato: BU AMB Linea Territorio: Roberto Vitali

Approvato: BU AMB Linea Territorio: Roberto Ferraroli

Indice

1. INTRODUZIONE.....	3
2. PIANO DI INDAGINE E METODI.....	3
2.1 Area di indagine.....	3
2.2 Campionamento.....	3
2.3 Metodi analitici.....	6
3. RISULTATI.....	6
4. VALUTAZIONE DEI RISULTATI.....	10
4.1 Caratteristiche chimico-fisiche dei suoli.....	10
4.2 Elementi in traccia.....	10
4.2.1 Arsenico (As).....	10
4.2.2 Cadmio (Cd).....	11
4.2.3 Cromo totale (Cr).....	12
4.2.4 Manganese (Mn).....	14
4.2.5 Nichel (Ni).....	14
4.2.6 Piombo (Pb).....	15
4.2.7 Stagno (Sn).....	16
4.2.8 Vanadio (V).....	17
4.2.9 Mercurio (Hg).....	17
4.2.10 Selenio (Se).....	18
4.2.11 Idrocarburi Policiclici Aromatici.....	19
4.2.12 Diossine e Furani (PCDD e PCDF).....	20
4.3 Macroelementi, Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , SO ₄ ⁻ e NH ₄ ⁺	21
4.3.1 Magnesio (Mg).....	21
4.3.2 Sodio (Na).....	22
4.3.3 Titanio (Ti).....	22
4.3.4 Calcio (Ca).....	22
4.3.5 Potassio (K).....	22
4.3.6 Silicio (Si).....	22
4.3.7 Alluminio (Al).....	22
5. CONCLUSIONI.....	22
6. BIBLIOGRAFIA CITATA E CONSULTATA.....	24
APPENDICE 1 SCHEDE DESCRITTIVE DELLE STAZIONI DI CAMPIONAMENTO.....	25

Elenco Pagine fuori testo:

- FIGURA 2.2a	tot. pag.1
- FIGURA APPENDICE 1a	tot. pag 1

STORIA DELLE REVISIONI

Numero revisione	Data	Protocollo	Lista delle modifiche e/o dei paragrafi modificati
0	14/11/02	A2/036137	Prima emissione

1. INTRODUZIONE

A seguito della richiesta di chiarimenti ed integrazioni formulata dalla Direzione per la Valutazione di Impatto Ambientale del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio relativa alla procedura di V.I.A. per il progetto di adeguamento ambientale della centrale termoelettrica di Porto Tolle (RO) (doc. 8145/VIA/A.0.13.B del 29/07/02), Enel produzione ha incaricato CESI di effettuare un'indagine sulla presenza di microinquinanti nel suolo superficiale intorno al sito termoelettrico di Porto Tolle.

Lo scopo dell'indagine, come indicato dal Ministero dell'Ambiente, è di documentare lo stato dei suoli circostanti la centrale di P. Tolle relativamente al contenuto dei metalli pesanti ed in particolare del V, degli Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) e dei PCDD e PCDF.

Il presente documento riporta i risultati dell'indagine e l'analisi dei dati rilevati con le relative elaborazioni.

2 PIANO DI INDAGINE E METODI

2.1 Area di indagine

Il piano di indagine prevede il prelievo dei suoli superficiali (primi 10 cm) in punti scelti all'interno di aree quadrate (aree potenzialmente campionabili), dislocate secondo una griglia con passo di 3x3 km sovrapponibile al grigliato UTM fuso 33, che si estende nei dintorni del sito termoelettrico di P. Tolle; al suo interno sono considerate anche 2 fasce di rinfittimento (1,5x1,5 km) distribuite in 2 porzioni di territorio di particolare interesse: una coincidente con i massimi di concentrazione dei metalli in aria previsti per l'assetto futuro, un'altra coincidente con la massima deposizione al suolo prevista per l'assetto futuro (fig. 2.1a).

2.2 Campionamento

Sono state campionate 33 stazioni all'interno di altrettante aree potenziali (fig. 2.2a), individuate dalla griglia adottata, mentre altre 5 aree potenziali, coincidenti con le valli da pesca ubicate a nord dell'area di studio (fig. 2.2a), sono risultate non campionabili. La non idoneità di queste aree è dovuta alla scarsità di terre emerse e le uniche aree non sommerse sono costituite dagli argini di valle in continuo rimaneggiamento (ripristino dell'erosione con il sedimento della laguna e con terreno di riporto). Le aree potenziali non idonee e quindi non campionabili sono: 9087, 9387, 9987, 9985 e 9984.

Occorre, inoltre, specificare che l'area di massima deposizione al suolo, ubicata nei pressi dell'impianto, dalla modellazione effettuata risulta di superficie estremamente ridotta, per cui la griglia di rinfittimento per l'identificazione delle aree di campionamento è stata dimensionata in funzione della sua effettiva estensione spaziale.

La ricerca all'interno dell'area potenzialmente campionabile è avvenuta secondo le seguenti regole:

- ricerca del punto di campionamento (stazione) all'intersezione della griglia coincidente con il centro del quadrato,
- in caso di non idoneità del centro si passa alla ricerca nel quadrante 500x500m a Nord Est,
- in caso di mancanza di zone di campionamento nel suddetto quadrante, si prosegue la ricerca nel successivo quadrante 500x500m in senso orario (es. Sud Est) fino a che non si trova una zona accessibile ed idonea al campionamento.

La ricerca del punto di intersezione della griglia in campo, l'individuazione dei confini dei quadranti di ricerca (500x500m) e la determinazione delle coordinate UTM fuso 33 dei punti di riferimento stazione

sono state effettuate con tecnica DGPS con correzione in tempo reale mediante servizio Omnistar® (accuratezza <1 m)

Il campionamento è stato eseguito facendo riferimento al DM 13/09/99 metodo I.1, al manuale UNICHIM n.175/94 ed al Quaderno IRSA-CNR 64/85. In ogni stazione si è proceduto al campionamento dei primi 10 cm di suolo in almeno cinque punti distribuiti secondo uno schema a croce con un punto centrale (coordinate di riferimento della stazione) e quattro punti ubicati a 10 metri dal punto centrale in direzione N, S, O ed E (fig. 2.2b). Dove è stato impossibile applicare lo schema a croce, è stato adottato uno schema lineare con un punto centrale (coordinate di riferimento della stazione) e quattro punti lungo la direttrice di campionamento, 2 distanti 10 m e 2 distanti 20 m dal punto centrale (fig. 2.2c). Le modifiche delle distanze tra i punti e/o dell'orientamento sono segnalate nelle schede stazione in appendice 1.

Fig. 2.2b Schema di campionamento a croce

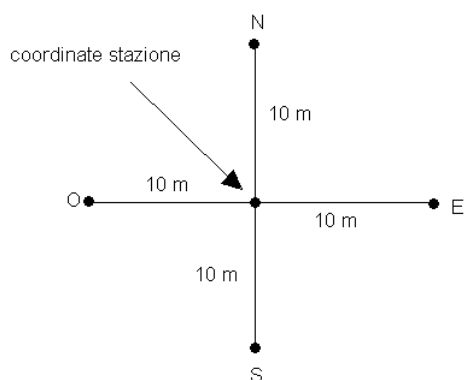
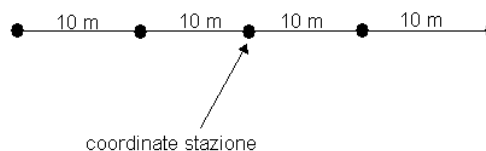


Fig. 2.2c Schema di campionamento lineare



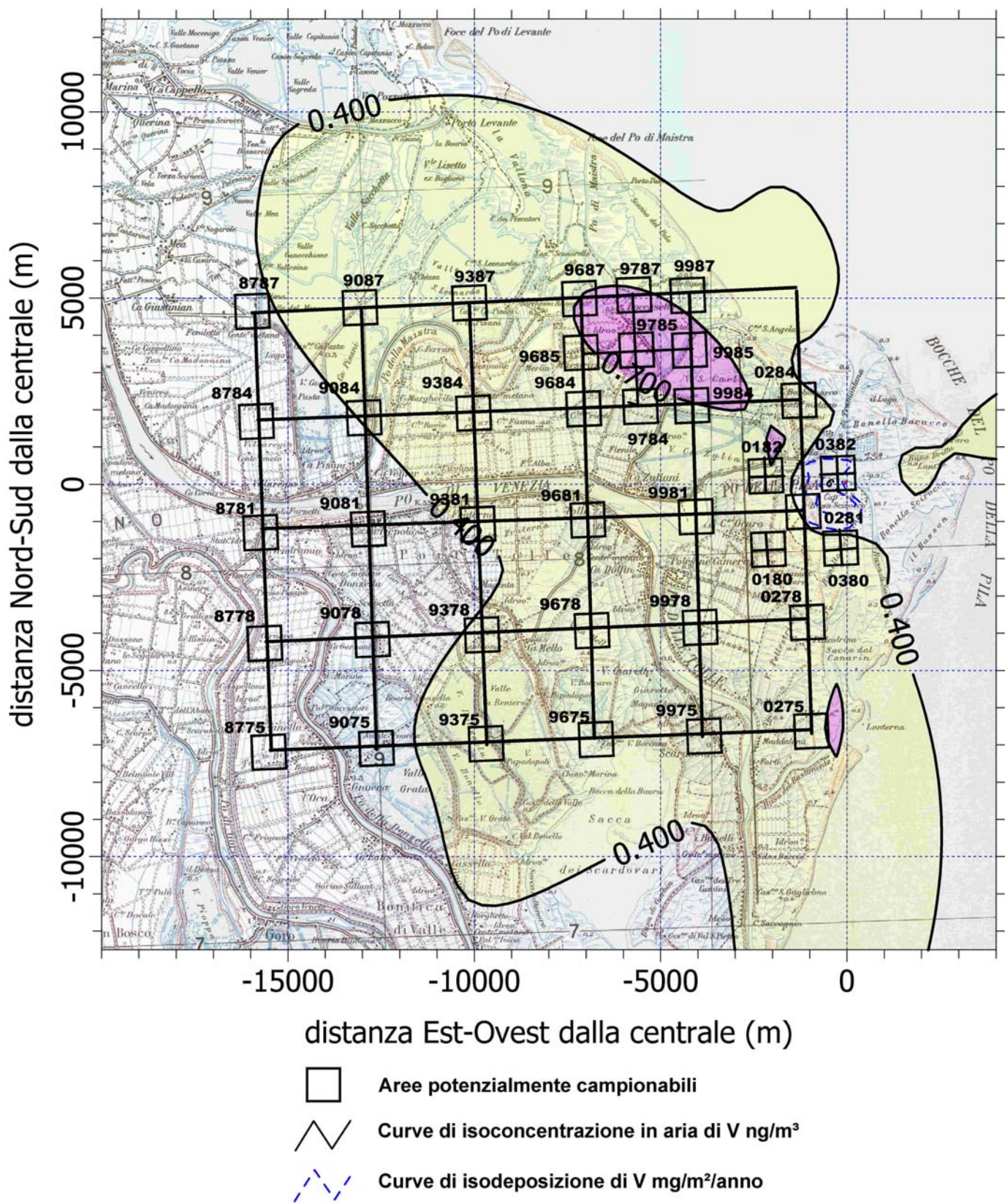
I cinque sub-campioni ottenuti sono stati miscelati in campo, al fine di costituire un unico campione per stazione che è stato poi suddiviso, con il metodo della quartatura, in un contenitore di plastica (elementi e composti inorganici) ed in un contenitore di vetro (IPA, PCDD e PCDF) per ogni stazione. I contenitori sono stati poi conservati a +4°C fino al momento dell'essiccazione.

Le determinazioni chimiche effettuate in tutte le stazioni campionate sono: granulometria (tessitura), pH, As, Cr, Cd, Hg, Se, Mn, Pb, Cu, Sn, Ni, V, Al, Ti, Ca, Mg, Na, K, SO₄⁼, NH₄⁺, NO₃⁻, Cl⁻ e IPA.

Inoltre, sono stati determinati anche i PCDD e PCDF in 12 stazioni di cui 6 influenzate dalle immissioni/deposizioni future e 6 non influenzate (fig. 2.1a); le stazioni considerate sono le seguenti:

- **Stazioni influenzate dalle emissioni dell'impianto nell'assetto futuro** - 9685, 9687, 9785, 0182, 0281, 0180.
- **Stazioni non influenzate dalle emissioni dell'impianto nell'assetto futuro** - 8775, 8778, 8781, 8784, 8787, 9081.

Fig. 2.1a. Schema di ricerca delle stazioni di campionamento



2.3 Metodi analitici

Le determinazioni analitiche sono state effettuate facendo riferimento ai seguenti metodi:

- Granulometria - DM 13/09/99 "Approvazione dei <<Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo>>" Metodo II.6.
- pH - DM 13/09/99 "Approvazione dei <<Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo>>" Metodo III.1 in sospensione suolo-acqua.
- Umidità residua a 105°C - DM 13/09/99 "Approvazione dei <<Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo>>" Metodo II.2
- As Cd Cr Cu Mn Ni Pb Sn V - Determinazione mediante ICP-MS dopo attacco acido in forno a microonde (EPA 3052-96 + ASTM D 5673-96).
- Hg - Determinazione mediante ass. atomico con generazione di idruri dopo attacco acido in forno a microonde (EPA 3052-96 + ASTM D3223-95).
- Se - Determinazione mediante ass. atomico con generazione di idruri dopo attacco acido in forno a microonde (EPA 3052-96 + ASTM D3859-98)
- Anioni - Analisi mediante cromatografia ionica secondo il metodo ASTM D 4327/97 dopo lisciviazione con tampone carbonato-bicarbonato 1,8-1,7 mM
- NH₄⁺ - Analisi mediante cromatografia ionica secondo il metodo ISO 14911/98 dopo lisciviazione con Ac. Acetico 50 mM
- Mg, Na, Ti, Ca, K, Si, Al - Analisi con fluorescenza XRF con taratura mediante standard a contenuto certificato e verifica con standard certificato di controllo GBW 07305.
- PCDD e PCDF - estrazione, purificazione ed analisi GC/MS metodo EPA 8280.
- IPA - estrazione metodo EPA 3545, analisi metodo EPA 8270.

Gli elementi in traccia, Mg, Na, Ti, Ca, K, Si, Al, gli anioni e NH₄⁺ sono stati determinati seguendo i metodi sopra descritti per i seguenti motivi:

- Elementi in traccia - i metodi EPA + ASTM consentono il recupero totale degli elementi compresi quelli legati ai silicati; l'efficienza di mineralizzazione è stata verificata su materiale a contenuto certificato (suolo BCR 141 R).
- Anioni e NH₄⁺ - sono stati determinati con le tecniche di lisciviazione suddette al fine di utilizzare la loro concentrazione per la determinazione del contributo terrigeno sul particolato aerotrasportato campionato con tecniche strumentali. La concentrazione di questi composti contenuti nel particolato sono normalmente determinati con la stessa tecnica di lisciviazione.
- Mg, Na, Ti, Ca, K, Si, Al – anche per questi elementi si presenta l'esigenza di determinare il contenuto totale e la tecnica XRF con taratura su matrice certificata, applicata per la determinazione di elementi con concentrazioni superiori ai 1000 ppm (mg/kg), garantisce un'accuratezza ed una precisione sufficienti.

3 RISULTATI

I risultati delle determinazioni sono riassunti nelle tabelle 3a, 3b e 3c; la tabella 3d contiene la legenda della tabella 3c.

Tabella 3a. Parametri chimico-fisici e tessitura

Stazione	Umidità 105°C g/kg	pH suolo-acqua	Argilla g/kg	Limo fine g/kg	Limo grosso g/kg	Sabbia fine g/kg	Sabbia grossa g/kg	TESSITURA			
								Argilla g/kg	Limo g/kg	Sabbia g/kg	Classe di tessitura (USDA)
0180	37,7	8,4	147	263	97	181	312	147	360	493	F
0182	27,6	8,3	212	312	59	192	225	212	371	417	F
0275	54,7	8,7	155	262	79	260	244	155	341	504	F
0278	8,9	8,4	64	65	24	314	533	64	89	847	SF
0281	60,3	8,1	210	325	74	166	225	210	399	391	F
0284	20,1	8,4	131	173	29	247	420	131	202	667	FS
0380	12,4	8,5	65	58	16	311	550	65	74	861	SF
0382	10,4	8,6	60	53	30	247	610	60	83	857	SF
8775	66,8	8,4	270	397	128	181	24	270	525	205	FL
8778	71,6	8,4	342	461	125	65	7	342	586	72	FLA
8781	48,6	8,4	177	294	109	196	224	177	402	420	F
8784	45,5	8,5	301	418	129	142	10	301	547	152	FLA
8787	89,8	8,4	347	415	68	138	32	347	483	171	FLA
9075	62,0	8,2	305	403	97	108	87	305	500	195	FLA
9078	35,8	8,1	211	335	53	151	250	211	388	401	F
9081	36,2	8,3	270	422	165	113	30	270	587	143	FLA
9084	49,5	8,3	259	437	157	124	23	259	594	147	FL
9375	66,1	8,2	260	423	108	142	67	260	531	209	FL
9378	22,9	8,5	197	230	61	227	285	197	291	512	F
9381	43,5	8,4	386	499	82	27	6	386	581	33	FLA
9384	76,5	8,1	216	367	75	172	170	216	442	342	F
9675	80,7	8,2	165	223	50	375	187	165	273	562	FS
9678	36,0	8,4	273	392	77	225	33	273	469	258	FA
9681	52,5	8,4	364	467	67	61	41	364	534	101	FLA
9684	40,8	8,4	391	473	105	25	6	391	579	31	FLA
9685	37,8	8,5	268	403	184	125	20	268	587	145	FL
9687	52,7	8,3	349	483	95	65	8	349	578	73	FLA
9784	43,3	8,5	381	477	88	36	18	381	565	54	FLA
9785	12,7	8,6	82	100	4	398	416	82	104	814	SF
9787	52,1	7,9	257	418	118	140	67	257	536	207	FL
9975	30,3	8,2	94	208	90	198	410	94	298	608	FS
9978	59,5	8,4	348	460	137	52	3	348	597	54	FLA
9981	38,6	8,3	201	280	96	230	193	201	376	423	F

LEGENDA CLASSE DI TESSITURA (USDA)

S = SABBIOSA

SF = SABBIOSO FRANCA

FS = FRANCO SABBIOSA

FSA = FRANCO SABBIOSA ARGILLOSA

AS = ARGILLOSO SABBIOSA

L = LIMOSA

FL = FRANCA LIMOSA

FLA = FRANCA LIMOSA ARGILLOSA

A = ARGILLOSA

FA = FRANCA ARGILLOSA

F = FRANCA

Tabella 3b. Elementi in traccia, macroelementi, anioni e cationi (concentrazione suolo secco all'aria)

stazione	As mg/kg	Cd mg/kg	Cr mg/kg	Cu mg/kg	Mn mg/kg	Ni mg/kg	Pb mg/kg	Sn mg/kg	V mg/kg	Hg mg/kg	Se mg/kg	Mg %	Na %	Ti %	Ca %	K %	Si %	Al %	Cl- mg/kg	NO3- mg/kg	SO4 ⁻ mg/kg	NH3 mg/kg
0180	6,5	0,18	117	13,3	587	74	13,6	1,84	69	0,10	0,11	1,7	1,2	0,3	5,6	1,8	22,3	4,5	68	138	83	70
0182	7,5	0,32	138	21,1	660	84	17,7	2,52	77	0,12	0,19	1,8	1,1	0,3	6,2	1,9	21,3	4,7	94	195	84	29
0275	10,0	0,19	118	17,5	607	75	13,4	2,2	64	0,05	0,13	2,1	1,6	0,3	7,1	1,7	21,9	4,6	819	117	341	71
0278	5,7	0,14	111	8,62	587	67	11,7	1,54	48	0,03	0,06	1,5	1,6	0,2	5,1	1,5	25,7	3,8	56	109	116	57
0281	6,9	0,40	128	23,7	657	88	22,4	2,81	80	0,19	0,15	2,0	2,0	0,3	7,1	1,9	20,2	5	4641	96	848	64
0284	5,1	0,15	119	10,7	623	67	10,7	1,69	60	0,04	0,07	1,6	1,4	0,3	5,7	1,6	23,9	4,1	68	110	94	91
0380	3,3	0,05	110	5,05	589	54	8,8	1,32	44	0,05	0,08	1,6	1,8	0,3	5,5	1,4	26,5	3,8	1349	82	213	85
0382	3,7	0,11	165	8,28	731	66	11,1	1,66	52	0,12	0,10	1,6	1,9	0,3	5,1	1,5	26,6	3,9	1133	94	77	84
8775	6,2	0,12	125	19,8	612	82	12,7	2,33	78	0,05	0,27	2,1	1,1	0,4	6,8	2	21,4	5,6	156	117	171	107
8778	7,1	0,12	136	24,5	639	98	12,9	2,54	89	0,06	0,25	2,2	1,1	0,4	5,9	2,1	21,1	6,1	125	118	127	81
8781	6,4	0,19	135	16,7	766	75	26,2	2,53	70	0,05	0,15	2,2	1,1	0,3	7,5	2	20,7	5,8	81	95	195	104
8784	6,2	0,11	122	20,9	646	81	12,5	2,3	82	0,06	0,23	2,3	1,1	0,4	6,2	2,2	21,1	6,3	71	127	101	106
8787	6,8	0,13	139	23,4	599	87	14,4	2,49	90	0,05	0,14	2,3	1,3	0,4	5,4	2,2	20,7	6	1231	106	967	75
9075	6,5	0,13	138	22,6	661	88	13,8	2,61	85	0,07	0,07	2,2	1,0	0,4	6,3	2,2	21,3	6	194	164	760	73
9078	9,7	0,15	134	21,2	1145	82	14,5	2,65	73	0,08	0,14	1,9	1,0	0,3	6,6	1,9	22,1	5,3	86	278	410	104
9081	6,0	0,21	135	23,7	667	85	15,8	2,47	77	0,12	<0,01	1,9	0,9	0,3	9,6	1,9	19,5	4,9	69	78	124	65
9084	7,8	0,16	146	24,2	714	96	14,4	2,54	83	0,05	0,02	2,2	1,0	0,3	7,4	2	20,6	5,7	78	119	143	92
9375	5,4	0,12	137	20,6	640	89	13,9	2,41	79	0,05	0,02	2,3	1,0	0,4	6,8	2,2	21	5,9	158	98	758	89
9378	4,6	0,10	120	15,7	640	76	12,6	2,03	66	0,03	<0,01	1,9	1,2	0,3	6,6	1,9	23,4	5,2	48	127	96	84
9381	7,4	0,18	151	27,3	820	107	16,9	2,8	100	0,07	0,05	2,3	0,9	0,4	7,4	2,2	20,5	6	74	173	97	100
9384	5,0	0,28	119	19,7	705	76	35,7	2,53	68	0,30	0,02	1,9	1,0	0,3	6,5	2,1	21,3	5,1	86	231	158	93
9675	3,6	0,08	125	10,7	605	76	10,6	1,56	59	0,03	<0,01	2,1	1,4	0,3	6,9	1,9	22	5,2	1717	84	702	88
9678	5,5	0,12	147	19,1	779	98	13,1	2,16	89	0,05	0,07	2,1	1,0	0,3	7,1	2	21,6	5,6	116	133	325	72
9681	6,0	0,18	140	23,4	689	99	15,2	2,57	93	0,08	<0,01	2,3	0,9	0,4	6,8	2,2	21,1	6,1	57	113	114	112
9684	5,6	0,18	146	25,7	768	102	14,7	2,81	104	0,07	0,07	2,2	0,9	0,4	6,5	2,3	20,9	6,4	76	131	112	93
9685	5,4	0,14	140	23,1	747	96	14,0	2,21	80	0,07	<0,01	2,3	1,0	0,3	7,8	2	21,1	6	59	109	91	107
9687	4,9	0,17	134	22,3	654	92	14,6	2,45	89	0,08	0,08	2,2	0,9	0,4	7,1	2,2	20,6	6,2	77	381	106	104
9784	3,8	0,18	136	22,7	753	94	14,3	2,58	92	0,07	0,10	2,2	0,9	0,4	7,6	2,2	21	6,3	75	133	89	121
9785	4,3	0,09	113	13,7	635	67	15,7	3,15	47	0,07	0,04	1,6	1,2	0,2	6,9	1,8	21,6	4,2	45	153	72	99
9787	4,6	0,12	131	19,7	662	89	14,7	2,41	80	0,08	<0,01	2,2	1,2	0,3	6,9	2,2	20,9	5,9	1503	125	361	81
9975	3,8	0,11	124	10,8	557	67	14,4	1,58	59	0,04	0,13	2,2	0,5	0,4	6,6	2,2	23,9	7,1	64	518	113	124
9978	5,8	0,15	142	21,5	659	98	13,5	2,32	92	0,06	0,13	1,9	0,5	0,3	6,8	2,1	22,6	6,3	59	174	100	91
9981	4,8	0,23	129	18,4	691	84	17,1	2,34	74	0,12	0,02	1,7	0,5	0,3	7,8	1,9	21,8	5,4	64	185	152	110
Min	3,3	0,05	110	5,1	557,0	54	8,8	1,3	44	0,03	0,02	1,5	0,5	0,2	5,1	1,4	19,5	3,8	45	78	72	29
Max	10,0	0,40	165	27,3	1145,0	107	36,7	3,2	104	0,30	0,27	2,3	2,0	0,4	9,6	2,3	26,6	7,1	4641	518	967	124
C.V. %	27,1	43,3	9,5	30,2	15,4	15,1	32,4	18,7	20,3	67,1	64,5	12,7	31,6	17,7	13,4	11,9	7,8	15,7	203,4	59,1	101,6	22,4

Tabella 3c. Composti organici (concentrazioni in $\mu\text{g}/\text{kg}$ suolo secco all'aria per i composti IPA da 25 a 34 e per la somma dei composti IPA da n.25 a n.34 riportata in colonna 35 e pg TEQ/g suolo secco all'aria per il composto 89 corrispondente ai PCDD/PCDF).

stazione	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	89
0180	6,9	6,6	11,0	3,9	28,0	8,2	<1	7,3	8,5	8,8	89	<10
0182	3,5	5,5	11,0	4,5	5,9	8,3	<1	2,0	7,7	4,8	53	<10
0275	2,8	4,3	8,4	3,6	3,2	6,8	<1	1,4	2,7	5,3	39	---
0278	2,9	3,7	6,5	3,4	1,9	5,4	<1	1,3	2,1	4,8	32	---
0281	8,6	12,0	29,0	9,5	11,0	18,0	<1	2,9	15,0	14,0	120	<10
0284	2,2	4,0	6,8	3,5	3,6	4,9	<1	1,5	3,1	4,1	34	---
0380	1,7	3,0	2,9	2,6	1,5	3,4	<1	1,3	1,0	2,3	20	---
0382	4,7	6,3	8,7	4,6	3,6	7,8	<1	2,0	4,7	12,0	54	---
8775	2,6	4,8	16,0	2,6	6,0	7,1	<1	1,9	4,7	5,9	52	<10
8778	3,2	5,8	13,0	4,8	5,7	11,0	<1	2,0	7,1	6,5	59	<10
8781	4,8	7,4	14,0	5,3	9,3	12,0	<1	2,2	10,0	7,3	72	<10
8784	2,4	4,7	10,0	3,4	4,8	6,1	<1	1,7	5,4	5,4	44	<10
8787	5,7	8,1	17,0	6,2	8,9	14,0	<1	2,3	11,0	12,0	85	<10
9075	14,0	21,0	41,0	15,0	25,0	28,0	<1	4,9	33,0	37,0	219	---
9078	75,0	69,0	48,0	69,0	66,0	91,0	2,0	14,0	100,0	120,0	654	---
9081	2,5	4,1	8,1	3,6	4,5	6,1	<1	1,5	4,4	5,5	40	<10
9084	16,0	22,0	46,0	17,0	25,0	36,0	<1	5,1	38,0	49,0	254	---
9375	7,3	10,0	18,0	6,6	12,0	16,0	<1	2,8	13,0	16,0	102	---
9378	3,1	5,4	12,0	4,6	5,8	8,9	<1	1,9	6,6	7,7	56	---
9381	2,8	4,8	12,0	4,1	4,9	8,5	<1	1,4	5,1	4,3	48	---
9384	350,0	170,0	360,0	94,0	230,0	360,0	200,0	67,0	350,0	380,0	2561	---
9675	5,6	5,8	9,7	4,1	6,2	12,0	<1	2,0	5,7	8,8	60	---
9678	2,7	4,6	9,1	3,8	3,8	7,6	<1	1,6	4,4	6,4	44	---
9681	3,8	7,2	19,0	5,1	10,0	13,0	<1	2,4	12,0	9,4	82	---
9684	3,5	6,5	15,0	4,4	7,7	9,5	<1	2,5	5,9	9,5	65	---
9685	4,0	7,3	15,0	5,6	9,7	9,8	<1	1,8	10,0	12,0	75	<10
9687	64,0	46,0	86,0	28,0	49,0	76,0	10,0	9,8	66,0	120,0	555	<10
9784	4,5	7,7	22,0	6,3	6,5	12,0	<1	2,7	7,6	10,0	79	---
9785	16,0	25,0	39,0	15,0	30,0	29,0	<1	5,5	43,0	44,0	247	<10
9787	5,3	9,6	19,0	7,3	9,4	14,0	<1	2,5	11,0	13,0	91	---
9975	9,3	9,1	17,0	6,8	11,0	17,0	<1	3,3	14,0	17,0	105	---
9978	2,5	4,3	14,0	2,5	5,0	7,6	<1	2,0	5,0	6,0	49	---
9981	3,9	6,7	12,0	4,9	6,2	11,0	<1	2,2	5,9	7,5	60	---

Tabella 3d. Legenda tabella 3d

N. composto	Nomenclatura composto
25	Benzo(a)antracene
26	Benzo(a)pirene
27	Benzo(b)fluorantene
28	Benzo(k,)fluorantene
29	Benzo(g, h, i)perilene
30	Crisene
31	Dibenzo(a)pirene
32	Dibenzo(a,h)antracene
33	Indenopirene
34	Pirene
35	Sommatoria Idrocarburi Policiclici Aromatici (da 25 a 34)
89	Sommatoria PCDD/PCDF (conversione TE)

4 VALUTAZIONE DEI RISULTATI

I dati ottenuti dalle analisi dei suoli dell'area circostante la centrale di P. Tolle consentono di delineare la situazione iniziale (prima dell'entrata in esercizio dell'impianto trasformato) relativamente ai contenuti di diversi elementi e composti di interesse. La valutazione dei livelli rilevati è effettuata a partire dalle informazioni presenti in letteratura in merito ai livelli naturali di questi composti. Le informazioni sono state approfondite in particolare per tutti quegli elementi che possono essere di maggiore interesse per l'esercizio dell'impianto (es. V), mentre per altri elementi o composti (es. Al, Ca, Mg, NO₃, etc.), che forniscono indicazioni integrative per le future indagini di qualità dell'aria (valutazione dell'apporto terrigeno nelle indagini sul particolato atmosferico), il livello informativo è di tipo generale.

4.1 Caratteristiche chimico-fisiche dei suoli

I suoli campionati sono stati caratterizzati dal punto di vista chimico fisico determinandone la granulometria e di conseguenza la tessitura ed il pH.

La granulometria fornisce una serie di informazioni sulla natura e sui comportamenti dei suoli come, ad esempio, la superficie specifica di interfaccia tra fase solida e fase liquida, la dinamica di circolazione dell'acqua (drenaggio), gli scambi gassosi etc.

Il pH indica una delle principali caratteristiche chimiche del sistema suolo, poiché la sua conoscenza consente di avere indirettamente informazioni sulla sua capacità di scambio e quindi sull'attitudine a trattenere le varie sostanze immesse o presenti naturalmente.

L'analisi granulometrica ha evidenziato la presenza di suoli franchi e cioè suoli ideali per ogni coltura in diverse stazioni (9). In 11 stazioni la tessitura risulta franco limoso argillosa e solo in 4 stazioni prevale il contenuto di sabbia (sabbioso franca). Il resto delle stazioni presenta una tessitura equilibrata con una leggera prevalenza di sabbia (franco sabbiosa) o di limo (franco limosa) ed in un solo caso si rileva una tessitura franco argillosa.

Per quanto riguarda il pH, la maggior parte delle stazioni (29) presenta suoli alcalini e solo in 4 stazioni sono presenti suoli di tipo subalcalino.

4.2 Elementi in traccia

4.2.1 Arsenico (As)

L'arsenico è presente naturalmente negli ambienti acquatici e terrestri in conseguenza ai fenomeni di alterazione ed erosione delle rocce e dei suoli. In aree, dove le rocce (substrato pedogenetico) sono ricche di minerali di As, i valori di fondo nelle matrici ambientali possono essere sensibilmente più elevati. Infatti, l'arsenico si trova spesso associato a substrati pedogenetici contenenti arsenopiriti, in

aree con presenza di sorgenti idrotermali ad alta temperatura ed in zone interessate da fenomeni geotermici. Substrati pedogenetici come argille ed argilliti possono presentare valori di As totale fino a 900 mg/kg s.s., mentre nelle rocce fosfatiche le concentrazioni possono raggiungere i 200 mg/kg s.s. (Abollino e al., 1996).

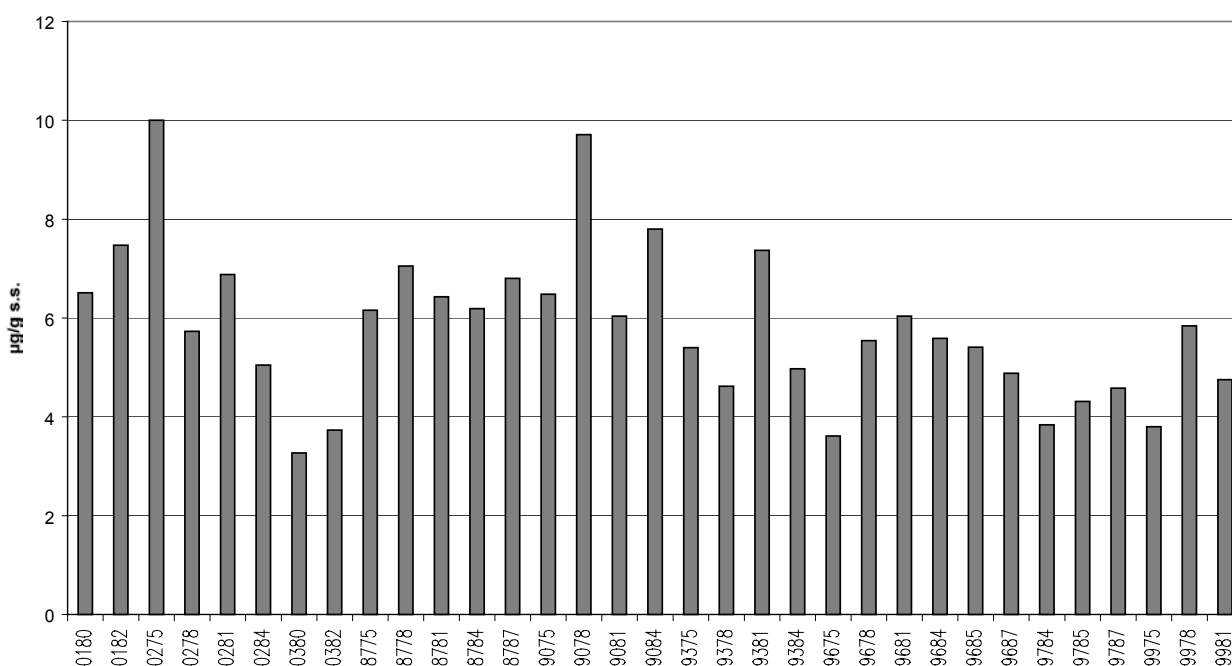
L'applicazione di fertilizzanti fosfatici può provocare la mobilizzazione di As legato al suolo.

Valori naturali più frequenti riportati in letteratura oscillano da 6 ppm (mg/kg) (Vismara, 1992) a un massimo di 40 ppm (N.P.S., 1997b); occorre ricordare che in condizioni geologiche particolari la concentrazione naturale può raggiungere valori di diverse centinaia di ppm.

La variabilità spaziale di questo elemento nel territorio indagato è piuttosto contenuta (C.V. 27,1%), con un valore minimo 3,3 mg/kg (staz. 0380) ed un valore massimo di 10 mg/kg (staz. 0275).

In tutte le stazioni considerate il contenuto di As nei suoli è risultato compreso nell'intervallo delle concentrazioni naturali (vedi figura seguente).

As



4.2.2 Cadmio (Cd)

L'alterazione ed i fenomeni erosivi delle rocce rappresentano le principali sorgenti di cadmio nei suoli.

La mobilità del cadmio nel suolo è incrementata dal pH basso, dal basso contenuto di sostanza organica, dalla dimensione elevata delle particelle di suolo (suoli sabbiosi) e dall'elevato contenuto di umidità.

Gli organismi viventi ed in particolare i vegetali possono avere un ruolo significativo nel ciclo biogeochimico del cadmio in alcuni ambienti. Nei sistemi forestali, la biomassa vegetale può contenere quantità significanti di Cd, anche se la quota maggiore di questo elemento è trattenuta dagli orizzonti organici del suolo.

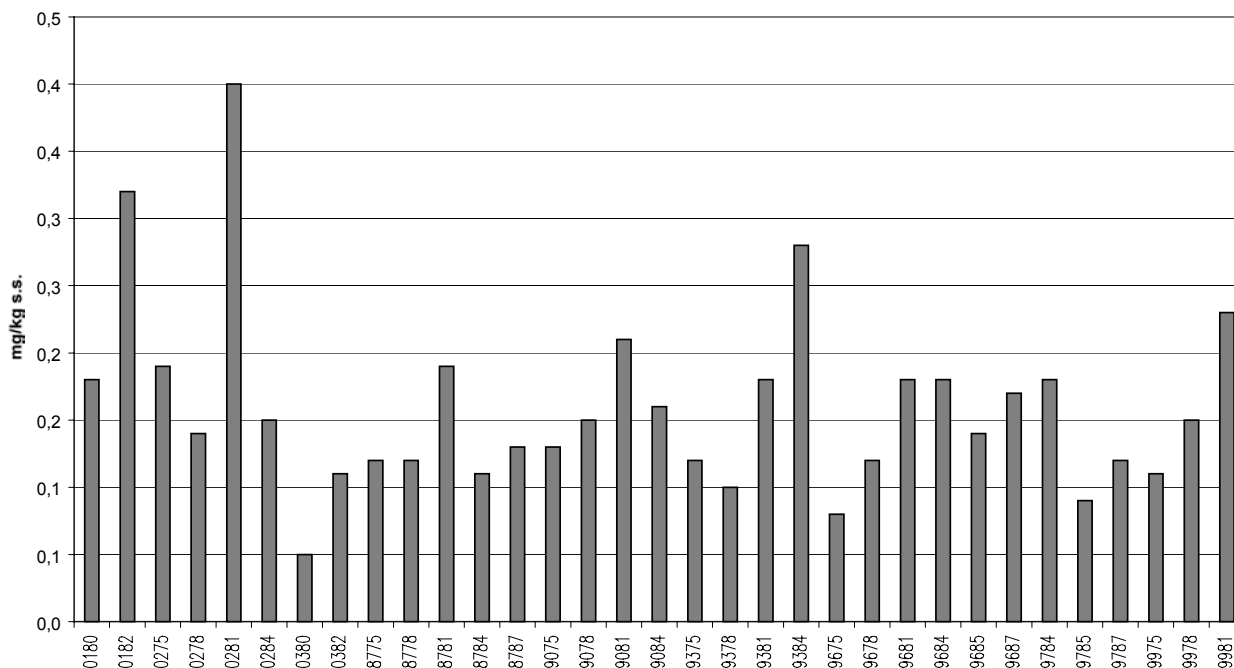
I valori di fondo di Cd nei suoli oscillano da 0,01 a 2 ppm (mg/kg) con un valore mediano di 0,35 ppm (mg/kg) (Sequi, 1991).

Il valore massimo rilevato nel territorio indagato è di 0,40 mg/kg (staz. 0281), mentre il valore minimo è di 0,05 mg/kg (staz. 0380).

Anche il contenuto di Cd nei suoli indagati risulta compreso nell'intervallo delle concentrazioni di fondo (vedi figura seguente).

La sua variabilità spaziale, con un Coefficiente di Variazione di circa 43 %, non risulta elevata .

Cd



4.2.3 Cromo totale (Cr)

Il Cr è presente in piccole quantità in tutte le rocce ed i suoli nella forma solida di Cr(III) relativamente inerte. Viene rilasciato nell'ambiente acquatico a causa dell'alterazione delle rocce e dei fenomeni erosivi.

Il Cr (III) tende ad associarsi con la fase solida relativamente inerte e, quindi, può accumularsi nei sedimenti e nei suoli ma con una biodisponibilità piuttosto bassa.

La maggior parte delle forme dei composti di Cr(VI) sono piuttosto solubili e non sono adsorbiti sul materiale sospeso.

Nei suoli il Cr è presente in forme relativamente inerti (composti di Cr III) che possono essere mobilizzate con il tempo mediante lisciviazione. Come nell'ambiente acquatico (sedimenti), il Cr(III) può essere ossidato a Cr(VI) mediante gli ossidi di manganese presenti, ma solo una piccola parte di Cr(III) nel suolo è presente nelle forme ossidabili.

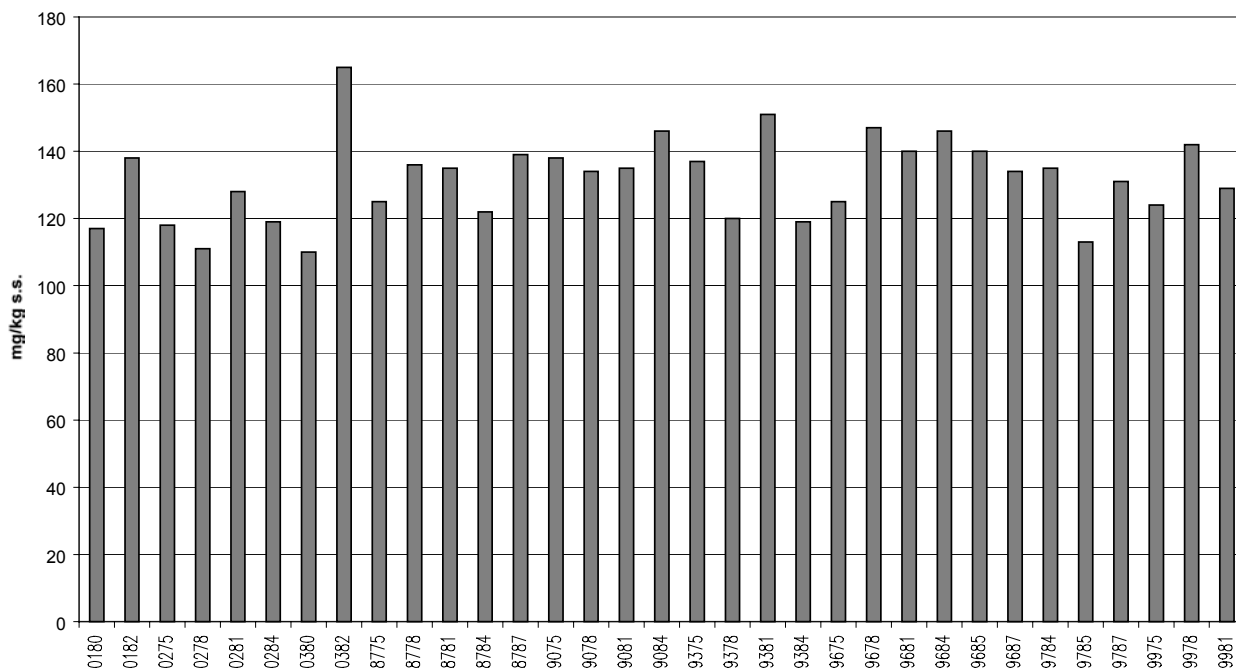
Il Cr (VI) aggiunto o formatosi nel suolo può essere rimosso dalla soluzione circolante mediante la cattura da parte di organismi viventi, la lisciviazione (trasferimento nelle acque di falda), l'adsorbimento e la riduzione a Cr(III). In generale, la riduzione è favorita in condizioni di anaerobiosi o in suoli acidi. Adsorbimento è maggiormente efficace nei terreni neutri o debolmente acidi, specialmente se contenenti elevate quantità di ossidi di ferro.

I valori di concentrazione di Cr totale nei suoli oscilla da un minimo di 5 ppm (mg/kg) ad un massimo di 1500 ppm con una mediana di 70 ppm (Sequi P., 1991). Occorre anche considerare la rassegna delle concentrazioni di fondo dei metalli pesanti nei terreni italiani, pubblicata da Abollino e al. (1996), che riporta i seguenti intervalli di concentrazione:

- Provincia di Piacenza da 28,2 a 321,70 ppm,
- Provincia di Pavia da 6 a 206 ppm,
- Provincia di Reggio Emilia (bassa pianura) da 58 a 172 ppm.

Nel territorio indagato il Cr mostra un'elevata omogeneità spaziale (C.V. 9,5 %), con una concentrazione minima di 110 mg/kg (staz. 0380) ed una concentrazione massima di 165 mg/kg (staz. 0382) confrontabile con i valori di letteratura (vedi figura seguente).

Cr



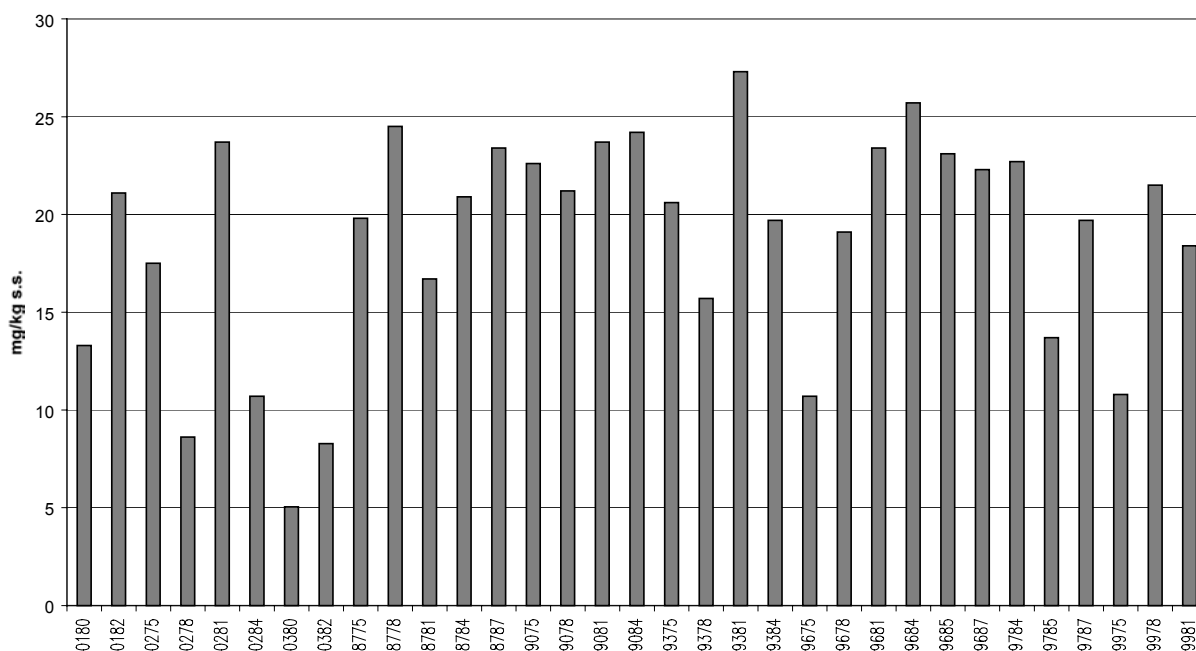
Rame (Cu)

Il contenuto naturale di Cu nei suoli è regolato dai fattori che influenzano il bilancio tra il suo contenuto nella roccia madre e quello nel suolo derivato; questi fattori sono essenzialmente il grado di alterazione, il drenaggio, il pH, il potenziale di ossido riduzione ed il contenuto di sostanza organica. Le condizioni alcaline favoriscono la precipitazione del Cu nei suoli, mentre le condizioni acide ne determinano l'incremento della solubilità, favorendo l'aumento di concentrazione della forma ionica. Occorre inoltre considerare che il contenuto totale di Cu nei suoli non è un'indicazione accurata della sua biodisponibilità.

Le concentrazioni di Cu nei suoli variano generalmente da 2 a 250 mg/kg con una mediana di circa 30 mg/kg.

La variabilità spaziale osservata nel sito indagato risulta piuttosto contenuta (C.V. 30,2 %) e le concentrazioni di rame rilevate nelle 33 stazioni risultano inferiori al valore mediano dell'intervallo delle concentrazioni di fondo (vedi figura seguente).

Cu



4.2.4 Manganese (Mn)

Il Mn del suolo mediamente presenta concentrazioni di circa lo 0,1% ovvero 1000 mg/kg.

Per quanto riguarda il comportamento di Mn nei suoli si distinguono diversi meccanismi:

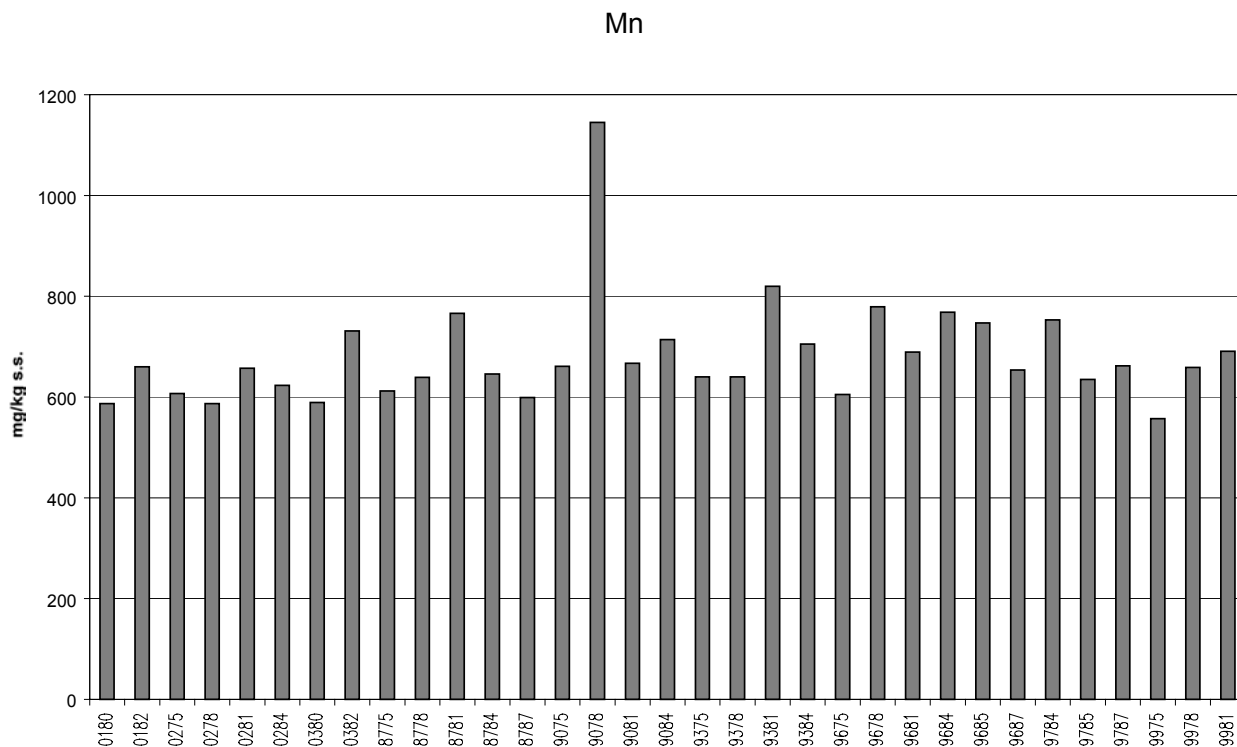
- le reazioni di scambio ionico, con cui gli ioni di Mn e le cariche superficiali delle particelle di suolo tendono a formare ossidi ed idrossidi di Mn, che a loro volta diventano siti di assorbimento per gli altri metalli,
- l'assorbimento agli altri ossidi e idrossidi mediante reazioni di scambio,
- la precipitazione di ossidi ed idrossidi di Mn, a seguito della saturazione della soluzione circolante; questo fenomeno dà origine ad una fase minerale che costituisce una nuova superficie di assorbimento per altre sostanze.

La tendenza dei composti solubili del manganese ad essere adsorbiti dal suolo e dai sedimenti dipende principalmente dalla capacità di scambio cationico e dalla composizione della sostanza organica del suolo; questo processo può essere molto variabile.

I valori naturali di Mn nei suoli risultano generalmente compresi nell'intervallo 20 ppm (mg/kg) 10.000 ppm con un valore di mediana di 1000 ppm. (Sequi P., 1991).

Nel caso specifico, solamente una stazione (9078) ha superato il valore mediano delle concentrazioni di fondo, pur rimanendo all'interno dell'intervallo dei valori naturali (vedi figura seguente).

La variabilità spaziale, che presenta un valore C.V. di circa 15%, risulta piuttosto contenuta.



4.2.5 Nichel (Ni)

Le sorgenti naturali del Ni presente nel suolo sono rappresentate dall'alterazione ed erosione del materiale geologico.

Nel suolo il Nickel è presente in quantità significative; concentrazioni relativamente elevate di nickel si possono rilevare nei suoli che derivano dalle rocce mafiche o ultramafiche.

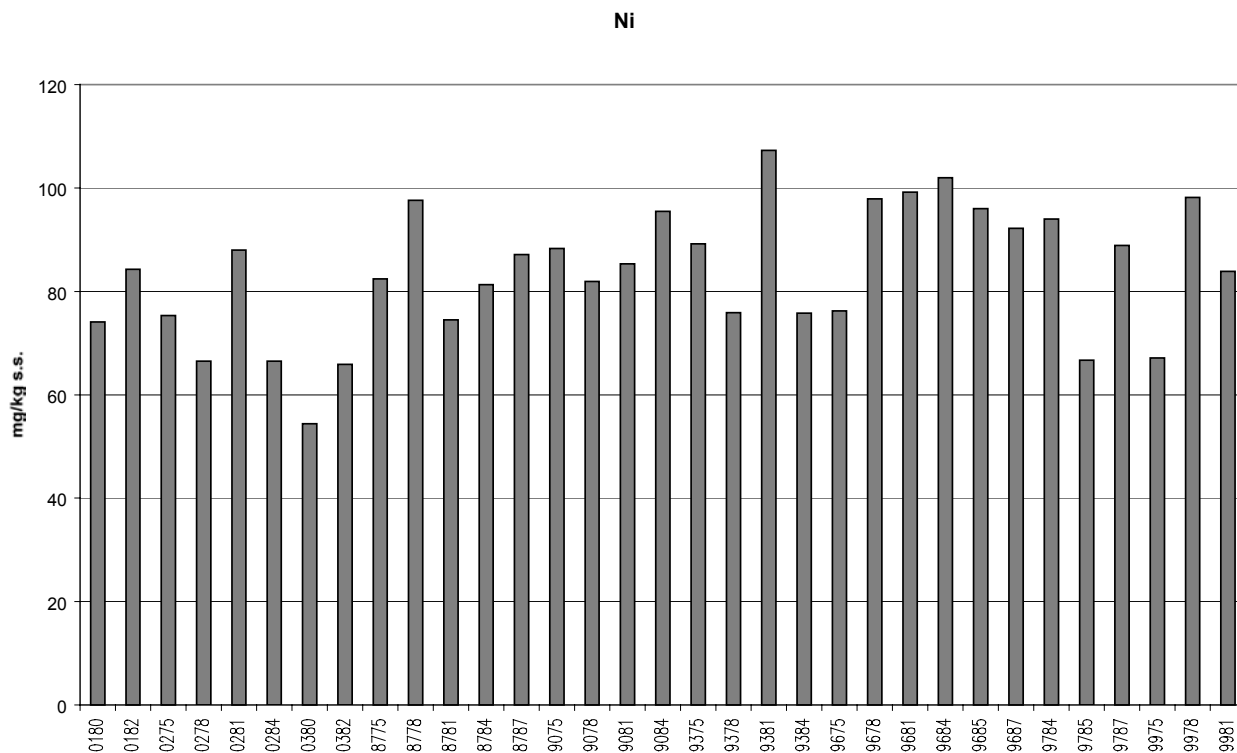
Il Ni viene generalmente dilavato dall'orizzonte superficiale A del suolo ed accumulato nel sottostante orizzonte B.

Nei suoli ricchi di ossidi di ferro e manganese, predomina l'adsorbimento del Nickel e il suo accumulo nel suolo (orizzonte B), diminuendo così la quantità del metallo che può raggiungere le acque di falda.

La solubilità in acqua e quindi la biodisponibilità per la vegetazione è influenzata dal pH del suolo; generalmente i valori di pH inferiori a 6,5 provocano la mobilità del Ni.

Le concentrazioni naturali di Ni nei suoli oscillano da 2 a 750 ppm con una mediana di 50 ppm. I valori più elevati si riscontrano nei suoli che derivano da substrati pedogenetici costituiti da rocce mafiche o ultramafiche.

Le concentrazioni di Ni nei suoli di P. Tolle mostrano un'elevata omogeneità spaziale (C.V. 15% circa) con valori compresi all'interno dell'intervallo delle concentrazioni di riferimento (vedi figura seguente).



4.2.6 Piombo (Pb)

In natura il Piombo è presente principalmente come Pb^{2+} , può essere, inoltre, presente anche come Pb^{4+} . Difficilmente è presente nella forma elementare ma è presente in diversi tipi di minerali (es. galena o PbS). La sua abbondanza nella crosta terrestre è stata stimata approssimativamente in 16 mg/kg ed il livello nei suoli incontaminati tende ad essere influenzato solamente dal contenuto della roccia madre. Occorre, però, considerare che, a causa dello storico utilizzo antropico del piombo, molti dei suoli superficiali tendono ad essere arricchiti dal contributo antropico; una media globale recentemente stimata indica una concentrazione di fondo attuale di circa 25 mg/kg nei suoli superficiali.

Il Pb è presente nel suolo in modo predominante come ione +2 nella soluzione circolante, legato ai solfati ed ai carbonati, nelle forme precipitate quali gli ossidi e come silicati di Pb.

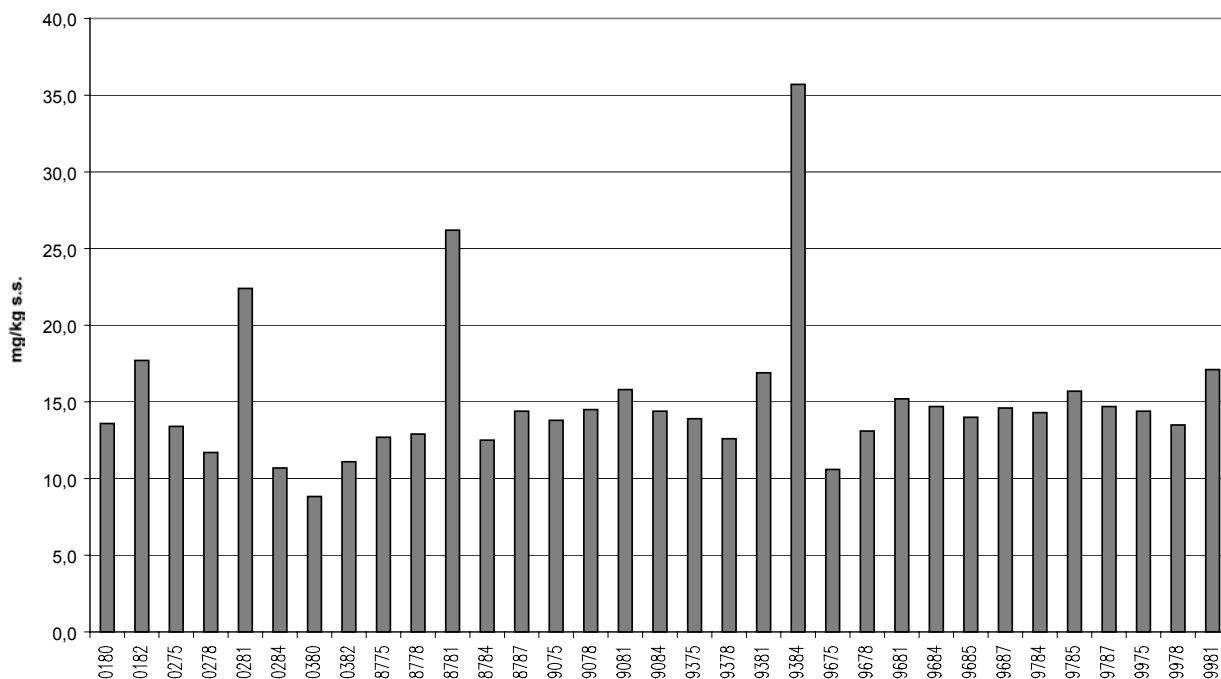
La letteratura riporta che il Pb tende ad essere adsorbito principalmente sui minerali argillosi oppure adsorbito e coprecipitato con gli ossidi di Mn, di Fe e con gli idrossidi di Al. Inoltre, esso può essere adsorbito dai colloidali organici e complessato da sostanze organiche.

Il fenomeno di lisciviazione del Pb risulta piuttosto limitato. La mobilità può essere influenzata dal pH del suolo (condizioni acide aumentano la mobilità), dal contenuto di acidi umici e fulvici, dal contenuto di argilla (favorisce la fissazione) e dal contenuto di sostanza organica (favorisce la fissazione).

I valori di fondo riportati da Sequi (1989) risultano compresi nell'intervallo 2-300 ppm (mg/kg) con una mediana di 35 ppm.

Le concentrazioni rilevate nei suoli indagati risultano inferiori alla mediana delle concentrazioni di fondo, un solo caso (staz. 9384) presenta una concentrazione uguale al valore della mediana (vedi figura seguente).

Pb

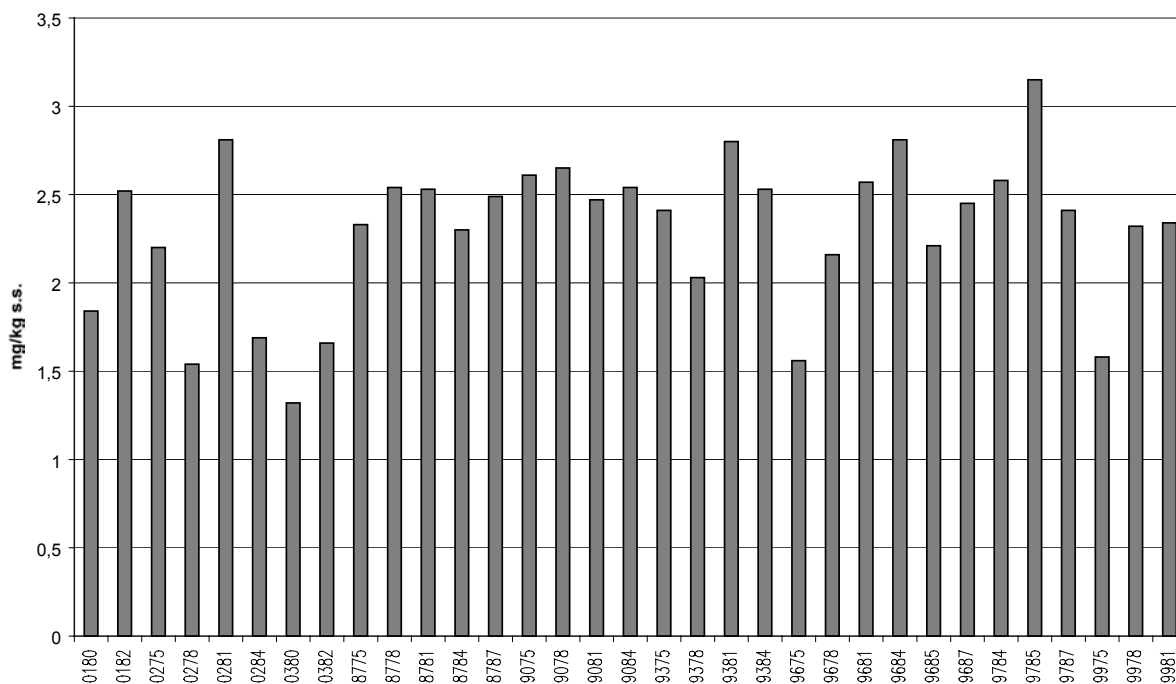


4.2.7 Stagno (Sn)

Si tratta di un metallo il cui comportamento nei suoli risulta poco studiato. Si dispone comunque dei livelli di concentrazione naturali che possono oscillare da un valore minimo di 1 mg/kg ad un valore massimo di 200 mg/kg con una mediana di 4 mg/kg (Sequi, 1989).

I valori di concentrazione di Sn nei suoli dell'area indagata risultano inferiori alla mediana con una distribuzione spaziale piuttosto omogenea (C.V. 19% circa) (vedi figura seguente).

Sn



4.2.8 Vanadio (V)

Il vanadio ed i suoi composti sono ampiamente distribuiti nella crosta terrestre (concentrazione media 150 mg/kg).

Il rilascio naturale di V all'acqua ed al suolo è dovuto principalmente ai fenomeni di alterazione delle rocce e di erosione dei suoli. Questo processo coinvolge usualmente la conversione delle forme trivalenti meno solubili alle forme pentavalenti più solubili

Il rilascio naturale di V all'acqua ed al suolo è globalmente più grande di quello rilasciato dalle sorgenti antropiche.

Il trasporto ed il frazionamento del V in acqua e suolo è influenzato dal pH, dal potenziale redox e dalla presenza di particolato.

Il livello di V nei vegetali terrestri è dipendente dalla disponibilità delle forme solubili nel suolo, dal pH e dalle condizioni di crescita.

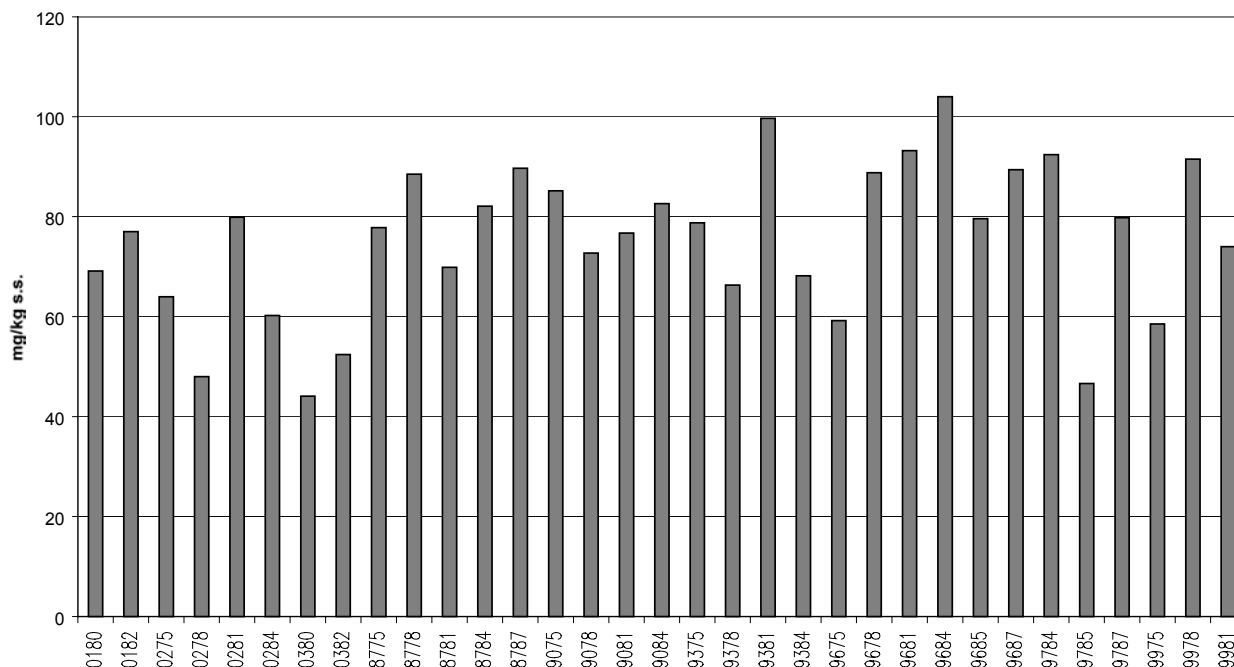
Le forme di V presenti nel suolo derivano ampiamente dalla roccia madre.

Relativamente agli altri metalli, il V è maggiormente mobile nei suoli neutri o alcalini mentre la sua mobilità diminuisce nei suoli acidi. Similarmente, in ambiente ossidante viene osservata una certa mobilità, mentre in ambiente riducente è immobile.

I valori di riferimento nei suoli risultano compresi nell'intervallo 3-310 mg/kg (ATSDR, 1992).

L'indagine sui suoli di P.Tolle ha mostrato concentrazioni comprese tra un valore minimo di 44 mg/kg ed un valore massimo di 104 mg/kg, con una variabilità spaziale contenuta (C.V. 20 % circa). Anche le stazioni 0281 e 0382, che verranno interessate dalle deposizioni al suolo con l'impianto nell'assetto futuro, mostrano concentrazioni che rientrano nei valori di fondo con rispettivamente 80 mg/kg (0281) e 52 mg/kg (0382). Inoltre, per quanto riguarda il comportamento del V nei suoli indagati, occorre osservare che le condizioni di pH (alcalino e subalcalino) e la tessitura suggeriscono una moderata tendenza alla mobilità con una relativamente bassa tendenza all'accumulo.

V



4.2.9 Mercurio (Hg)

Le emissioni naturali di Hg sono rappresentate principalmente dall'evaporazione dalla crosta terrestre e dai corpi d'acqua ed emettono globalmente quantità di Hg da 2 a 4 volte più grandi di quelle emesse dalle sorgenti antropiche.

Nel suolo, i fenomeni di adsorbimento di Hg sono legati alla presenza di siti di scambio, di ossidi ed idrossidi di manganese, di argille e di sostanze umiche. La capacità di adsorbimento e quindi il contenuto aumentano al diminuire delle dimensioni delle particelle di suolo; nei suoli limosi ed argillosi è particolarmente pronunciato.

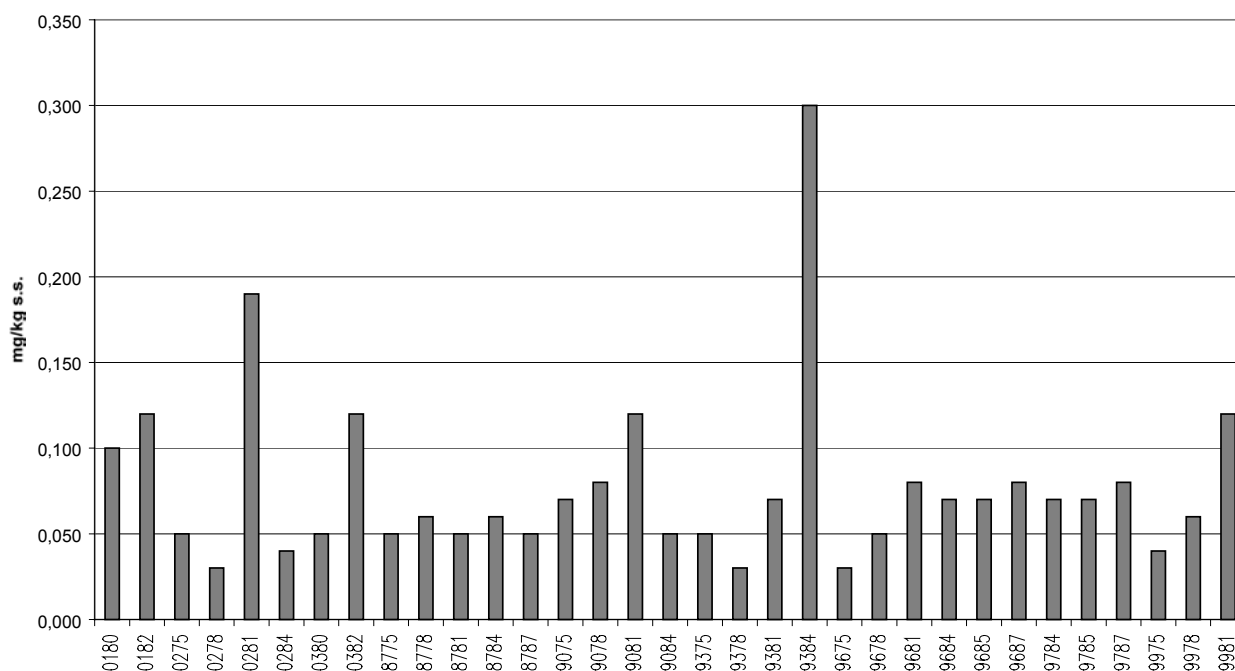
Nei suoli la forma ionica Hg^{2+} forma usualmente vari complessi con i cloruri e con gli ioni idrossido in funzione del pH del contenuto salino e della composizione della soluzione circolante. Il mercurio può essere rilasciato nei suoli coltivati dall'applicazione di fertilizzanti organici ed inorganici e fungicidi contenenti Hg

I fattori che maggiormente influenzano il comportamento di Hg nei suoli sono il pH, la sostanza organica, il contenuto di argilla, il potenziale redox, la capacità di scambio cationico, l'aerazione e la tessitura.

I valori di concentrazione di Hg nei suoli considerati naturali oscillano da un valore minimo di 0,01 ppm (mg /kg) ad un valore massimo di 0,5 ppm, con una mediana di 0,06 ppm (Sequi, 1989) (vedi figura seguente).

Si tratta dell'elemento che ha mostrato la variabilità spaziale maggiore con un C.V. di 67% circa, ma con concentrazioni comprese all'interno della variabilità naturale.

Hg



4.2.10 Selenio (Se)

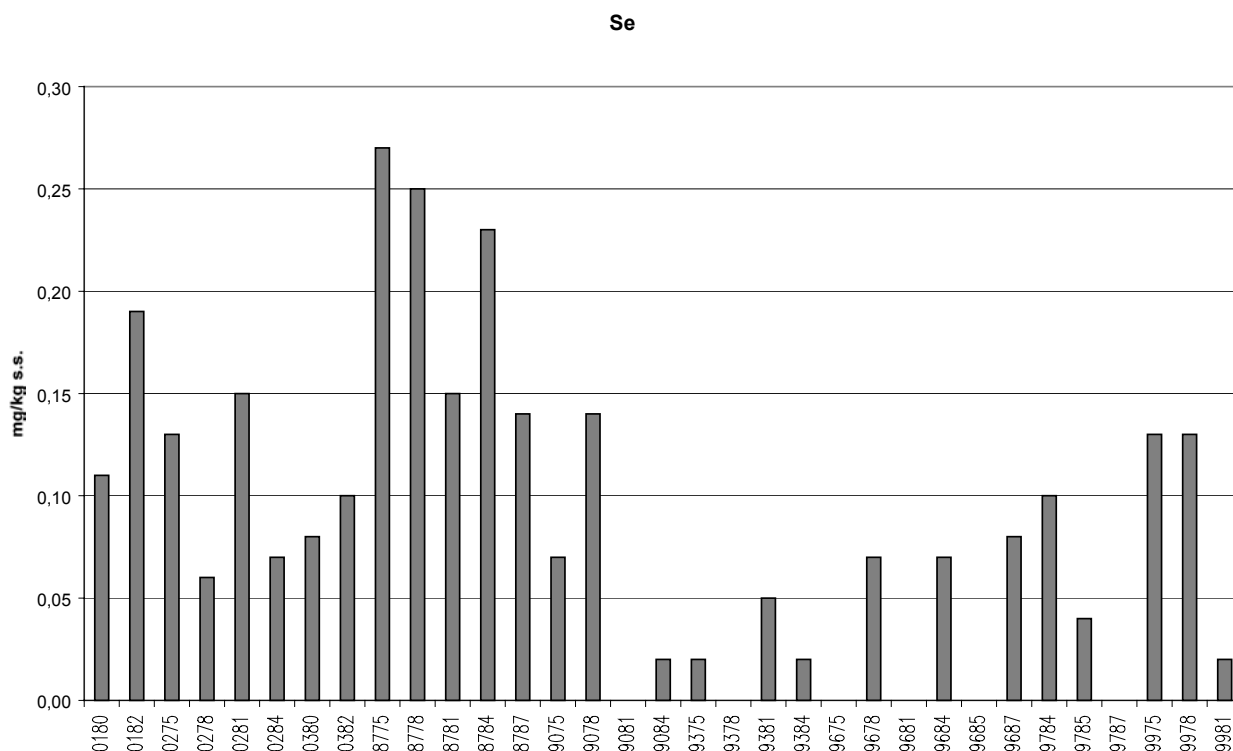
Il Se presenta una concentrazione media nella crosta terrestre 0,05 – 0,09 mg /kg. Chimicamente il selenio si comporta in modo analogo allo zolfo e di conseguenza i solfuri di Bi, Fe, Hg, Ag, Cu, Pb, e Zn possono contenere Se. Infatti, esso si trova specialmente nei solfuri minerali quali la galena, la calcopirite, l'arsenopirite, la pirite, la marcasite, la pirrotite e la blenda. I minerali associati ai fenomeni idrotermali possono contenere concentrazioni significative di Se.

Le forme con cui è presente il Se nei suoli dipendono dal pH e dal potenziale redox. Nei suoli a reazione acida o neutrali la disponibilità di Se è in continua diminuzione, mentre, nei climi secchi con suoli alcalini ed in condizioni ossidanti, il Se derivante dal materiale pedogenetico o presente nei suoli vulcanici si rende costantemente biodisponibile in quantità sufficiente.

Il valore naturale medio nei suoli fornito da N.P.S. (1997) è di 0,2 ppm.

Nel territorio indagato il contenuto di selenio presenta un valore minimo inferiore al limite di rilevabilità (<0,01 mg/kg o ppm) ed un valore massimo di 0,27 mg/kg, con una variabilità spaziale analoga a quella

del mercurio (vedi figura seguente). I valori rilevati risultano confrontabili con il valore di riferimento



fornito in letteratura.

4.2.11 Idrocarburi Policiclici Aromatici

Nel suolo sono adsorbiti al substrato e degradati lentamente dall'attività batterica, oppure vengono trascinati via con il particolato terrigeno a seguito dei fenomeni di scorrimento superficiale delle acque meteoriche.

Dato il numero di composti compresi nel gruppo degli IPA (PAH nella letteratura internazionale) diventa piuttosto difficile fornire valori di fondo totali, come sommatorie delle concentrazioni.

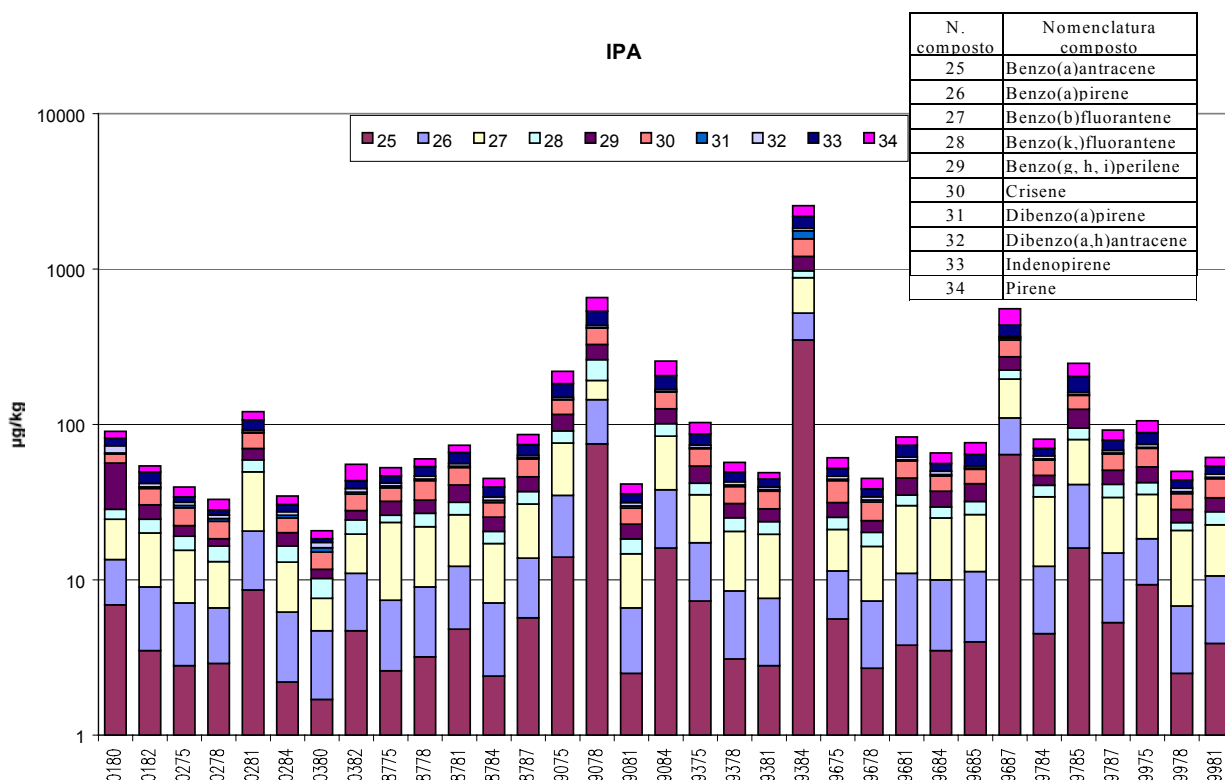
A titolo di riferimento si può consultare la tabella 5.1.12a che riporta i valori di fondo di alcuni composti rilevati negli Stati Uniti ed in altre nazioni.

Tabella 5.1.12a. Concentrazioni di fondo di alcuni IPA nei suoli degli Stati Uniti (estratta da ATSDR, 1995)

Compound	Concentrations (µg/kg)		
	Rural soil	Agricultural Soil	Urban Soil
Acenaphthene	1.7	6	
Acenaphthylene		5	
Anthracene		11-13	
Benzo(a)anthracene	5-20	56-110	169-59,000
Benzo(a)pyrene	2-1,300	4.6-900	165-220
Benzo(b)fluoranthene	20-30	58-220	15,000-62,000
Benzo(e)pyrene		53-130	60-14,000
Benzo(g,h,i)perylene	10-70	66	900-47,000
Benzo(k)fluoranthene	10-110	58-250	300-26,000
Chrysene	38.3	78-120	251-640
Fluoranthene	0.3-40	120-210	200-166,000
Fluorene		9.7	
Ideno(1,2,3-c,d)pyrene	10-15	63-100	8,000-61,000
Phenanthrene	30.0	48-140	
Pyrene	1-19.7	99-150	145-147,000

In generale tutte le stazioni dell'area indagata (vedi figura seguente) presentano concentrazioni riferibili ai valori di fondo riportati in letteratura. Nell'esame del grafico degli IPA nella figura seguente, occorre però considerare che la proporzione tra i vari composti non è graficamente rispettata a causa della scala logaritmica delle ordinate, peraltro necessaria per evidenziare anche la composizione delle stazioni con concentrazioni di IPA molto basse.

Fa eccezione della stazione 9384 che presenta per alcuni composti concentrazioni comprese tra i valori di fondo dei suoli agricoli e quelli dei suoli urbani (27, 29 e 33) e per altri (25, 30 e 34) presenta concentrazioni comprese negli intervalli dei valori di fondo dei suoli urbani; gli altri composti (26, 28, 31 e 32) risultano confrontabili con le concentrazioni di fondo dei suoli agricoli e rurali. E' probabile che in questo caso si tratti di un'influenza locale, sia perché le stazioni circostanti mostrano valori decisamente inferiori sia perché si tratta di un'area a prato vicino ad una casa dove è possibile che in passato si sia praticata la combustione di residui vegetali o di rifiuti.



4.2.12 Diossine e Furani (PCDD e PCDF)

Si tratta di contaminanti altamente persistenti in tutte le componenti ambientali. Possono essere trasportati anche in siti remoti mediante il vento e quindi depositati in suoli e sedimenti. Essi tendono ad accumularsi negli animali ed in diverse specie di organismi viventi. Le diossine ed i furani sono presenti in diverse catene alimentari, sia naturali che umane.

Essi non sono facilmente rimovibili dal suolo e dai sedimenti poiché sono generalmente adsorbite sulle particelle; infatti, i sedimenti ed i suoli rappresentano i principali "depositi" per questi inquinanti.

Le diossine, in particolare la 2,3,7,8-tetraclorodibenzodiossina, che entrano nel suolo e nei sedimenti subiscono una degradazione piuttosto lenta; la 2,3,7,8- tetraclorodibenzodiossina ha un tempo di dimezzamento di 10 e più anni. Anche le diossine ed i furani accumulati nei tessuti biologici hanno tempi di emivita lunghi. Studi recenti hanno dimostrato che i venti prevalenti giocano un ruolo significativo nella contaminazione ambientale.

Storicamente le diossine sono state introdotte nei suoli attraverso l'uso di pesticidi e la dispersioni di rifiuti contaminati provenienti da attività industriali. Attualmente, pare che la deposizione atmosferica abbia assunto un ruolo significativo.

Per questi composti, come nel caso degli IPA, risulta piuttosto difficile indicare i livelli di concentrazione di fondo nei suoli, intesi come sommatoria totale dei composti presenti secondo la conversione TE o TEQ. A titolo indicativo si può riportare il valore di 50 pg/g come concentrazione

minima di diossine e furani totali rilevata nei suoli Canadesi e indicata nel Canadian Environmental Protection Act (1990). Inoltre, la Direzione Generale dell'Ambiente della Commissione Europea (1999) ha pubblicato una rassegna dei valori di concentrazione delle diossine nei suoli degli stati UE; in tabella 5.1.13a sono riportati i valori di concentrazione censiti.

Tabella 5.1.13a. Concentrazione di diossine nei suoli degli stati membri della UE (ng TEQ/kg s.s. oppure pg TEQ/g s.s.). Tabella estratta da European Commission DG Environment (1999).

	Altri tipi	Foresta	Pascolo	Arabile	Rurale	Contamin.*
Austria		<1-64	1,6-14			332
Belgio	2,7-8,9				2,1-2,3	
Finlandia						>90.000
Germania		10-30	<1-30	<1-25	1-5	30.000
Grecia	2-45					1.144
Irlanda	<1-8,6	4,8	<1-13			
Italia	<1		<1-43	1,9-3,1		
Lussemburgo	1,8-20	6,0			1,4	
Olanda					2,2-16	98.000
Spagna	<1-24,2				<1-8,4	
Svezia					<1	11.446
Regno Unito	<1-87				<1-20	1.585

* massima concentrazione misurata in siti contaminati.

Nell'indagine condotta sui suoli di P. Tolle si osservano per tutte e 12 le stazioni, sia influenzate che non influenzate nell'assetto futuro, valori di concentrazione inferiori al limite di rilevabilità (<10 pg TEQ/g) e quindi confrontabili con gli intervalli di concentrazione più frequenti nell'Unione Europea.

4.3 Macroelementi, Cl⁻, NO₃⁻, SO₄⁻ e NH₄⁺

Questo gruppo di analiti è costituito da elementi normalmente contenuti nei suoli in quantità significative; le concentrazioni rilevate nei suoli vanno dalle centinaia di g/Kg (%) del Si alle unità di g/kg del Ti.

Per quanto riguarda Cl⁻, NO₃⁻, SO₄⁻ e NH₄⁺ le concentrazioni rilevate con il metodo adottato non sono confrontabili con quelle rilevate con i metodi del DM 13/09/99 "Approvazione dei <<Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo>>" e, quindi, i valori di letteratura, riferiti principalmente ai metodi analitici orientati alle esigenze agronomiche, non sono utilizzabili come valori di riferimento (valori di fondo o naturali). Infatti, come già accennato al paragrafo 3.2, lo scopo della determinazione di questi composti non è di tipo agronomico ma è riconducibile alla stima del contributo terrigeno nel particolato aerotrasportato, pertanto il metodo analitico adottato è lo stesso dell'analisi del particolato.

Di seguito si forniscono alcune informazioni di carattere generale ed un breve commento sui macroelementi.

4.3.1 Magnesio (Mg)

Il contenuto di magnesio dei suoli non magnesiaci è compreso tra 0,05 e 0,5% con punte massime nei suoli argillosi e minime nei suoli sabbiosi (Sequi, 1989) mentre il contenuto medio della crosta terrestre è di circa 2,7 %.

La distribuzione del magnesio lungo il profilo non presenta di norma notevoli differenze. Eventuali maggiori concentrazioni negli strati superficiali dipendono in genere dalle pratiche di fertilizzazione.

Le concentrazioni rilevate nel territorio indagato mostrano una situazione molto omogenea (C.V. 12% circa) con un valore minimo di 1,5% ed un valore massimo di 2,3%.

4.3.2 Sodio (Na)

Il sodio è un elemento abbondante nella crosta terrestre con un contenuto medio del 2,2 % circa e nei suoli presenta una concentrazione media di 0,4% (Sequi, 1989).

Nel caso specifico si nota una maggiore variabilità spaziale (C.V. 31% circa), rispetto agli altri macro costituenti, con valori di concentrazione compresi tra lo 0,5% e il 2%. E' molto probabile che la vicinanza del mare, l'infiltrazione del cuneo salino nella falda superficiale e l'elevata probabilità di utilizzo di acque salmastre per irrigazione abbiano influenzato significativamente il livello di Na in questi suoli.

4.3.3 Titanio (Ti)

Si tratta di uno dei principali elementi che costituiscono la crosta terrestre con una concentrazione di circa 0,6 %.

I valori rilevati nel comprensorio in studio sono confrontabili con il valore di riferimento e presentano un'elevata omogeneità spaziale (C.V. 185 circa).

4.3.4 Calcio (Ca)

Il contenuto medio nella crosta terrestre è di circa il 4,6%.

Le concentrazioni rilevate nel territorio presentano una scarsa variabilità spaziale (C.V. 13%) e sono confrontabili con il contenuto medio terrestre.

4.3.5 Potassio (K)

Il suo contenuto medio nei suoli coltivati oscilla intorno al 1,5 %

Anche per il K, l'indagine ha evidenziato un'elevata omogeneità spaziale (C.V. 12%) con concentrazioni confrontabili con il livello medio dei suoli.

4.3.6 Silicio (Si)

Si tratta di uno degli elementi con maggiore abbondanza nella crosta terrestre e il suo contenuto medio nel suolo è di circa il 33%.

Nell'area indagata si confermano le concentrazioni naturali con una bassissima variabilità spaziale (C.V. 8% circa).

4.3.7 Alluminio (Al)

Si tratta di uno degli elementi presenti a concentrazioni elevate nei suoli, con un valore medio di circa il 7 %.

Le concentrazioni rilevate nei suoli del comprensorio oggetto del presente studio mostrano una variabilità spaziale piuttosto contenuta (C.V. 16%) con valori confrontabili con la concentrazione media naturale dei suoli.

5 CONCLUSIONI

L'indagine relativa alla caratterizzazione del contenuto di diversi microinquinanti dei suoli del territorio circostante l'impianto termoelettrico di P. Tolle ha consentito di acquisire informazioni di base sulla situazione iniziale prima dell'eventuale trasformazione a Orimulsion.

Lo spettro di informazioni è stato ampliato anche ad elementi e composti non considerabili in questo caso come inquinanti, al fine di valutare anche il contributo terrigeno, e quindi naturale, al particolato aerotrasportato, già indagato o da indagare nel futuro.

In generale si rileva una distribuzione piuttosto omogenea della maggior parte degli elementi indagati, evidenziata dalla bassa variabilità spaziale, ad esclusione di Hg e Se che mostrano una variabilità più elevata probabilmente legata alle loro caratteristiche chimico - fisiche.

Per quanto riguarda il V, in particolare si osserva una distribuzione spaziale omogenea della sua concentrazione nei suoli indagati, con un valore massimo ampiamente rientrante nei valori di concentrazione naturali.

I microinquinanti organici (IPA e PCDD/PCDF) mostrano valori di concentrazione ampiamente rientranti negli intervalli di fondo dei suoli agrari disponibili in letteratura.

6 BIBLIOGRAFIA CITATA E CONSULTATA

Abollino O., Barberis R., Boschetti P., 1996. Concentrazione di metalli pesanti in terreni non inquinati - Parte 1 - Rassegna delle concentrazioni di fondo in terreni di tutto il mondo. *Ingegneria Ambientale* vol. XXV, n.10: pp. 621-630.

Agency for Toxic Substances and Disease Registry U.S. Public Health Service, 1992. Toxicological profile for Vanadium and compounds.

Agency for Toxic Substances and Disease Registry U.S. Public Health Service, 1995. Toxicological profile for Polycyclic Aromatic Hydrocarbons.

CNR – IRSA, 1985. Metodi analitici per i fanghi. Parametri chimico-fisici. Quaderno IRSA n. 64 Vol. 3

Decreto Ministeriale 13 settembre 1999. Approvazione dei <<Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo>>.

European Commission DG Environment, UK Department of the Environment, Transport and the Regions (DETR), 1999. Compilation of EU Dioxin Exposure and Health Data. Task 2 – Environmental Levels.

Government of Canada, Environment Canada, Health Canada, 1990. Canadian Environmental Protection Act. Priority Substances List. Assessment Report No. 1. Polychlorinated Dibenzodioxins and Polychlorinated Dibenzofurans

Health Canada, 1996. Canadian Soil Quality Guidelines For Contaminated Sites. Human Health Effects: Inorganic Mercury. Final Report. The National Contaminated Sites Remediation Program.

National Park Service, Water Resources Divisions, Water Operations Branch, 1997a. ENVIRONMENTAL CONTAMINANTS ENCYCLOPEDIA. SELENIUM ENTRY.

National Park Service, Water Resources Divisions, Water Operations Branch, 1997b. ENVIRONMENTAL CONTAMINANTS ENCYCLOPEDIA. ARSENIC ENTRY

Sequi, 1991. *Chimica del suolo*. Pàtron Editore

UNICHIM, 1994. Suoli e falde contaminati. Tecnologie di indagine e di bonifica. Linee guida. Manuale n. 175/94.

Vismara, 1992. *Ecologia applicata*. Hoepli

APPENDICE 1
SCHEDE DESCRITTIVE DELLE STAZIONI DI CAMPIONAMENTO

Stazione	8787
----------	------

Coordinate punto di riferimento GPS UTM ED 50 Fuso 33	EST 287112	NORD 4987002
--	------------	--------------

Descrizione della stazione

Zona agricola
Campionamento eseguito su area inerbita a bordo campo

Tipo di campionatore	<input checked="" type="checkbox"/> Fustella
	<input type="checkbox"/> Pala

Pendenza	0°
Esposizione	n.d.

Schema di campionamento

Campionamento lineare tra bordo campo e canale con prelievo ogni 10m

Foto

Stazione	9087
----------	------

Coordinate punto di riferimento GPS UTM ED 50 Fuso 33	EST	NORD
--	-----	------

Descrizione della stazione

Non campionabile a causa di mancanza di aree idonee (argini in continuo rimaneggiamento)

Tipo di campionatore	<input type="checkbox"/> Fustella
	<input type="checkbox"/> Pala

Pendenza	
Esposizione	

Schema di campionamento**Foto**

Stazione	9387
----------	------

Coordinate punto di riferimento GPS UTM ED 50 Fuso 33	EST	NORD
--	-----	------

Descrizione della stazione

Non campionabile a causa di mancanza di aree idonee (argini in continuo rimaneggiamento)

Tipo di campionatore	<input type="checkbox"/> Fustella
	<input type="checkbox"/> Pala

Pendenza	
Esposizione	

Schema di campionamento**Foto**

Stazione	9687
----------	------

Coordinate punto di riferimento GPS UTM ED 50 Fuso 33	EST 296015	NORD 4987000
--	------------	--------------

Descrizione della stazione

Campo di mais dopo raccolto con presenza di stocchi

Tipo di campionatore	<input type="checkbox"/> Fustella
	<input checked="" type="checkbox"/> Pala

Pendenza	0°
Esposizione	n.d.

Schema di campionamento

Campionamento a croce con prelievo di sub-campioni nel punto di riferimento (coordinate stazione) e in 4 punti a 10m in direzione N, S, E e O.

Foto

Stazione	9787
----------	------

Coordinate punto di riferimento GPS UTM ED 50 Fuso 33	EST 297096	NORD 4986803
--	------------	--------------

Descrizione della stazione

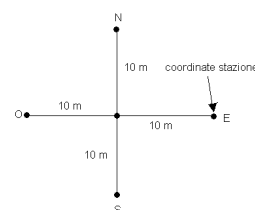
Prato della villa della Valle Ripiego costituito da uno strato di terra con profondità di circa 20 cm su ghiaia.

Tipo di campionatore	<input checked="" type="checkbox"/> Fustella
	<input type="checkbox"/> Pala

Pendenza	0°
Esposizione	n.d.

Schema di campionamento

Campionamento a croce con prelievo di sub-campioni nel punto di riferimento (coordinate stazione) e in 4 punti a 10m in direzione N, S, centrale e O.



Foto



Stazione	9987
----------	------

Coordinate punto di riferimento GPS UTM ED 50 Fuso 33	EST	NORD
--	-----	------

Descrizione della stazione

Non campionabile a causa di mancanza di aree idonee (argini in continuo rimaneggiamento)

Tipo di campionatore	<input type="checkbox"/> Fustella
	<input type="checkbox"/> Pala

Pendenza	
Esposizione	

Schema di campionamento**Foto**

Stazione	9685
----------	------

Coordinate punto di riferimento GPS UTM ED 50 Fuso 33	EST 296006	NORD 4985531
--	------------	--------------

Descrizione della stazione

Margine campo di erba medica

Tipo di campionatore	<input checked="" type="checkbox"/> Fustella
	<input type="checkbox"/> Pala

Pendenza	0°
Esposizione	n.d.

Schema di campionamento

Campionamento lineare con prelievo ogni 10m. Punto di riferimento (coordinate stazione) centrale

Foto

Stazione	9785
----------	------

Coordinate punto di riferimento GPS UTM ED 50 Fuso 33	EST 297662	NORD 4985390
--	------------	--------------

Descrizione della stazione

Campo coltivato erpicato

Tipo di campionatore	<input type="checkbox"/> Fustella
	<input checked="" type="checkbox"/> Pala

Pendenza	0°
Esposizione	n.d.

Schema di campionamento

Campionamento a croce con prelievo di sub-campioni nel punto di riferimento (coordinate stazione) e in 4 punti a 10m in direzione N, S, E e O.

Foto

Stazione	9985
----------	------

Coordinate punto di riferimento GPS UTM ED 50 Fuso 33	EST	NORD
--	-----	------

Descrizione della stazione

Non campionabile a causa di mancanza di aree idonee (argini in continuo rimaneggiamento)

Tipo di campionatore	<input type="checkbox"/> Fustella
	<input type="checkbox"/> Pala

Pendenza	
Esposizione	

Schema di campionamento**Foto**

Stazione	8784
----------	------

Coordinate punto di riferimento GPS UTM ED 50 Fuso 33	EST 287309	NORD 4983987
--	------------	--------------

Descrizione della stazione

A margine di un campo coltivato

Tipo di campionatore	<input checked="" type="checkbox"/> Fustella
	<input type="checkbox"/> Pala

Pendenza	0°
Esposizione	n.d.

Schema di campionamento

Campionamento lineare con prelievo ogni 10m e punto di riferimento centrale (coordinate stazione)

Foto

Stazione	9084
----------	------

Coordinate punto di riferimento GPS UTM ED 50 Fuso 33	EST 290025	NORD 4983993
--	------------	--------------

Descrizione della stazione

Terreno inerbito bordo campo erba medica

Tipo di campionatore	<input checked="" type="checkbox"/> Fustella
	<input type="checkbox"/> Pala

Pendenza	0°
Esposizione	n.d.

Schema di campionamento

Campionamento lineare con prelievo ogni 10m e punto di riferimento centrale (coordinate stazione)

Foto

Stazione	9384
----------	------

Coordinate punto di riferimento GPS UTM ED 50 Fuso 33	EST 292985	NORD 4984044
--	------------	--------------

Descrizione della stazione

Terreno inerbito tra l'abitazione dell'azienda agricola e l'orto.

Tipo di campionatore	<input checked="" type="checkbox"/> Fustella
	<input type="checkbox"/> Pala

Pendenza	0°
Esposizione	n.d.

Schema di campionamento

Campionamento a croce con prelievo di sub-campioni nel punto di riferimento (coordinate stazione) e in 4 punti a 5 m in direzione N, S, E e O.

Foto

Stazione	9684
----------	------

Coordinate punto di riferimento GPS UTM ED 50 Fuso 33	EST 296051	NORD 4984447
--	------------	--------------

Descrizione della stazione

Area agricola, campionamento eseguito in campo arato

Tipo di campionatore	<input type="checkbox"/> Fustella
	<input checked="" type="checkbox"/> Pala

Pendenza	0°
Esposizione	n.d.

Schema di campionamento

Campionamento a croce con prelievo di sub-campioni nel punto di riferimento (coordinate stazione) e in 4 punti a 10m in direzione N, S, E e O.

Foto

Stazione	9784
----------	------

Coordinate punto di riferimento GPS UTM ED 50 Fuso 33	EST 297637	NORD 4984005
--	------------	--------------

Descrizione della stazione

Campo coltivato a grano con presenza di stoppie

Tipo di campionatore	<input checked="" type="checkbox"/> Fustella
	<input type="checkbox"/> Pala

Pendenza	0°
Esposizione	n.d.

Schema di campionamento

Campionamento a croce con prelievo di sub-campioni nel punto di riferimento (coordinate stazione) e in 4 punti a 10m in direzione N, S, E e O.

Foto

Stazione	9984
----------	------

Coordinate punto di riferimento GPS UTM ED 50 Fuso 33	EST	NORD
--	-----	------

Descrizione della stazione

Non campionabile a causa di mancanza di aree idonee (argini in continuo rimaneggiamento)

Tipo di campionatore	<input type="checkbox"/> Fustella
	<input type="checkbox"/> Pala

Pendenza	
Esposizione	

Schema di campionamento**Foto**

Stazione	0284
----------	------

Coordinate punto di riferimento GPS UTM ED 50 Fuso 33	EST 301551	NORD 4983582
--	------------	--------------

Descrizione della stazione

Terreno inerbito a bordo risaia su strada interpoderale

Tipo di campionatore	<input checked="" type="checkbox"/> Fustella
	<input type="checkbox"/> Pala

Pendenza	0°
Esposizione	n.d.

Schema di campionamento

Campionamento lineare con prelievo ogni 10m e punto di riferimento centrale (coordinate stazione)

Foto

Stazione	0182
----------	------

Coordinate punto di riferimento GPS UTM ED 50 Fuso 33	EST 301000	NORD 4981973
--	------------	--------------

Descrizione della stazione

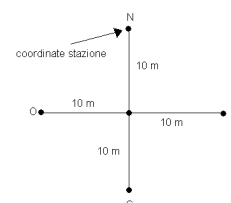
Argine con presenza di vegetazione fitta e con campi coltivati a sud

Tipo di campionatore	<input checked="" type="checkbox"/> Fustella
	<input type="checkbox"/> Pala

Pendenza	0°
Esposizione	n.d.

Schema di campionamento

Campionamento a croce con prelievo di sub-campioni nel punto di riferimento (coordinate stazione) e in 4 punti a 10m in direzione S, E e O e centrale.



Foto



Stazione	0382
----------	------

Coordinate punto di riferimento GPS UTM ED 50 Fuso 33	EST 302799	NORD 4981798
--	------------	--------------

Descrizione della stazione

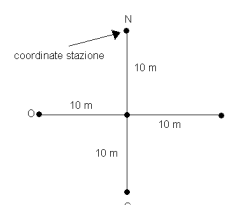
Spiaggia sabbiosa senza vegetazione (fiume Po). In direzione sud fitocenosi ad *Amorpha fruticosa*.

Tipo di campionatore	<input checked="" type="checkbox"/> Fustella
	<input type="checkbox"/> Pala

Pendenza	0°
Esposizione	n.d.

Schema di campionamento

Campionamento a croce con prelievo di sub-campioni nel punto di riferimento (coordinate stazione) e in 4 punti a 10m in direzione S, E, O e centrale.



Foto

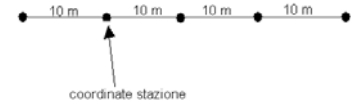


Stazione	8781
----------	------

Coordinate punto di riferimento GPS UTM ED 50 Fuso 33	EST 287045	NORD 4981014
--	------------	--------------

Descrizione della stazione

Terreno inerbito tra un pioppeto e un argine stradale in prossimità di un ponte

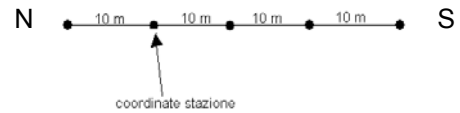


Tipo di campionatore	<input checked="" type="checkbox"/> Fustella
	<input type="checkbox"/> Pala

Pendenza	0°
Esposizione	n.d.

Schema di campionamento

Campionamento lineare con prelievo ogni 10m



Foto



Stazione	9081
----------	------

Coordinate punto di riferimento GPS UTM ED 50 Fuso 33	EST 290014	NORD 4980933
--	------------	--------------

Descrizione della stazione

Terreno inerbito tra due tratturi ai bordi di un campo di erba medica nei pressi di uno zuccherificio dismesso.

Tipo di campionatore	<input checked="" type="checkbox"/> Fustella
	<input type="checkbox"/> Pala

Pendenza	0°
Esposizione	n.d.

Schema di campionamento

Campionamento lineare con prelievo ogni 10m e punto di riferimento centrale (coordinate stazione) orientamento E – O.

Foto

Stazione	9381
----------	------

Coordinate punto di riferimento GPS UTM ED 50 Fuso 33	EST 292676	NORD 4980893
--	------------	--------------

Descrizione della stazione

Campo arato in area agricola

Tipo di campionatore	<input type="checkbox"/> Fustella
	<input checked="" type="checkbox"/> Pala

Pendenza	0°
Esposizione	n.d.

Schema di campionamento

Campionamento a croce con prelievo di sub-campioni nel punto di riferimento (coordinate stazione) e in 4 punti a 10m in direzione N, S, E e O.

Foto

Stazione	9681
----------	------

Coordinate punto di riferimento GPS UTM ED 50 Fuso 33	EST 296159	NORD 4980704
--	------------	--------------

Descrizione della stazione

Terreno coltivato a erba medica

Tipo di campionatore	<input checked="" type="checkbox"/> Fustella
	<input type="checkbox"/> Pala

Pendenza	0°
Esposizione	n.d.

Schema di campionamento

Campionamento a croce con prelievo di sub-campioni nel punto di riferimento (coordinate stazione) e in 4 punti a 10m in direzione N, S, E e O.

Foto

Stazione	9981
----------	------

Coordinate punto di riferimento GPS UTM ED 50 Fuso 33	EST 299224	NORD 4981003
--	------------	--------------

Descrizione della stazione

Argine inerbito

Tipo di campionatore	<input checked="" type="checkbox"/> Fustella
	<input type="checkbox"/> Pala

Pendenza	0°
Esposizione	n.d.

Schema di campionamento

Campionamento lineare con prelievo ogni 10m e punto di riferimento centrale.
Orientamento N - S

Foto

Stazione	0281
----------	------

Coordinate punto di riferimento GPS UTM ED 50 Fuso 33	EST 302001	NORD 4981000
--	------------	--------------

Descrizione della stazione

Terreno incolto con scarsa vegetazione all'interno dell'area di impianto.

Tipo di campionatore	<input checked="" type="checkbox"/> Fustella
	<input type="checkbox"/> Pala
	<input type="checkbox"/>

Pendenza	0°
Esposizione	n.d.

Schema di campionamento

Campionamento a croce con prelievo di sub-campioni nel punto di riferimento (coordinate stazione) e in 4 punti a 10m in direzione N, S, E e O.

Foto

Stazione	0180
----------	------

Coordinate punto di riferimento GPS UTM ED 50 Fuso 33	EST 301050	NORD 4979999
--	------------	--------------

Descrizione della stazione

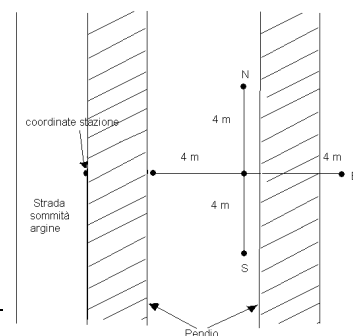
Terreno inerbito su argine

Tipo di campionatore	<input checked="" type="checkbox"/> Fustella
	<input type="checkbox"/> Pala

Pendenza	0°
Esposizione	n.d.

Schema di campionamento

Campionamento a croce come da schema a lato.



Stazione	0380
----------	------

Coordinate punto di riferimento GPS UTM ED 50 Fuso 33	EST 302688	NORD 4979900
--	------------	--------------

Descrizione della stazione

Argine in sabbia riportata da c.a. 6 anni

Tipo di campionatore	<input checked="" type="checkbox"/> Fustella
	<input type="checkbox"/> Pala

Pendenza	0°
Esposizione	n.d.

Schema di campionamento

Campionamento lineare con prelievo ogni 10m e punto di riferimento centrale.
Orientamento NO - SE

Foto

Stazione	8778
----------	------

Coordinate punto di riferimento GPS UTM ED 50 Fuso 33	EST 287008	NORD 4978012
--	------------	--------------

Descrizione della stazione

Terreno agricolo coltivato a barbabietole e a erba medica, ai bordi di un fosso

Tipo di campionatore	<input checked="" type="checkbox"/> Fustella
	<input type="checkbox"/> Pala

Pendenza	0°
Esposizione	n.d.

Schema di campionamento

Campionamento a croce con prelievo di sub-campioni nel punto di riferimento (coordinate stazione) e in 4 punti a 10m in direzione N, S, E e O.

Foto

Stazione	9078
----------	------

Coordinate punto di riferimento GPS UTM ED 50 Fuso 33	EST 290056	NORD 4977999
--	------------	--------------

Descrizione della stazione

Terreno agricolo preparato.

Tipo di campionatore	<input type="checkbox"/> Fustella
	<input checked="" type="checkbox"/> Pala

Pendenza	0°
Esposizione	n.d.

Schema di campionamento

Campionamento a croce con prelievo di sub-campioni nel punto di riferimento (coordinate stazione) e in 4 punti a 7 m in direzione N, S, E e O.

Foto

Stazione	9378
----------	------

Coordinate punto di riferimento GPS UTM ED 50 Fuso 33	EST 293086	NORD 4978034
--	------------	--------------

Descrizione della stazione

Terreno agricolo arato

Tipo di campionatore	<input type="checkbox"/> Fustella
	<input checked="" type="checkbox"/> Pala

Pendenza	0°
Esposizione	n.d.

Schema di campionamento

Campionamento a croce con prelievo di sub-campioni nel punto di riferimento (coordinate stazione) e in 4 punti a 10m in direzione N, S, E e O.

Foto

Stazione	9678
----------	------

Coordinate punto di riferimento GPS UTM ED 50 Fuso 33	EST 295555	NORD 4977553
--	------------	--------------

Descrizione della stazione

Terreno agricolo coltivato a erba medica con filari di piantine distanziati di 2 – 3 metri

Tipo di campionatore	<input checked="" type="checkbox"/> Fustella
	<input type="checkbox"/> Pala

Pendenza	0°
Esposizione	n.d.

Schema di campionamento

Campionamento a croce con prelievo di sub-campioni nel punto di riferimento (coordinate stazione) e in 4 punti a 10m in direzione N, S, E e O.

Foto

Stazione	9978
----------	------

Coordinate punto di riferimento GPS UTM ED 50 Fuso 33	EST 299263	NORD 4978209
--	------------	--------------

Descrizione della stazione

Terreno coltivato a mais dopo raccolta (presenza di stocchi)

Tipo di campionatore	<input checked="" type="checkbox"/> Fustella
	<input type="checkbox"/> Pala

Pendenza	0°
Esposizione	n.d.

Schema di campionamento

Campionamento a croce con prelievo di sub-campioni nel punto di riferimento (coordinate stazione) e in 4 punti a 10m in direzione N, S, E e O.

Foto

Stazione	0278
----------	------

Coordinate punto di riferimento GPS UTM ED 50 Fuso 33	EST 301708	NORD 4978467
--	------------	--------------

Descrizione della stazione

Area con vegetazione erbacea

Tipo di campionatore	<input checked="" type="checkbox"/> Fustella
	<input type="checkbox"/> Pala

Pendenza	0°
Esposizione	n.d.

Schema di campionamento

Campionamento a croce con prelievo di sub-campioni nel punto di riferimento (coordinate stazione) e in 4 punti a 10m in direzione N, S, E e O.

Foto

Stazione	8775
----------	------

Coordinate punto di riferimento GPS UTM ED 50 Fuso 33	EST 286978	NORD 4975004
--	------------	--------------

Descrizione della stazione

Area compresa tra un campo di erba medica e un fosso

Tipo di campionatore	<input checked="" type="checkbox"/> Fustella
	<input type="checkbox"/> Pala

Pendenza	0°
Esposizione	n.d.

Schema di campionamento

Campionamento lineare con prelievo ogni 10m e punto di riferimento (coordinate stazione) centrale

Foto

Stazione	9075
----------	------

Coordinate punto di riferimento GPS UTM ED 50 Fuso 33	EST 290001	NORD 4974979
--	------------	--------------

Descrizione della stazione

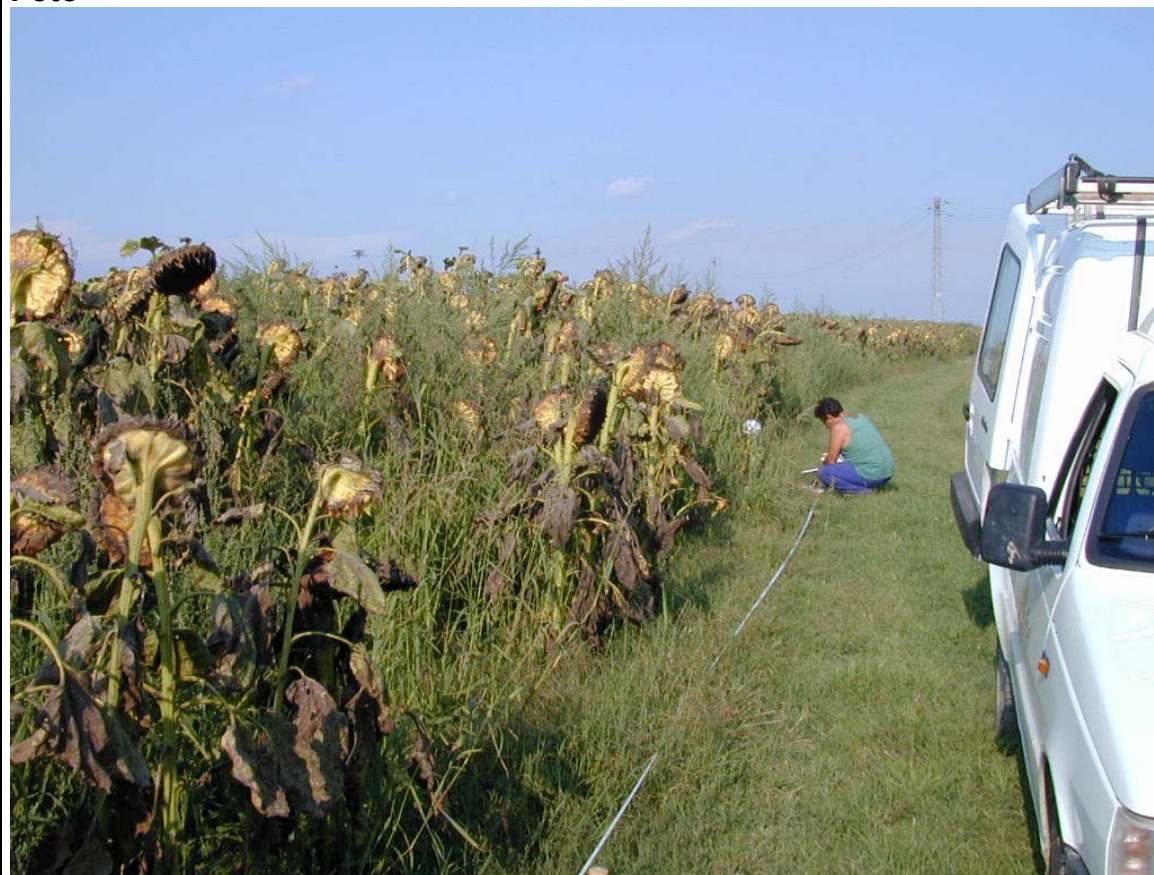
Terreno agricolo ai bordi di una coltivazione di girasoli

Tipo di campionatore	<input checked="" type="checkbox"/> Fustella
	<input type="checkbox"/> Pala

Pendenza	0°
Esposizione	n.d.

Schema di campionamento

Campionamento lineare con prelievo ogni 10m e punto di riferimento (coordinate stazione) centrale

Foto

Stazione	9375
----------	------

Coordinate punto di riferimento GPS UTM ED 50 Fuso 33	EST 293044	NORD 4975194
--	------------	--------------

Descrizione della stazione

Terreno inerbito lato strada poco frequentata

Tipo di campionatore	<input checked="" type="checkbox"/> Fustella
	<input type="checkbox"/> Pala

Pendenza	0°
Esposizione	n.d.

Schema di campionamento

Campionamento lineare con prelievo ogni 10m e punto di riferimento (coordinate stazione) centrale

Foto

Stazione	9675
----------	------

Coordinate punto di riferimento GPS UTM ED 50 Fuso 33	EST 296044	NORD 4974955
--	------------	--------------

Descrizione della stazione

Terreno inerbito ai piedi di un argine

Tipo di campionatore	<input checked="" type="checkbox"/> Fustella
	<input type="checkbox"/> Pala

Pendenza	0°
Esposizione	n.d.

Schema di campionamento

Campionamento a croce con prelievo di sub-campioni nel punto di riferimento (coordinate stazione) e in 4 punti a 10m in direzione N, S, E e O.

Foto

Stazione	9975
----------	------

Coordinate punto di riferimento GPS UTM ED 50 Fuso 33	EST 299419	NORD 4975053
--	------------	--------------

Descrizione della stazione

Prato antistante il cimitero di Scardovari (tra muro di recinzione del cimitero e stazione di misura strumentale della qualità dell'aria)

Tipo di campionatore	<input checked="" type="checkbox"/> Fustella
	<input type="checkbox"/> Pala

Pendenza	0°
Esposizione	n.d.

Schema di campionamento

Campionamento a croce con prelievo di sub-campioni nel punto di riferimento (coordinate stazione) e in 4 punti a 10m in direzione N, S, E e O.

Foto

Stazione	0275
----------	------

Coordinate punto di riferimento GPS UTM ED 50 Fuso 33	EST 301582	NORD 4974950
--	------------	--------------

Descrizione della stazione

Terreno ai piedi di un argine confinante con un campo agricolo

Tipo di campionatore	<input checked="" type="checkbox"/> Fustella
	<input type="checkbox"/> Pala

Pendenza	0°
Esposizione	n.d.

Schema di campionamento

Campionamento a lineare con prelievo ogni 10m e punto di riferimento (coordinate stazione) centrale

Foto



CESI

Rapporto n.A2/036137 rev.0

Figura Appendice 2.2a. Ubicazione delle stazioni di campionamento rispetto allo schema di ricerca prefissato

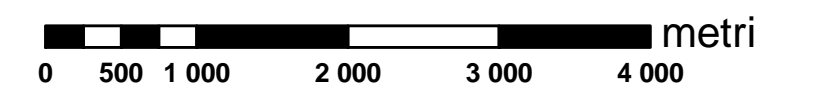
Legenda

- Stazioni di campionamento individuate
- ⊕ Intersezioni griglia UTM 33
- Aree potenzialmente campionabili

↑ reticolo UTM fuso 33



1:50 000



Dai tipi dell'Istituto Geografico Militare
Autorizzazione n° 5657 del 04/11/02



CESI

Rapporto n.A2/036137 rev.0

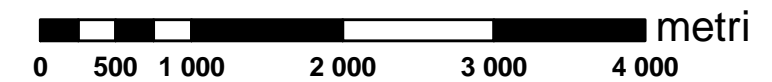
Figura Appendice 1a. Ubicazione delle stazioni di campionamento

Legenda

- Stazioni di campionamento individuate



1:50 000



Dai tipi dell'Istituto Geografico Militare
Autorizzazione n° 5657 del 04/11/02